

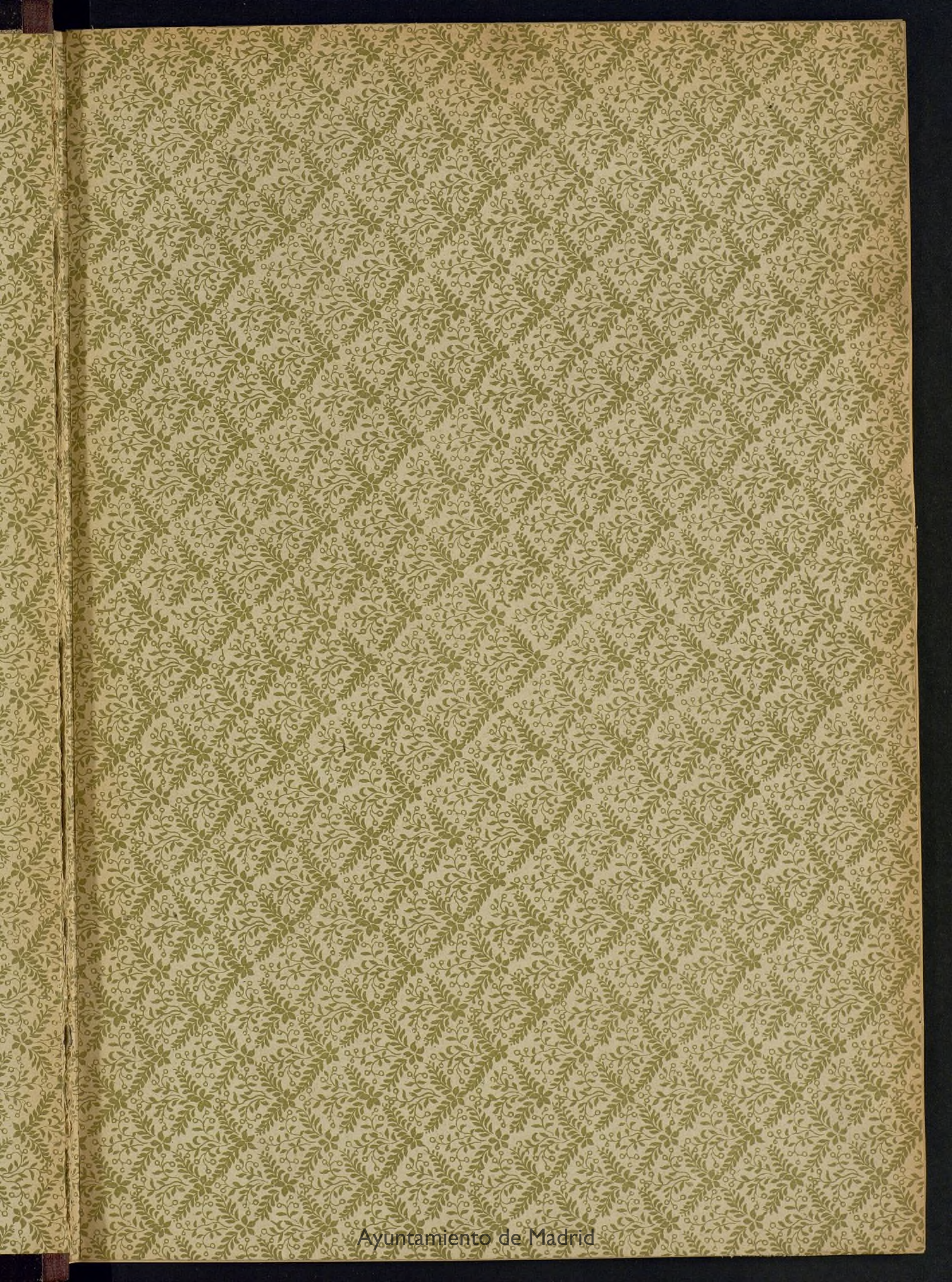
**EL MUNDO
CIENTÍFICO
INVENTOS
MODERNOS**



Ayuntamiento de Madrid

HEMEROTECA MUNICIPAL

Número de registro 2596
Estante 987
Tabla 2
Número de volúmenes 24
Encuadernación



EL MUNDO CIENTÍFICO

INVENTOS MODERNOS

AYUNTAMIENTO DE MADRID
SECRETARIA

EL MUNDO CIENTÍFICO

INVENTOS MODERNOS

ENCICLOPEDIA DE CONOCIMIENTOS ÚTILES

Y

APLICACIONES PRÁCTICAS DE LA INDUSTRIA



TOMO TERCERO

BARCELONA

Dirección, Redacción y Administración: Ronda de San Pedro, 36

FELIU Y SUSANNA, EDITORES

1914

La máquina v
mecánico .

Cálculo de los
Coeficientes d
se en el cál
jan a comp
La resistencia
dureza.

Suspensión y
nos eléctric
Establecimien
de aire y
transforma
Lámparas de
Tranvía eléct
Transportes
Los accidentes
eléctricas
legal y té
Funcionamie
paralelo.
Transformac
ple en trit
Máquinas el
Preceptos de
Los fenómen
ciones q
eléctricas
Redes de dis
Reostato hie
motores
Funcionamie
paralelo
Pruebas a a
neos .
La resistenc
El aumento
talacione
Interrupcio
porte de
Fijación de
Problemas
Aparatos pa
en las in
Motores de
Cables de s
Determina
de los tr
Problemas
Algo sobre
Métodos p
vicio en
en com

ÍNDICE

	Págs.
Aviación	
La máquina voladora como punto de apoyo mecánico	293-323

Construcción	
Cálculo de los depósitos de paredes curvas	148
Coefficientes de seguridad que deben adoptarse en el cálculo de piezas largas que trabajan a compresión	302
La resistencia a la tracción en función de la dureza	302

Electricidad	
Suspensión y unión de electrodos en los hornos eléctricos	1
Establecimiento de los conductos de aceite, de aire y de agua para el servicio de los transformadores en las estaciones centrales	21
Lámparas de tungsteno de gran duración	23
Tranvía eléctrico	33
Transportes de energía eléctrica a alta tensión. Los accidentes causados por las corrientes eléctricas desde el punto de vista médico-legal y técnico	119
Funcionamiento de los transformadores en paralelo. I	123
Transformación de una corriente de fase simple en trifásica	132
Máquinas eléctricas de excitación interna. Preceptos del electricista	135
Los fenómenos atmosféricos y las perturbaciones que ocasionan a las instalaciones eléctricas	137
Redes de distribución de energía eléctrica. Reostato hidráulico para el gobierno de los motores eléctricos	138
Funcionamiento de los transformadores en paralelo. II	177
Pruebas a alta tensión de los cables subterráneos	297
La resistencia de los limitadores de tensión	210
El aumento del factor de potencia en las instalaciones trifásicas	211
Interrupciones causadas en líneas de transporte de energía por seres vivientes	240
Fijación de reglas técnicas internacionales. Problemas de aplicación práctica	244
Aparatos para mejorar el factor de potencia en las instalaciones trifásicas	245
Motores de inducción polifásicos	261
Cables de aluminio aislados	265
Determinación de las pérdidas en el núcleo de los transformadores	268
Problemas de aplicación práctica	271
Algo sobre las altas tensiones	310
Métodos para asegurar la continuidad del servicio en las redes del transporte de energía en comunicación con la tierra	312

	Págs.
Método para determinar la flecha de un conductor aéreo	330
El mayor turbo-alternador y los mayores condensadores del mundo	330
Teoría de la conmutación	347
Símbolos eléctricos	352
Medida directa del factor de potencia de los circuitos polifásicos	353

Electricidad industrial	
Aparatos para el ensayo de devanados y bobinas	50
Problemas técnicos	80
Tubo-generador homopolar	83
Regulador de voltaje	84

Electroquímica	
La electrodeposición del platino	15
Electrodeposición del cobalto y el níquel	15
Horno eléctrico para la reducción de los óxidos de cinc	47

Electrometalurgia	
El gobierno eléctrico de los laminadores	228

Enología	
La filtración de los vinos	53-86

Física	
Representación gráfica de los focos de luz coloreada	182
Aprovechamiento de la energía solar	245
El rendimiento de los focos de luz	301
La radiación del color a través de las paredes de los hornos eléctricos	302

Física industrial	
Investigaciones sobre las temperaturas bajas	23

Formulario industrial	
Patinado artificial de los bronceos	29
Electrodeposición del cobre.—Fórmulas para la preparación de las soluciones	30
Electrodeposición del latón	31
Electrodeposición del cobre.—Fórmulas para	

	Págs.
la preparación de los baños	32
Temple de los aceros rápidos	32

Fotografía	
Aplicación a la fotografía de la lámpara de tungsteno de gran eficacia	361

Higiene rural	
La salubridad de los terrenos pantanosos	151

Inventos modernos	
Sistema de telegrafía de transmisión y recepción rápida	51
Decoración de los tejidos	52
Mechero Kronging para el alumbrado por incandescencia	53
Hornos de combustión superficial	88
Vibraciones producidas por las máquinas y medios de impedir su transmisión a las edificaciones	89
Regulador para hornos eléctricos	89
Regulador de tiraje forzado	90
Detector de tegría sin hilos	91
Dispositivo que permite hacer variar a voluntad y de un modo instantáneo la potencia luminica de una instalación de alumbrado eléctrico	91
Indicador dinamo-eléctrico de frecuencias	124
Enchufes para cajas de resistencia	125
Carro aéreo para reparación de cables aéreos. Aparato de transmisión portátil para telegrafía sin hilos	126
Sifón para trasiego de aceite de engrase	126

Mecánica	
Sobre las circunstancias que influyen en la duración de los cables de los aparatos elevadores	17
Determinación del peso del agua consumida en los ensayos de calderas	18
Freno de seguridad para grúas	19
Accidentes más corrientes en los motores de gas	19
Métodos para impedir la transmisión de las vibraciones debidas a las máquinas en los edificios industriales	21
Gráfico para determinar prácticamente la potencia de los engranajes cilíndricos	142
Motores para la aviación.—Tipo de seis cilindros con enfriamiento por circulación de agua	143
Bomba de cadena Besennot-Favre	145
Cálculo de bombas hidráulicas	161
Las causas de error en los ensayos de resis-	

cia al choque y la noción de fragilidad.	179
Nuevo carburador	180
Nuevos modelos de biplanos	180
Fórmulas empíricas para la determinación de los elementos de los motores de explosión.	212
Determinación de la potencia efectiva de los motores de gas pobre.	216
La aleación hierro-molibdeno.	216
El contador de gas «Constante».	247
Las rotaciones ultra-rápidas	257
Método práctico para la determinación de las dimensiones de los pistones de los motores de explosión fijos.	360

Metalurgia

Vaciado en moldes metálicos	145
Horno para temple de herramientas	147
Las transformaciones del hierro y de los aceros por la acción de temperaturas elevadas.	182
Empio del carbón pulverizado en los hornos metalúrgicos	183
Las temperaturas de recocido.	184
Dorado del hierro.	184
Dorado del acero y de la fundición	184
Fórmula práctica para determinar la potencia necesaria para laminar los metales.	216
La aleación hierro-molibdeno.	216
Chimenea colectora de chispas «Osborn».	309

Miscelánea

La educación del obrero en Alemania.	65-97
El origen del hombre en América.	193
La emisividad eléctrica de la materia.	225
La electrificación de la atmósfera	289
La industria española y la guerra Europea.	321

Modelos demostrativos desmontables

Turbina hidráulica, sistema Francis.	16
Tranvía eléctrico con freno de aire comprimido Knorr	33
Torno revólver (tipo A. H. Schüller)	60
Bomba centrífuga (tipo turbina-bomba Kortling)	100
Contador de gas	129
Amperímetro y Voltímetro	167
Motor Diesel, fijo, de cuatro cilindros a cuatro tiempos, con compresor trifásico, de 400 a 800 caballos	196
Motor Diesel, marino, de cuatro cilindros a dos tiempos, de 440 caballos	234
Dinamo tetrapolar	276
Instalación cinematográfica Gaumont, con cronómetro, tipo B.	308
Cañón Krupp de campaña de 75 milímetros	335
Mina submarina.	345

Planos de maquinaria

(LÁMINA CENTRAL)

Plano de los Arrayanes en la Alhambra de Granada	
Aplicación práctica de perspectiva paralela	
Máquinas para la propulsión marina.	78
Motor de aceite de 1600 H.P. para barco petrolero de la marina inglesa	108
El trasatlántico «Britannic».—Corte longitudinal y plano de los puentes	132
Planos generales del trasatlántico «Britannic».	
Grúa eléctrica Cantilever de 250 toneladas	202
Locomotor Compound de cuatro cilindros para el ferrocarril París, Lyon y Mediterráneo, en la exposición de Lyon	230
Horno Talbot para producir 200 toneladas de acero	278
Rueda Pelton y Generador eléctrico de 13.500 H.P.	307

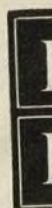
Procedimientos industriales

Fabricación del esmeril por medio de la bauxita.	25
Nuevo método de dosificación del azufre en pirritas de hierro	26
Determinación del estaño en los broncea.	27
Endurecimiento superficial del hierro y el acero	28
Pulimentación de pequeñas piezas de acero	28
Contra la berrumbe	28
El arsénico como agente colorante para los metales. (Bronce, cobre, níquel, etc.)	28
Fabricación de cera industrial aplicable a los mismos usos que la cera natural	28
Aplicaciones industriales de los residuos del maíz	35
Las aguas industriales y su reconocimiento.	56
—Dosificación del ácido sulfúrico.	56
Dosificación del cloro.	56
Dosificación de la cal.	56
Dosificación de la magnesia	56
Dosificación del hierro	57
La industria del radium	57
La fabricación de las lámparas de filamento metálico	58
Niquelado de los reflectores	59
Procedimiento rápido para impermeabilizar tejidos.	60
El linóleo.	60
Procedimiento de fabricación de la seda artificial de algodón	61
Niquelado sin pila	61
Protección de los dibujos de tinta china	61
Plataado sin corriente eléctrica	61
Papel luminoso	62
Capa cerámica	62
Espumas artificiales de cuero.	62
Tejidos impermeables	63
El Fibroleum.	63
Barniz para papel aislante	63
Extinción del fuego producido por materias inflamables, alcohol, benzina, petróleo, bauxita, etc.	63
Purificación del ácido sulfúrico	63
Aleación resistente a los ácidos	63
Estaño (frase de estaño por el cine)	63
Estaño de la fundición	64
Estaño (procedimiento inglés).	64
Grasa consistente.	64
Grasa antifricción	64
Grasa para grifos.	64
Para ennegrecer el hierro	64
Para dar al acero el color azul por medio de un baño metálico	64
Pátinas para bronce de arte y objetos galvanizados	92
Fabricación de los jabones líquidos	92
Fabricación de bombillas provistas de reflectores para lámparas eléctricas incandescentes	93
Los procedimientos de tñificación en la industria de colorantes	93
Acción colorante de las quininas sobre la lana y otras materias orgánicas.	94
Medio para reducir el consumo de gas en las instalaciones de alumbrado y calefacción	94
El mecanismo de la formación del ácido sulfúrico en las cámaras de plomo.	94
Elección de tensión para los equipos eléctricos de alumbrado y puesta en marcha de los automóviles	94
El selenio y sus aplicaciones en la telefonía sin hilos, televisión y fotometría.	95
Procedimiento de solidificación de los hidrocarburos	95
Funcionamiento del soplete oxidídrico bajo el agua	96
Incorporación del grafito al metal en la fabricación de escobillas para dinamos	96
Separación del tallo y otros metales raros de los minerales de plomo, con producción simultánea de blanco de plomo sublimado.	96
Fabricación de lámparas de filamento de tungsteno.	127
Ensayo de los aceites para la lubricación de los motores de explosión	128
La industria del aire líquido	152

Galvanoplastia del níquel para grandes gruesos; estañado y cincaje.	153
Electrolisis del níquel en presencia de oxidantes.	153
Electrolisis del níquel en solución alcalina	153
Fluoroborato al níquel.	153
Preparación del carbonato de níquel	154
Preparación del ácido fluorobórico y del fluoroborato de níquel.	154
Estañado	154
Cincaje	154
Obtención del agua oxigenada.	154
La destilación continua del alquiltrán.	155
Las sedas artificiales.—Sedas nitradas	155
Sedas cupramoniacales	156
Sedas de viscosa	156
Sedas de acetilcelulosa	156
Generalidades sobre las sedas artificiales.	156
Procedimiento para la fabricación de óxidos de estaño	156
Perfeccionamientos adoptados en la fabricación del caucho sintético	157
Procedimiento y producto para el blanqueo y tintura de los textiles	157
Madera y tejidos incombustibles	158
Procedimientos modernos de acetilación de las celulosas.—Acetilación por insolubilización.	158
Acetilación por disolución	158
Disolución de celulosas acetiladas.	158
Una materia industrial para sustituir la madera. La madera de amianto	159
Método para descubrir las adulteraciones del aceite de oliva.	159
Medios para obtener el mejor funcionamiento de las correas	159
Perfeccionamiento en el plataado de los espejos	160
Dorado al mercurio y dorado galvanico	160
Coloración del yeso	160
Las emulsiones cosméticas	185
Leches de tocador «acéticas»	185
Leche de almendras	185
Leche de almendras amargas	186
Leches antíflicas	186
Leche de cohombre	186
Dermophilax	187
Otra leche de «belleza»	187
Leche de glicerina	187
Leche de iris	187
Leche de tocador, al jazmín	187
Leche a la lanolina	187
Leche de jugo de amargón y cohombres	187
Leche de alfónsigo	187
Leche de rosas	187
Leche virginal	188
Fórmulas racionales de emulsiones cosméticas	188
Pintura para tejados	188
La fabricación del negro de humo	188
Para aumentar la dureza del aluminio.	189
Pátina especial artificial de los broncea	189
El gas de resina	189
La acción de la luz sobre los colores	189
Esencias de jabón	190
Jabones transparentes	190
Jabón de hojas	190
El cuero artificial.	190
Coloración de los metales	191
Preparación de la tela embreada	191
Las aleaciones de cerio	191
Para dar al oro la tonalidad llamada «etrusca».	192
Composición para proteger de la corrosión las superficies metálicas	192
Cola para pegar sobre el vidrio	192
Cola vegetal imputrescible	192
Cobreado de los metales.—Para hilos metálicos	217
Para el cinc	217
Para el cinc y el hierro	217
Para el hierro.	217
Para la plata	217
Latonado	217
Plataado.—Plataado del acero.	218
Plataado del aluminio.	218
Plataado de productos naturales	219
Plataado de espejos	219
Dorado.—Dorado en frío.	219

Dorado en caliente	
Coloración	153
Dorado del aluminio	153
Dorado de la plata.	153
Dorado de producto	153
Platinado.	154
Niquelado.	154
Preparación de los	154
larise	154
Manera de operar.	154
La fabricación de los	154
Fabricación de los c	154
Cristal de roca	155
Lubrificantes mixto	155
Fórmulas de lubri	156
comotoras	156
Para máquinas a alt	156
Para cadenas	156
Para vehículos	156
Para tornillos	157
Para cables y corre	157
Para árboles o cjes	157
Procedimiento de f	157
de calcio	158
Los nuevos proces	158
sobre tejidos.—I	158
superficial.	158
Estampación bajo l	158
Impresión litográfi	158
Estampado litográfi	158
Nuevo procedimie	159
del yodo de las	159
Procedimiento de	159
medio de mader	159
simulantes de es	159
te de resina.	159
Tinta sin nitro p	160
Tinta negra indele	160
La tinta «del porve	160
Tinta negra indele	160
Tinta azul-violeta	185
Tinta barniz	185
Lana mineral	185
Incubabilidad	186
Empio del form	186
aglutinantes	186
Procedimiento de	187
fluor	187
Cola para etiquet	187
Cola de encader	187
Cola económica	187
Cola de harina.	187
Cola japonesa	187
Cola inalterable	187
Condensación de	188
do en presen	188
La soldadura autó	188
Horno de galvan	188
costras de cinc	188
Procedimiento de	188

[illegible]



Le
dirse
sopor
C
tacto
tiemp
da en
porte
los t
en le
ros y
el alu

L
son
elect
ejerc
ce a
emp
elabe

I
son
los c
conc
que
dos
gura
por
teria
tuid
que
su
pas
las
ve
nes
de
de
tro
lo

de
ent
rrie
tor
ger
tes
co,

EL MUNDO CIENTÍFICO INVENTOS MODERNOS

ENCICLOPEDIA DE CONOCIMIENTOS ÚTILES Y APLICACIONES PRÁCTICAS A LA INDUSTRIA

Suspensión y unión de electrodos en los hornos eléctricos

Los diferentes soportes de electrodos pueden dividirse en dos categorías: los *soportes terminales* y los *soportes laterales*.

Con los *soportes terminales*, la superficie de contacto entre el carbón y el soporte es la misma todo el tiempo que el electrodo tarda en consumirse. Los soportes de este tipo son casi los únicos que se emplea en la fabricación de carburos y en la del ferrosilicio y el aluminio.

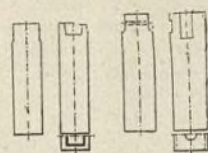
Los *soportes laterales* son los que sostienen el electrodo por una presión ejercida sobre sus caras laterales, permitiendo el avance a medida que se van gastando. Estos soportes se emplean generalmente en los hornos eléctricos para la elaboración del acero.

La gran dureza de los electrodos, especialmente si son de buena calidad, no permite, en general, retocarlos después de terminados para adaptar su forma a las condiciones de los diferentes métodos de suspensión que puede emplearse. Las distintas formas de electrodos que representan las figuras 1 a 19 se obtienen,

por tanto, modelando el material de que se halla constituido el electrodo antes de que la pieza haya adquirido su dureza característica al pasar por el horno. Entre las referidas ilustraciones se ve también diferentes uniones de electrodos; el objeto de tales uniones, que la forma especial de los extremos de los carbones hace posible, es poder juntar un electrodo nuevo con otro, parcialmente consumido, con lo cual se evita una pérdida de material.

La importancia que ofrece la construcción adecuada de los soportes y la existencia de un contacto perfecto entre el electrodo y el cable de transmisión de la corriente, es un hecho reconocido por todos los constructores. Las partes conductoras de la corriente se hacen generalmente de cobre o bronce, mientras que las partes del soporte que sólo desempeñan un papel mecánico, sirven para producir gran adherencia; las piezas de

contacto suelen ser de hierro forjado o de acero. Una densidad de corriente de 3 a 5 amperios por centímetro cuadrado es usual para dichos contactos, ateniéndose generalmente los constructores al inferior de estos límites. Como es natural, la perfección del contacto depende principalmente de la naturaleza de la superficie de los electrodos; las caras de éstos deben ofrecer una superficie muy lisa y muy dura y ha de despojárselas cuidadosamente del polvo antes de disponer los soportes. El contacto se mejora interponiendo entre el

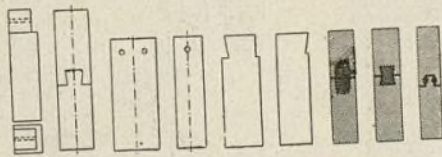


Figs. 1 a 8.—Formas usuales de electrodos.

carbón y los soportes capas elásticas formadas de tela de cobre o de delgadas planchas de hierro. La colocación deficiente de los electrodos es una causa frecuente de disturbios en la marcha del horno, o por lo menos de un gasto excesivo, ya que el electrodo está expuesto a calentarse al rojo dentro del soporte e inmediatamente debajo de él, lo que puede ocasionar su rotura o su rápido deterioro. Estos efectos se agravan todavía por el hecho de que, decreciendo la resistencia óhmica del

carbono con la elevación de la temperatura, la corriente atraviesa con mayor facilidad las partes más calientes del electrodo.

Las siguientes cifras hacen resaltar la influencia que tiene la buena disposición de los soportes sobre el consumo de electrodos y el gasto de los hornos. En una im-



Figs. 9 a 14.—Formas usuales de electrodos.

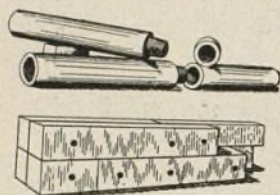
Figs. 15 a 17.—Modo de conectar dos electrodos.

portante fundición alemana que produce 4.000 toneladas de aleaciones de hierro al año, y en la que los gastos de conservación y renovación de soportes de electrodos eran de 6'40 marcos por tonelada de metal elaborado, o sea 25.600 marcos al año, dicho gasto pudo reducirse por la adopción de un soporte perfeccionado a 1'60 por tonelada, realizándose con ello una economía anual de 19.200 marcos. Al mismo tiempo, se obtuvo además en el gasto de electrodos una economía de 12.800 marcos. La economía total realizada mediante el empleo de soportes de electrodos perfeccionados fué, por consiguiente, de 32.000 marcos por año,

esto es, 8 marcos por tonelada de producto elaborado.

SOPORTES TERMINALES

En los hornos de carburo de calcio solía emplearse anteriormente para la suspensión de los electrodos un



Figs. 18 y 19.—Uniones de electrodos.

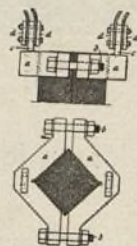


Fig. 20.—Suspensión empleada en los primeros hornos para fabricación del carburo.

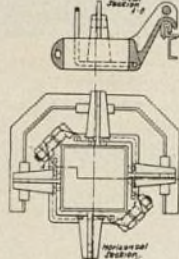
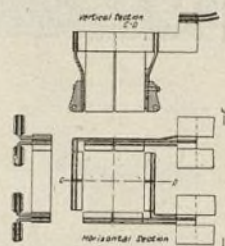


Fig. 21.—Suspensión con disposición para el enfriamiento.



marco formado de dos piezas de hierro fundido en forma de V, independientes pero reunidas por medio de pernos, con las cuales se obtenía la adherencia necesaria con el electrodo. Cada una de estas piezas llevaba un tope, c, con el cual se empalmaban los cables, sujetando sus extremos por medio de pequeñas placas y tornillos formando prensa (d, fig. 20). Este soporte no dió nunca resultados muy satisfactorios; al acortarse el electrodo, el soporte en cuestión se calentaba fuertemente, muchas veces hasta el punto de fundirse. La disposición que representan las figuras 21 y 22, ideada posteriormente para vencer esta dificultad, cumplió satisfactoriamente su objeto.

La suspensión representada por el esquema 23, ha dado igualmente buenos resultados en un horno de carburo. El extremo del electrodo se halla cortado en forma que permite su fijación por medio de dos placas de hierro fundido b, reunidas por un perno a. El conjunto está soportado por un armazón de hierro que, a su vez, hállase colgado de un gancho aislado de la corriente eléctrica. La conexión con la línea se realiza mediante las cintas flexibles g, unidas en el punto h con unas placas de cobre d, e, f, en contacto con el electrodo. La suspensión mecánica es independiente de la conexión eléctrica y, como puede verse, el peso del electrodo tiende a hacer más perfecto el contacto entre el carbón y el soporte, mediante las placas de cobre interpuestas. Un electrodo de este tipo puede ponerse en servicio muy rápidamente colgándolo de una cadena y operando la conexión en h.

La suspensión que representa la figura 24 se ha empleado con éxito en los hornos para la fundición de aleaciones de hierro. El electrodo consiste en cuatro prismas de carbón empotrados en un cemento de car-

bón prensado. Los extremos de estos prismas afectan la forma de cola de paloma en dos de sus caras, para que puedan sujetarse en ellas, por medio de los pernos b, las placas c, que mantienen adherentes al carbón las planchas de cobre a, conectadas con los conductores. Si la superficie del extremo del electrodo sujeto entre

las placas del soporte no es lo suficientemente lisa para que el contacto sea perfecto, puede evitarse la producción de calor en este punto interponiendo entre el carbón y la placa de cobre un cojín hecho de cable de cobre desfilado. Este cojín, que debe ser de 5 m/m aproximadamente de espesor, al comprimirse por la presión de los tornillos, se amolda a las partes huecas que pueda presentar la superficie del electrodo y asegura el paso de la corriente eléctrica de la placa al carbón en condiciones favorables.

Si los cabos de electrodo han de utilizarse hasta que su longitud quede reducida a 50 c/m, se hace necesario el enfriamiento artificial de las piezas que forman la suspensión para evitar su destrucción por el calor. Para ello se ideó la disposición representada por el esquema 25, en la que el enfriamiento se obtiene por medio de agua circulando en las ranuras a, abiertas en el extremo del electrodo. Este procedimiento se ha empleado con resultados satisfactorios, sobre todo en los hornos de hogar descubierto.

Para los electrodos cilíndricos puede emplearse la disposición de la figura 26. Los conductores flexibles están unidos con una pieza de bronce a, de forma especial. Esta pieza se halla a su vez unida al carbón por un anillo aislado y tiene una superficie de contacto pulida a torno. El soporte propiamente dicho se halla constituido por una caja c, que encierra el extremo del electrodo y se adhiere a la pieza a, mediante la presión de los tornillos b. Las dos piezas a y c son independientes y pueden separarse aflojando los tornillos b; una vez colocada sobre el electrodo la pieza c, que es protegida por una envoltura constituida por una plancha de hierro d, se vierte bronce fundido en el espacio libre comprendido entre la caja c y el carbón, cubriendo también con dicho metal la cabeza e del electrodo.

Como se desprende del examen del esquema, el peso

del electrodo asegura un excelente contacto entre la pieza de bronce *a* y las paredes de la caja *c*. El enfriamiento del conjunto se obtiene mediante agua, que circula en las cámaras *f* y cae por la abertura central sobre el extremo del electrodo; la admisión de agua es regulada para compensar la pérdida por evaporación.

En el tipo de suspensión que muestra el esquema 27, el enfriamiento se obtiene por medio de agua bajo presión; la pieza anular *a* es hueca y el agua circula en su interior, o sea en el espacio *b*. La corriente penetra por las fajas de cobre *c*, que, a la vez, sostienen el peso del electrodo y que se hallan mantenidas en contacto efectivo con el carbón por medio de las cuñas *d*. Estas cuñas están provistas de tornillos reguladores y la pieza *a* se sujeta por cuatro tornillos de presión.

Como es casi imposible establecer un contacto absolutamente perfecto entre un electrodo de carbón y las piezas de cobre que han de servir de medio de transmisión de la corriente entre el cable y dicho elec-

trodo, con los soportes descritos hasta aquí, en los hornos de hogar descubierto, los electrodos no pueden utilizarse una vez reducida su longitud a unos 50 $\frac{1}{2}$ m; en los hornos de bóveda, como por ejemplo los hornos para elaboración del acero, la merma es mayor,

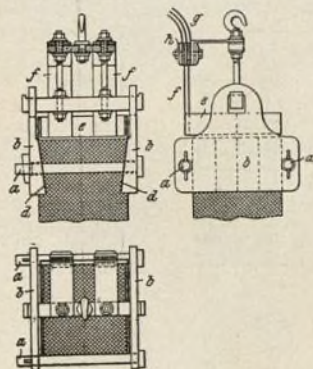


Fig. 23.—Detalles de suspensión usada en los hornos para elaboración del carburo.

pues han de desecharse los electrodos cuando su longitud es todavía de unos 90 $\frac{1}{2}$ m, es decir, que sólo la mitad aproximadamente del electrodo se puede utilizar.

A evitar este inconveniente tienden los soportes móviles, que permiten el avance progresivo del electrodo a medida que se va consumiendo; con este procedimiento, pueden utilizarse, juntándolos, trozos de carbones demasiado cortos para emplearse aisladamente. Este resultado puede obtenerse mediante el soporte que representa el esquema 29; el electrodo está mantenido entre dos piezas de metal hueco *a*, formando pinza; la presión necesaria se obtiene por medio del tornillo *b*. Cuando el electrodo está consumido en

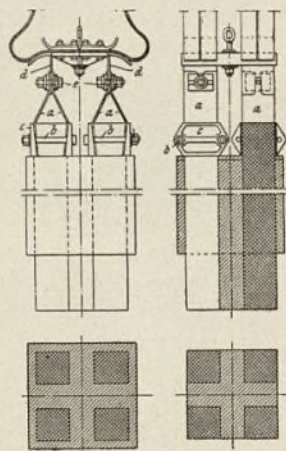


Fig. 24.—Electrodo destinado a los hornos para elaboración de aleaciones de hierro.

trodo, se observa generalmente cierta producción de calor en los puntos de contacto de dichas piezas, por lo cual es frecuentemente necesario recurrir a disposiciones especiales para el enfriamiento de dichos puntos. Una de éstas es la que representa el esquema 28, en la cual los electrodos, que son de forma cuadrada, presentan en su extremo una proyección *b*, sobre la cual se coloca un casquete de cobre *c*; para establecer un contacto efectivo y una adherencia perfecta en los puntos en que las dos superficies no están en contacto inmediato, el casquete se llena con aluminio fundido, y mientras este metal está todavía líquido se coloca el anillo *e*, de hierro fundido, calentado al rojo. Por efecto del enfriamiento gradual del aluminio y del anillo, se establece un contacto muy íntimo entre el casquete de cobre, la capa de aluminio y la superficie del electrodo. El aluminio podría sustituirse por otro metal con temperatura de fusión igualmente elevada. Como que en este tipo de suspensión no hay soldadura alguna, se halla eliminada una de las principales causas de avería.

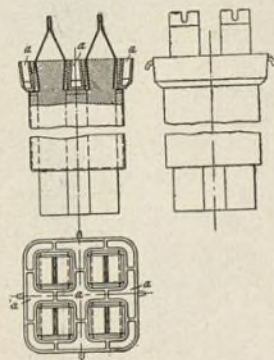


Fig. 25.—Suspensión con enfriamiento por medio de agua.

su parte inferior, puede bajarse hasta la altura conveniente, para que el horno pueda seguir funcionando. La conexión con el cable se hace mediante la pieza *c*; el enfriamiento de la pinza *a* y de las piezas de contacto, se obtiene preferentemente por medio de agua bajo presión.

También se ha empleado con resultado satisfactorio un electrodo compuesto (fig. 30), formado de cuatro bloques de carbón, que unas palancas de acero provistas de tornillos mantienen adherentes a una columna central de bronce que sirve a la vez como medio de suspensión y para el paso de la corriente.

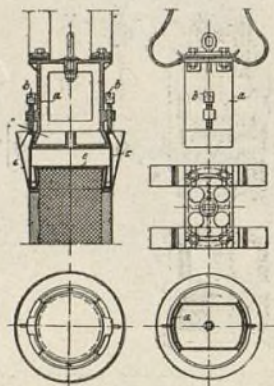


Fig. 26. — Suspensión para electrodos redondos.

En los hornos eléctricos para la elaboración del acero se usan soportes con los cuales los electrodos pueden consumirse hasta su extremo. En el horno de Héroult, cada electrodo está sostenido por un brazo horizontal montado sobre una cremallera vertical a lo largo de la cual puede correrse por medio de una rueda dentada. La conexión con el cable se hace mediante

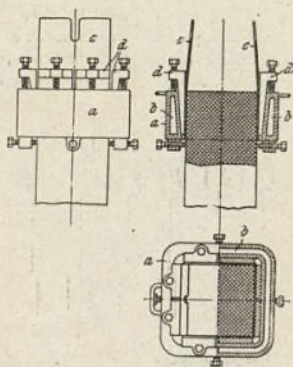


Fig. 27. — Suspensión enfriada por medio de agua bajo presión.

unas piezas de cobre que una faja de metal mantiene adherentes al carbón.

Para la suspensión de electrodos cilíndricos puede emplearse uno u otro de los procedimientos cuyos detalles aparecen en las figuras 32, 33 y 34.

UNIÓN DE LOS ELECTRODOS

La unión de dos carbones se verifica generalmente por medio de un tornillo, como lo muestra la figura 15; sin embargo, el mismo resultado puede obtenerse

por los varios procedimientos a que se refieren las figuras 10, 16, 17 y 18. Para reducir las dificultades que ofrece en la práctica la unión de dos electrodos, se procura dejar en sus extremos huecos de forma especial, adecuada para la fijación de tornillos u otras piezas que hayan de servir para juntar entre sí los dos bloques de carbón (figs. 35 a 37).

En el punto en que se juntan dos electrodos, hay siempre cierta pérdida de voltaje; la experiencia ha demostrado que esta pérdida es de 2 a 2½ voltios con electrodos cuadrados de 280 a 300 mm de lado, con una densidad de corriente de 5 amperios por cm². Esta pérdida representaría una disminución de voltaje de 4 a 5 voltios en un horno eléctrico para elaboración del acero con dos arcos en serie, o una pérdida de 16 a 20 kilovatios para una carga total de 500 kilovatios, esto es, de 3½ a 4 por ciento de la energía total; pero parece posible llegar a una reducción de esta pérdida.

La disminución de voltaje es el resultado de los tres siguientes factores:

a). La resistencia que ofrece el contacto del elec-

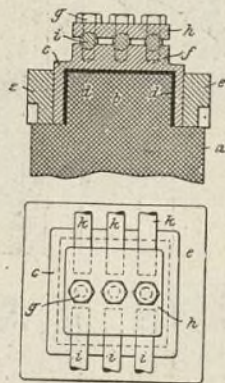


Fig. 28. — Electrodo empleado en la fabricación de los fosfatos Thomas.

trodo con la pieza de unión. Su influencia puede reducirse procurando una perfecta adherencia de dicha pieza con el carbón.

b). La resistencia existente en el punto de contacto de los dos electrodos. Esta resistencia es pequeña si las superficies de contacto de los dos carbones son perfectamente planas, y puede reducirse todavía más interponiendo entre las dos una capa de cemento de carbón.

c). La resistencia de la pieza de unión, que también puede reducirse considerablemente empleando para dicha pieza un material apropiado. Se ha observado que la resistencia ofrecida por la junta de dos electrodos es mucho menor si se usa para la pieza de unión un material que sea mejor conductor de la electricidad que el material del electrodo mismo; por ejemplo, una mezcla que contenga grafito o metal. Es de observar que la pieza que sirve de unión entre las dos partes del electrodo no puede hacerse de metal, pues éste se fundiría y volatilizaría, no consiguiéndose el fin propuesto. Para salvar esta dificultad, ha debido adoptarse un cemento de carbón conteniendo pequeñas par-

tículas de metal. Este procedimiento presenta sin embargo varios inconvenientes: en primer lugar, la fabricación de roscas y demás piezas de unión hechas

se aumentan considerablemente las pérdidas y, si llegase a desprenderse el extremo del electrodo, ese extremo, cayendo en el interior del horno, podría originar cortos circuitos u otras averías. Por otra parte, si la junta es demasiado fuerte, puede fácilmente producirse la rotura de los carbones.

Como es natural, tales dificultades sólo surgen con

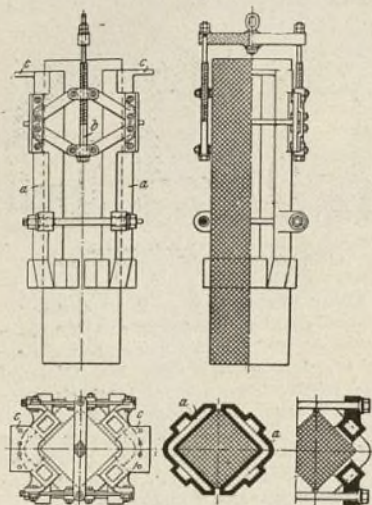


Fig. 29. — Portaelectrodo con contacto móvil.

con este cemento es difícil y el coste de los electrodos resulta por ello aumentado; en segundo lugar, la resistencia ofrecida por los contactos es una causa de pérdida de energía; además, en caso de aflojarse la junta,

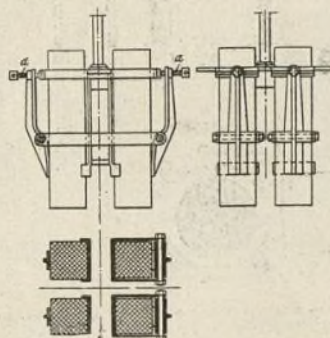


Fig. 30. — Suspensión para electrodos compuestos.

los electrodos compuestos de dos piezas y es cuestión de cálculo decidir si es ventajosa o no la unión de fragmentos de carbones; el coste de la energía, el coste de los electrodos y la longitud de éstos son los elementos que permiten determinar, en cada caso, cuál de los dos métodos es preferible. Cuando el tipo del horno y el procedimiento de suspensión permiten gastar casi enteramente los electrodos, el aprovechamiento de los cabos inutilizados no reporta, en general, ventaja alguna.

CONDUCTORES METÁLICOS EN LOS EXTREMOS DE LOS ELECTRODOS

El método de conexión de Keller, consistente en introducir el conductor metálico en el extremo del electrodo, suele dar resultados satisfactorios. En los electrodos pequeños, la conexión con los conductores de la corriente se hace mediante placas metálicas interpuestas entre el conductor y el carbón. Dos peligros deben evitarse en este caso: Si se aprieta demasiado los tornillos que unen las piezas, es fácil la rotura del electrodo; en cambio, si la conexión es floja, el contacto es deficiente.

En la figura 38 se ve un tipo de conexión frecuentemente adoptado en los hornos para la elaboración del aluminio. La conexión de los conductores se hace mediante una pieza de hierro plano empotrada en el extremo del electrodo, cuya parte fija en el carbón presenta la forma de una cola de pez; la colocación de esta pieza de conexión se hace antes de que los electrodos sean endurecidos en el horno, o una vez terminados, empleando en este caso, para la fijación de dicha pieza,

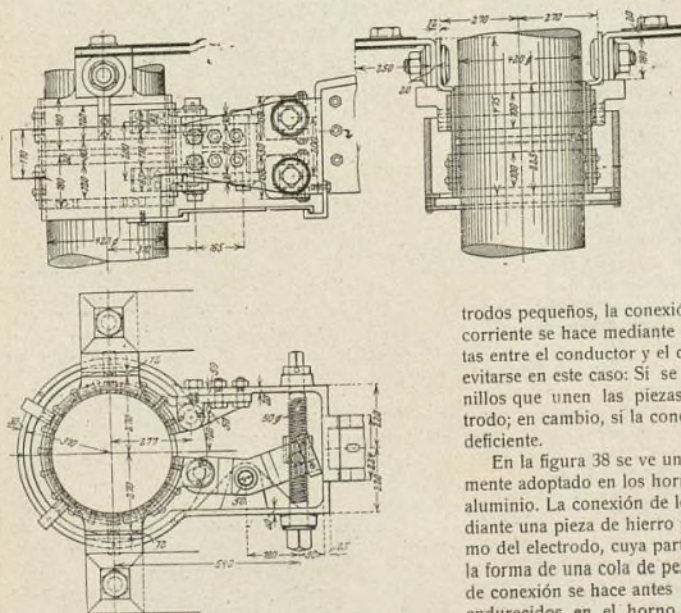


Fig. 31. — Detalles de la suspensión de Girod.

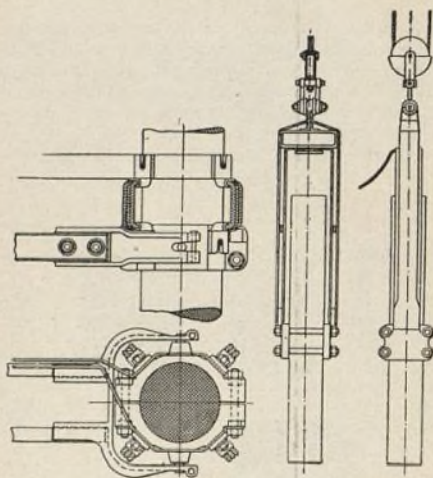


Fig. 32.—Suspensión de la «Aktienbolaget Elektrometall Ludvika».

Fig. 33.—Suspensión de Nathusius.

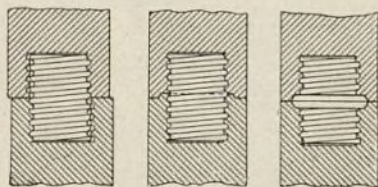
un cemento de grafito o bronce fundido. En el tipo de suspensión que representa la figura 39, la conexión se hace mediante una pieza de hierro sujeta al electrodo por una rosca y provista en los puntos de contacto de arandelas de bronce. En los hornos para la elaboración del aluminio, se emplea a veces electrodos compuestos de cuatro o seis carbonos sujetos y conectados por este procedimiento (fig. 40).

La conexión que aparece en la figura 41, recomendada por el Dr. Lessing, de Nuremberg, consiste en una pieza de hierro *d*, terminada en su parte inferior por una rosca de filete cuadrado y de ángulo tal que el intervalo *b* comprendido entre dos espiras de la misma sea mucho mayor que el ancho *a* de éstas. Esa rosca se fija en el carbón cuando está todavía blando y puede destornillarse después del endurecimiento del electrodo en el horno. Una contratuercas *e* atornillada en la parte exterior de la pieza *d*, aumenta la adherencia de la junta, obteniéndose así un excelente contacto.

La conexión de Keller (fig. 42) tiene sobre todas las anteriores la ventaja de ser más sencilla. El extremo de los conductores metálicos es simplemente introducido en unas cavidades hechas a propósito en el extremo de los electrodos, dejándoles cierto juego. Vertiendo cobre o hierro fundido en el espacio anular dejado hueco entre las paredes de las cavidades y los conductores, se obtiene, a la vez que un contacto muy eficaz, un excelente medio de suspensión; con este procedimiento no se requieren tornillos, pinzas, cuñas ni pieza alguna para mejorar el contacto. El interior del conductor se enfría intensamente por medio de agua corriente, para que pueda utilizarse el electrodo lo más completamente posible.

Para la fijación de los conductores en el electrodo se procede del siguiente modo: Se calienta el interior de las cavidades por medio de un trozo de hierro calentado al rojo; se introduce luego en cada una de ellas un conductor previamente calentado, procurando

que su extremo quede distante del fondo unos 5 mm, y finalmente se llena el espacio vacío con bronce o hierro fundido muy caliente. Aunque se produzca cierta contracción del metal, consiguiendo a su enfriamiento, el contacto entre el conductor y el carbón suele ser

Figs. 34 a 36.—Uniones de electrodos.
(34.—Unión defectuosa. 35 y 36.—Uniones bien formadas).

muy íntimo. Además, el efecto de la contracción del metal puede remediarse completamente echando unos 30 gramos de estaño alrededor de la junta. Ese estaño volverá a fundirse cuando el electrodo se utilice y, si no hubiera perfecta adherencia entre el metal de la junta y el carbón, el estaño, deslizándose en los intersticios, establecería un contacto íntimo entre esos dos materiales. El coste de esta operación es poco elevado; el metal de contacto y el estaño pueden recuperarse cuando el electrodo está enteramente consumido.

Desde el punto de vista de la resistencia mecánica esta conexión es sólida y, en cuanto a la transmisión de la corriente, su resistencia eléctrica es baja. Como que el efecto de enfriamiento del agua se hace sentir hasta en el fondo de las cavidades en que se alojan los conductores, el electrodo puede consumirse hasta cerca de su extremo sin que la junta se ablande por efecto de la proximidad del arco. Como el conductor metálico no ofrece en parte alguna un ancho superior al del electrodo mismo, puede pasar por la misma abertura por donde éste penetra en el horno y, por lo tanto, esta abertura puede ser exactamente adaptada al grueso y la forma del carbón. Este método puede emplearse tanto para electrodos compuestos como para electrodos sencillos.

En resumen, las ventajas de la conexión de Keller son las siguientes:

- 1.º Supresión de todas las piezas intermedias de contacto entre el cable conductor y el carbón.
- 2.º Supresión de todas las piezas que forman proyección fuera del perímetro del carbón, piezas que se deterioran fácilmente, con el consiguiente aumento del coste de conservación.
- 3.º Supresión del pulimento de las caras de contacto del electrodo y del conductor, puesto que la rugosidad de las paredes del carbón y de las piezas de metal sirve para hacer más efectivo el contacto, desde el punto de vista eléctrico, y mayor la fuerza mecánica de la junta.
- 4.º La resistencia ofrecida al paso de la corriente es reducida al mínimo, ya que el metal fundido se introduce en todos los intersticios de la junta.
- 5.º La conexión conserva su resistencia mecánica hasta que el electrodo está casi completamente consumido.

6.º El coste de conservación es reducido.

7.º El electrodo puede utilizarse hasta quedar reducida su longitud a unos 25 m/m.

El movimiento de avance de los electrodos, a medida que se va consumiendo, obliga a interponer conductores flexibles entre los carbones y el circuito. Keller, el inventor de la conexión antes descrita, ha resuelto este problema empleando como conductores hojas elásticas de cobre muy delgadas, de 0,5 mm, por ejemplo, de espesor aproximadamente, reunidas en dos haces simétricos y sujetas en varios puntos por medio de collares. El soporte eléctrico lleva en cada uno de sus lados una varilla-guía, que comprime o separa las hojas de cobre, en sentido vertical, según bajen o suban los electrodos. Esta conexión eléctrica presenta la ventaja de no ser posible la formación de cortos circuitos y de no contener parte alguna que se halle expuesta de cerca a la acción del calor del horno. Este procedimiento, que ha dado excelentes resultados, se emplea

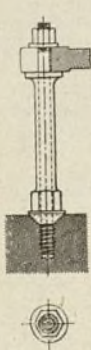


Fig. 38.—Conex
atornillada.

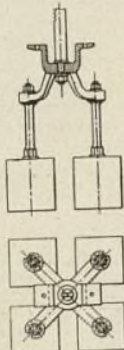


Fig. 39.—Combinación de cuatro electrodos.

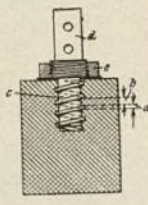


Fig. 40.—Conexión de Lessing.

en numerosos hornos eléctricos de distintos tipos y para la elaboración de diferentes productos.

HACES DE ELECTRODOS

La elección de los electrodos, en cuanto se refiere a sus dimensiones, es para el consumidor una de las cuestiones más importantes. La superficie de sección más apropiada en cada caso es determinada principalmente por la densidad de corriente del electrodo; únicamente la experiencia puede proporcionar indicaciones sobre el particular.

En efecto, no se ha podido establecer hasta ahora ninguna fórmula que permita determinar por el cálculo la sección más apropiada en las distintas circunstancias que pueden presentarse. En general, una conductibilidad eléctrica elevada y una conductibilidad térmica reducida son condiciones favorables, ya que contribuyen a reducir la pérdida de voltaje y la producción de calor. Mucho queda todavía por descubrir en cuanto se refiere a determinar cuáles sean las condiciones más favorables para mejorar el equilibrio térmico de los hornos en determinados casos. Pero, teniendo en cuenta que la eficacia térmica de los hornos eléctricos llega

al 50 por ciento o más, las pérdidas de energía en los electrodos son de importancia secundaria.

La densidad de corriente de los electrodos depende de la superficie de su sección transversal. Está demostrado que los electrodos redondos de 70 a 100 m/m. de diámetro, como los que se usa, por ejemplo, en el horno de Stassano, pueden llevar de 20 a 25 amperios por cm^2 . Es de tener en cuenta que, en tales hornos, se emplea electrodos de grafito, lo que explica las importantes diferencias que se observan con las cifras siguientes.

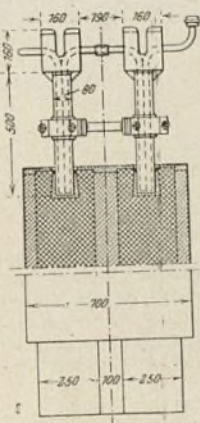


Fig. 41.—Conexión de Keller.

Fig. 41.—Conexión de Keller.

Las diferencias considerables que se nota en la capacidad de corriente de los electrodos de diferentes secciones, son debidas en parte á las condiciones térmicas y eléctricas antes mencionadas. Casi todos los electrodos comerciales son moldeados en la prensa y la mayor capacidad eléctrica de los electrodos de pequeña sección parece deber atribuirse á su mayor densidad, resultante de la presión más elevada á que fueron sometidos. De ello se desprende que la potencia de compresión de las prensas debe ejercer una influencia directa sobre la capacidad de corriente de los electrodos.

La superficie expuesta al enfriamiento y la resistencia del electrodo juegan también, sin duda alguna, un papel importante desde este punto de vista.

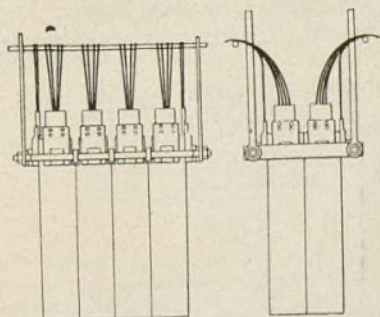


Fig. 42.—Haz de electrodos.

Es de notar, sin embargo, cuán pequeñas son realmente las modificaciones de las constantes físicas de los electrodos, en relación con sus respectivas dimensiones. Las siguientes cifras son significativas:

Dimensiones del electrodo	Resistencia específica	Peso específico
	Ohmios	
Redondos, de 80 m/m. de diám.	48 á 50	1'55
Cuadrados, de 300 X 300 m/m.	65 á 68	1'50 á 1'55

El deseo de reducir la disminución de voltaje induce al consumidor de electrodos a aumentar la sección de éstos, pero tal aumento es limitado, por una parte por las dificultades que presenta la fabricación de carbones de gran sección, y por otra por las condiciones de los hornos en que ha de emplearse. Hoy, sin embargo, puede obtenerse electrodos redondos de 625 m/m. de diámetro y electrodos cuadrados de 550 X 550 m/m.

El aumento de sección de los carbones lleva aparejados, por otra parte, ciertos inconvenientes: la capacidad de corriente y la resistencia mecánica del electrodo disminuyen y su peso llega a ser excesivo. En caso de rotura de un electrodo, puede ocurrir que haya que extraer del interior del horno, por ejemplo un baño de acero, fragmentos de carbón muy pesados, corriéndose el riesgo de la posible pérdida, por enfriamiento o carburación, de la totalidad del metal.

En la industria del carburo de calcio, que requiere un consumo muy importante de energía, las dificultades indicadas han sido salvadas empleando, en vez de electrodos de considerable sección, aislados, haces de seis, ocho o más electrodos pequeños; por ejemplo, de 250 X 350 m/m. Tales haces de carbones, debido a su considerable peso, deben sostenerse en el horno por medio de una grúa.

Como se indica anteriormente, la capacidad eléctrica de los electrodos pequeños es relativamente mayor que la de los electrodos grandes; por consiguiente, empleando haces de electrodos de reducida sección, se evita una pérdida importante de energía. En cambio, este procedimiento ofrece el inconveniente de llevar consigo una mayor merma de carbones.

S. ANDREU.

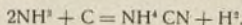
Química

Fabricación del cianuro de sodio utilizando la vinaza como primera materia.

Memoria de A. Vasseur, premiada en el concurso de la "Sociedad Industrial del Norte de Francia".

Data ya de larga fecha la observación de que cuando se calcina una materia orgánica azoada en presencia de un carbonato alcalino y más particularmente de carbonato de potasa, existe formación de cianógeno. Igualmente se ha observado que el cianógeno se produce por la acción del ázoe o del aire atmosférico sobre una mezcla de carbón y potasa y aun por la acción del amoníaco sobre el carbón; en estos diferentes casos, el cianógeno se obtiene siempre en estado de combinación. El carbón descompone el gas amoníaco a tempera-

tura elevada y produce cianhidrato de amoníaco e hidrógeno, según la reacción siguiente:



La fabricación industrial del cianuro de sodio se verifica en la actualidad haciendo obrar una corriente de aire atmosférico sobre una mezcla de carbonato de potasa y carbón.

El cianógeno se ha obtenido prácticamente por los procedimientos siguientes:

1.º *Por medio del ázoe del aire.*—El ázoe libre se une directamente al carbono, para producir el cianógeno, cuando se le hace pasar, a la temperatura del rojo, por una mezcla de carbón y carbonato de potasa. Esta observación importante, formulada por Desfossés, ha venido a constituir la base de un nuevo método de fabricación del ferrocianuro de potasio. Una fábrica establecida en Newcastle fabrica cada día alrededor de 1.000 kilogramos de ferrocianuro de potasio por tal procedimiento.

El aire, antes de llegar a la mezcla de carbón de madera y carbonato de potasa, es conducido a muy alta temperatura; atraviesa desde luego una capa de coque incandescente, en la que la mayor parte de su oxígeno se convierte en óxido de carbono (I). De allí es conducido a la mezcla de carbón y carbonato de potasa.

En este procedimiento, el consumo de carbón es considerable y no puede obtenerse un trabajo económico sino en las localidades donde es barato este combustible. Se ha reemplazado las sales de potasio y la potasa por la barita y las cales, que poseen gran alcalinidad y gran firmeza a alta temperatura.

2.º *Con la ayuda de materias animales.*—Este procedimiento, bien conocido, tiene el gran inconveniente de privar a la agricultura, en las alternativas de la fabricación de los abonos, de las materias animales que consume.

La operación se ejecuta en retortas de fundición o de hierro casi semejantes a las que sirven para preparar el gas de aluminado. Estas retortas se alteran con rapidez, obligando a añadir hierro a la mezcla de las materias puestas en reacción.

En fin, el ferrocianuro de potasio puede también prepararse haciendo pasar los gases procedentes de la calcinación de huesos sobre una mezcla de carbón, hierro y carbonato de potasio calentado al rojo.

El azul de Prusia, por ejemplo, se ha obtenido por la calcinación de una mezcla compuesta de sangre seca, pelos, cuerno y otras materias animales con la potasa, en un crisol de hierro. Este procedimiento deja mucho que desear, pues el amoníaco escapa en gran parte a la acción de la potasa, del hierro y del carbón. Se ha intentado, pues, su preparación por la descomposición de los productos volátiles procedentes de la destilación de los huesos. Un kilogramo de huesos ha proporcionado 0 g. 860 de azul de Prusia.

Passoz y Baissière llegaron a producir industrialmente el cianuro, reemplazando las materias animales por aire atmosférico.

3.º *Fabricación por el sulfuro de carbono y el sulfhidrato de amoníaco.*—En este procedimiento, se mez-

(1) Este gas, óxido de carbono, es indispensable para la reacción sobre el amoníaco, que engendra el cianógeno (véase más adelante).

cla en frío el sulfuro de carbono y el sulfhidrato de amoníaco en un recipiente cerrado provisto de un agitador; se obtiene fácilmente sulfocarbonato de sulfuro de amonio.

Esta sal, tratada por el sulfuro de potasio a la temperatura de 100° C., en un recipiente destilatorio, deja desprender los vapores de sulfhidrato de sulfuro de amonio y de ácido sulfhídrico; estos vapores, condensados y saturados de amoníaco, se emplean para una nueva operación. El residuo está formado de sulfocianuro de potasio que, calentado al rojo oscuro en presencia de hierro, y sometido a un lavado, da una solución de ferrocianuro de potasio que, concentrada, da la sal cristalizada del comercio.

El cianógeno se forma en notable cantidad en la preparación del gas de alumbrado; los residuos de esta fabricación han sido también utilizados con propósito de obtener el azul de Prusia. El rendimiento obtenido ha sido de 15 kgs. de azul de Prusia por metro cúbico de residuos. Estos residuos se tratan por el hidrato de cal, descomponiéndolos después con carbonato de potasa.

En fin, se ha ensayado mucho tiempo la transformación del ázoe del amoníaco en cianógeno; esta operación, que se efectúa muy bien en los laboratorios, no da sino resultados muy mediocres cuando se opera con grandes cantidades. Además, nos contentaremos en recordar aquí el procedimiento por el sulfuro de carbono y el sulfhidrato de amoníaco, ya indicado.

Ante estos diferentes procedimientos, poco prácticos y poco remuneradores, parece interesante investigar un nuevo modo de producción del cianógeno que tome el ázoe bajo otra forma distinta de las indicadas más arriba, es decir, el ázoe del aire, el ázoe de las materias animales o el ázoe del amoníaco, esas tres formas difíciles de conseguir a precios relativamente poco elevados. Por esto es por lo que se ha pensado en utilizar como primera materia las vinazas de destilerías, productos orgánicos que no poseen ningún valor comercial, ya que la parte llamada a ser utilizada hasta ahora se ha perdido completamente en la calcinación. El ázoe de las materias orgánicas, que se encuentra en cantidad relativamente grande en el estado de metilamina, dimetilamina, trimetilamina, etc., asociado al óxido de carbono que se desprende de las vinazas durante las diferentes manipulaciones, constituye el compuesto buscado en esta industria, el cianógeno. Esta, practicada en Alemania en importantes fábricas, ha mostrado la solución del problema como posible y abierto la vía a ensayos que, para ser fructuosos y remuneradores, deberán, no obstante, intentarse con mucha prudencia. En Alemania, se han realizado ya importantes beneficios por este procedimiento y esta nueva industria no dejará de interesar a los productores de cianuros alcalinos, lo mismo que a los destiladores, que así utilizarán más ventajosamente sus vinazas.

TEORÍA DE LA FORMACIÓN DEL CIANÓGENO POR LAS VINAZAS

Producción del ácido cianhídrico en el laboratorio.
—La teoría de esta importante industria puede representarse por un pequeño experimento de laboratorio que ha dado muy buenos resultados.

Consiste en hacer pasar una corriente de gas amoníaco seco (obtenido por calcinación de la vinaza en una retorta por un tubo de cristal lleno de pequeños fragmentos de carbón y calentado al rojo); el gas producido pasa a un frasco lavador, que contiene ácido sulfúrico diluido calentado a 50° C., y de allí a un recipiente frío.

El amoníaco se retiene por el ácido sulfúrico, mientras que el ácido cianhídrico acaba por condensarse en el recipiente.

I.—ESTUDIO PRÁCTICO Y TEÓRICO DE LA MARCHA GENERAL QUE SE HA DE SEGUIR EN LA FABRICACIÓN DEL CIANURO DE SODIO.

1.º **Trabajo de las vinazas.**—La vinaza de destilería es un producto compuesto únicamente de sales minerales, materias azoadas y agua. El elemento esencial por considerar es el ázoe, producto fundamental que engendrará el ácido cianhídrico. Después de la destilación de las melazas fermentadas, la composición media de las vinazas obtenidas es la siguiente (media de 300 análisis hechos con vinazas francesas durante los años 1910 y 1911):

CONSTITUYENTES DOSIFICADOS	1.ª muestra	2.ª muestra	3.ª muestra
Grados Baumé.	37.5	40.9	23.0
Carbonato de potasa.	13.14	12.47	7.25
Carbonato de sosa.	2.96	2.63	2.18
Sulfato de potasa.	4.78	5.16	0.60
Cloruro de potasio.	1.46	2.36	0.53
Materias insolubles.	1.08	3.54	0.50
Azoe (org.º y amoniacal).	3.39	3.15	2.29
Potasa.	11.77	«	6.45

Durante la campaña 1910-1911, el contenido de ázoe en las melazas fué de 1,21 por 100 como promedio, con un máximo de 1,4 por 100 y un mínimo de 0,9 por 100.

Antes de someterlas a la fermentación, las melazas se acidulan con ácido sulfúrico, y entonces su concentración después de la fermentación es de 4º Baumé. A la salida de las columnas de destilación la concentración es de 6 a 7º Baumé.

Las vinazas así obtenidas están muy diluidas y las sales que contienen figuran en muy ligera proporción para que puedan arder directamente.

Es, pues, necesario concentrarlas.

1.º **Alcalinización de las vinazas.**—Las vinazas llegan a la fábrica en vagones o por una canalización subterránea: se echan en dos grandes cubas, donde se alcalinizan ya con la ayuda de salinos, ya con la de jugos de fabricación de carbonato de potasa. La alcalinización con la ayuda de salinos da un producto que no es bastante fluido y cuya concentración alcanza 45º Baumé. Se recurre, pues, con más frecuencia a los jugos de *potasera* (1). La alcalinización se verifica a razón de 2 a 3 gramos de ácido sulfúrico por litro.

2.º **Evaporación de las vinazas.**—Las vinazas alcalinizadas se concentran a 40º Baumé por contacto con una circulación de vapor. Después de la concentración se trasladan por medio de bombas a un cilindro de 8 metros de altura. El grado Baumé debe entonces

(1) Véase más adelante la composición de los jugos de *potasera*.

variar entre 40 y 41 y la vinaza está así dispuesta para utilizarse.

3.º *Trabajo en la sala de los hornos.*—A la salida de este gran depósito, la vinaza se encuentra en contacto con una tubería por la cual circulan los gases de retorno de los recalentadores (1); después, recogida de nuevo por las bombas, es conducida a un barrilete, donde se calienta a 100° C. A esta temperatura, la vinaza, muy fluida, se lleva a un gran depósito situado en la parte más alta de la fábrica; y desde aquí es donde se vierte en las retortas.

4.º *Marcha y conducción de los hornos.*—Un horno propiamente dicho se compone de siete retortas colocadas sobre un tablero de ladrillos refractarios, bajo el cual se hallan cuatro canales laterales, por los que pasan los gases de vuelta de los recalentadores. Estos gases se encienden al contacto de la llama del hogar que se encuentra en el extremo y al través de las retortas. Los tubos de los gases de vuelta de la parte superior queman alrededor de los dos tercios de la distancia de los hornos, pasan por un espacio vacío dispuesto al extremo de los canales laterales y las llamas revierten hacia el hogar, pasando por debajo de las retortas. Esta llama se activa por otro canalito lateral perpendicular a las retortas, en el cual hay pequeñas aberturas por donde pasa el aire frío. Uno de los tubos conduce los gases al extremo del hogar; este último se alimenta con un combustible bastante activo por la bóveda del hogar; se alimenta en seguida con polvo de coque o de carbón mezclado con alquitrán y aserrín.

Las retortas se cargan entonces de vinaza: 190 a 200 kilogramos. Se calienta; y la destilación se opera durante 3 o 4 horas. Esta duración varía en una hora según la temperatura de la vinaza, la temperatura de los hornos y el espesor de las retortas.

Para aumentar el calentamiento de las retortas, se retiran, después de una destilación de tres horas, los salinos, cocidos o no, pues la vinaza nueva suministra más gas, los hornos se calientan más rápidamente al blanco y la marcha regular de estos últimos se obtiene con mayor rapidez. Las puertas de los hogares se abrirán siempre con muchas precauciones, evitando colocarse delante de ellas, pues los retornos de las llamas, muy peligrosos, son de temer con frecuencia.

5.º *Trabajo de los gases.*—La destilación de las vinazas tiene únicamente por objeto la separación de los gases contenidos en estas últimas; gases que se forman y se desprenden durante esta operación. La mezcla de gas obtenida es bastante compleja y el promedio de los análisis da los resultados siguientes:

Metano	10,6
Acetileno	1,7
Óxido de carbono	13,3
Anhidrido carbónico	44,0
Hidrógeno	17,6
Nitrógeno	8,8
Amoníaco	4,4
	100,4

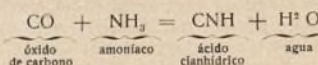
Estos gases se recogen por una tubería y se conducen a aparatos especiales llamados «recalentadores», que son tres.

(1) Véase más adelante.

El residuo sólido que queda en las retortas después de la destilación de las vinazas, se saca por medio de una raedera y constituye el «salino» (1). La tubería destinada al transporte y a la conducción de los gases presenta de trecho en trecho aberturas por las cuales escurren los alquitranes e impurezas diversas que se depositan durante el recorrido de los gases. Estos son los alquitranes que, mezclados con el polvo de coque, sirven para calentar los hornos (2). Los recalentadores se elevan a una temperatura vecina a 1000° C; cuando llegan los gases se descomponen inmediatamente, y en esta descomposición es en la que se forma el cianógeno. (La temperatura de 1000° C. es indispensable para obtener esa reacción, que es la base de esta industria).

6.º *Transformaciones químicas de los gases.*—Cuando los gases llegan a los recalentadores para someterlos inmediatamente a la temperatura de 1000° C, contienen amoníaco y amina, tales como la metilamina, la dimetilamina y la trimetilamina y otros compuestos aminados, todos los cuales se descomponen, engendrando al amoníaco.

A la temperatura de 1000° C., el óxido de carbono CO contenido en los gases acaba por unirse al amoníaco y da la reacción siguiente:



Hay, pues, formación de óxido cianhídrico y agua.

Pero en los recalentadores, el ácido cianhídrico se encuentra todavía mezclado con el amoníaco no entrando en combinación, con los alquitranes, la naftalina, la piridina, etc.

Los gases se aspiran en seguida por tres aparatos especiales llamados agotadores, uno de los cuales aspira los gases, aspirando el otro los posos; atraviesan grandes depósitos que contienen ácido sulfúrico, en donde se forma el sulfato de amoníaco y los productos no absorbidos por el ácido sulfúrico siguen su curso. Un barrilete colocado delante de los grandes depósitos de ácido sulfúrico lava los gases y retiene todas las materias alquitranosas hasta allí arrastradas. Las aguas de este barrilete son las que, después del lavado de los gases, constituyen las «aguas amoniacales».

Se puede comparar el trabajo de los agotadores al que suministra una bomba de gas continuo.

A la salida de los agotadores los gases pasan a dos «condensadores» o «refrigeradores», constituidos por tubos por donde pasan los gases y alrededor de los cuales circula agua fría.

7.º *Aparatos condensadores.*—Los condensadores son aparatos constituidos por dos pequeños depósitos cúbicos atravesados por los gases. Estos últimos depositan su agua por una simple condensación, lo mismo que su naftalina.

Las aguas procedentes de esta condensación son ricas en amoníaco y vuelven a los depósitos de ácido sulfúrico para dar sulfato de amoníaco.

(1) Véase más adelante la composición y utilización de los salinos.

(2) El análisis de los alquitranes muestra que puede existir ventaja en utilizarlos del mismo modo que los alquitranes procedentes de la fabricación del gas de alumbrado.

8.º *Columnas lavadoras.*—Las columnas lavadoras pueden compararse a las columnas de destilación empleadas en las destilerías, y están compuestas de discos superpuestos. Los gases llegan a la parte inferior y suben de disco en disco, pasando por tubos recubiertos por un pequeño casquete. Se lavan con una corriente de agua que cae en cascada de arriba abajo de la columna. Los gases residuarios se conducen entonces a los hornos y se queman; éstos son los gases que hemos llamado precedentemente «gases de retorno».

Durante la operación del lavado de los gases, el ácido cianhídrico que contienen se disuelve en las aguas de lavado y forma así una disolución acuosa de ácido cianhídrico, destinada a ser destilada al objeto de la obtención del gas ácido cianhídrico.

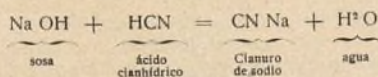
9.º *Destilación y columnas destilatorias.*—Las aguas cargadas de ácido cianhídrico vuelven a ser tomadas por dos bombas continuas y conducidas luego a dos depósitos herméticamente cerrados situados en la parte superior de la fábrica, de donde directamente pasan a las columnas destilatorias.

Estas columnas son por todos conceptos comparables a las columnas empleadas en las destilerías; son tres y el calentamiento se produce por vapor. La parte inferior de las columnas se mantiene a una temperatura próxima de 40 o 45° C.

Después de la separación del ácido cianhídrico, las aguas no destiladas constituyen las aguas residuarias (1).

10.º *Trabajo de los absorbentes.*—A la salida de las columnas destilatorias, los gases, aspirados por dos agitadores, atraviesan un aparato que contiene desde luego 400 kgs. de lejía de sosa cáustica a 40° Baumé. Se añade en seguida esta última por pequeñas cantidades hasta llegar a 2000 kgs.

Por el vacío constante mantenido en estos aparatos, los gases atraviesan la sosa, siendo absorbidos y dando nacimiento al cianuro de sodio:



Se tiene, pues, un licor de cianuro de sodio que contiene todavía un ligero exceso de sosa cáustica, o sea en una proporción aproximada del 3 por 100.

Los gases no absorbidos por la sosa cáustica, es decir, los gases distintos del ácido cianhídrico, se conducen a los generadores.

Ocurre algunas veces que los jugos de cianuro de sodio son muy oscuros por motivo de la presencia de sulfuros; en este caso, una adición de 5 kgs. de litargirio y 100 litros de una lechada de cal concentrada quitan al jugo cianurado su coloración negra.

Para facilitar la combinación del ácido cianhídrico con la sosa cáustica, el gas ácido cianhídrico llega por intermitencias y la mezcla se deja en reposo varias veces antes de conducirla a los filtros-prensas; además, cada absorbente está provisto de un agitador formado por un eje vertical guarnecido de paletas horizontales.

11.º *Filtros-prensas.*—De los absorbentes, el jugo pasa a un recipiente en forma de matraz para ser con-

ducido en seguida con ayuda de aire comprimido a los filtros-prensas.

Después de la filtración, la torta obtenida constituye las «escorias» o «zurrapas» de cianuro. Cuando se ha filtrado el jugo procedente de diez absorbentes aproximadamente, los filtros-prensas se lavan con una corriente de agua, que reduce en un 0,3 por 100 aproximadamente el contenido de las zurrapas en cianuro de sodio.

Las aguas de lavado de los filtros-prensas vuelven en seguida a los absorbentes.

El jugo de cianuro de sodio presenta después de la filtración una coloración amarillenta; se conduce a una tina colocada por encima de los aparatos hervidores, semejantes a los empleados en las fábricas de azúcar, calentados con vapor y en los cuales el jugo de cianuro se encuentra en el interior de los tubos. La presión de vapor es de 1,5 a 2 kgs. y la cocción (cocción en grano) dura unas dos horas.

12.º *Turbinado, secado y análisis.*—A la salida del aparato hervidor, el jugo de cianuro de sodio y los granos que contiene van a las turbinas por una conducción especial. El turbinado dura unos 20 minutos y el cianuro de sodio se deposita en un polvo blanco amorfo.

El líquido resultante de la separación del cianuro, se envía a un matraz situado por debajo de las turbinas; y como contiene todavía cianuro de sodio, se conduce a los absorbentes, donde se mezcla con la sosa cáustica, para absorber de nuevo ácido cianhídrico y ser por consecuencia transformado en cianuro de sodio.

El cianuro obtenido se conduce a una sala especial, donde sufre dos preparaciones diferentes, según el estado bajo el cual deba ser vendido.

El polvo de cianuro se coloca en tarteras de plancha de 5 centímetros de altura, 60 centímetros de ancho y 90 centímetros de longitud, que se coloca en los secadores. Cada secador, que contiene 28 tarteras superpuestas, se compone de cilindros separados por platos huecos, por donde pasa el vapor. Esos platos se calientan a 120° C. durante seis horas bajo un vacío de 60 centímetros de mercurio. A la salida de los secadores, se verifica la riqueza del polvo así obtenido, dosificando el ácido cianhídrico bajo la forma de cianuro de plata y calculando en seguida el resultado en cianuro de potasio.

Si la riqueza del cianuro, expresada en cianuro de potasio, es inferior a 118° por 100, se procederá a la fabricación de cianuro fundido. Si, por el contrario, el contenido expresado en cianuro de potasio es superior a 118 por 100, se procederá a la fabricación del cianuro llamado «en briquetas».

a) *Fabricación del cianuro fundido.*—A la salida de los secadores, el cianuro se coloca sobre carretillas y se conduce a un cuévano o cubeta de báscula, donde se colocan las tarteras, que se vacían en un embudo. El conjunto se cierra herméticamente, asegurando la ventilación mediante un aspirador de polvo. Este embudo, montado sobre una carretilla de tres ruedas, se conduce a los crisoles, que se llenan con ayuda de un juego de poleas.

Cada crisol recibe 250 kgs. de cianuro y el conjunto se calienta en los hornos.

Estos hornos de crisoles están constituidos por una cantería que contiene cinco crisoles de acero de gran espesor cada uno de los cuales pesa 700 kgs. Los 3 cri-

(1) Véase más adelante el tratamiento de estas aguas residuarias.

soles del medio se utilizan para la fusión del cianuro y los laterales se emplean en la filtración del cianuro fundido. El calentamiento se asegura por los gases de retorno; la temperatura se acerca a 1000° C.

Después de la fusión completa, el cianuro pasa a los filtros con ayuda del vacío.

Un filtro se compone de un disco de acero perforado que se coloca en el arranque del tubo; sobre este disco se pone una capa de negro animal en pequeños pedazos; después, otra capa más fina de carbono, en un espesor de 15 centímetros. Sobre este carbón debe colocarse un disco en 3 pedazos, que retendrá las espumas. El cianuro de sodio pasa a través del negro, y así se purifica; a su salida se ha vuelto muy blanco.

Después de la filtración el cianuro se echa en moldes cuadrados de acero de 50 centímetros de lado y 15 centímetros de altura, donde se enfría y después se pesa.

En el caso en que el cianuro sea muy rico, se reduce su fuerza por una adición de cloruro de sodio en la fusión.

b) Cianuro en briquetas.—El cianuro cuyo contenido, expresado en cianuro de potasio, es superior a 118 por 100, se destina a la fabricación de las briquetas. En un montacargas de cangilones se conduce a un molino, donde se muele muy finamente. Desde allí, se introduce en un conducto metálico guarnecido de hélices, que lo ponen en las prensas de briquetas; éstas pesan 400 gramos y su pureza es de 118 a 120 por 100, calculada en cianuro de potasio. Entonces se secan a una temperatura cercana a 120° C. durante dos horas, y finalmente se embalan en cajas de hojalata soldadas, herméticamente cerradas y guarnecidas exteriormente de madera.

El cianuro se entrega al comercio bajo la forma de briquetas o placas de 60 × 90 × 50 centímetros.

El peso de las cajas es de 101 kgs. y 50 kgs.

El cianuro así preparado se expide por camino de hierro a los diferentes sitios donde ha de utilizarse.

II.—ESTUDIO DE LOS SUBPRODUCTOS DE LA FABRICACIÓN

Los subproductos obtenidos en la fabricación del cianuro de sodio, son:

- 1.° Los *salinos*;
- 2.° El sulfato de amoníaco;
- 3.° El azul de Prusia.

1.° *Salinos*.—Después de la destilación de las vinazas, queda en las retortas que ha servido para esta operación un residuo carbonoso negruzco, correspondiente al coque en la industria del gas del alumbrado.

Este residuo lleva el nombre de *salino* de vinaza. Contiene todavía una parte de las materias orgánicas y las sales.

Composición química de los salinos.—Tienen una composición química muy variable, por lo cual a la salida de las retortas los *salinos* sufren dos tratamientos diferentes.

a) Se extienden sobre una superficie pavimentada de ladrillo, al aire libre, y la combustión de las materias orgánicas se termina en una capa de poco espesor. Durante esta operación toda la superficie del *salino* to-

avía en ignición está en contacto con el oxígeno del aire; los sulfuros formados por la reducción de los sulfatos en presencia de las materias orgánicas, se oxidan y se transforman de nuevo en sulfatos; en materias orgánicas puesto que la combustión no es completa; pocos sulfuros, mucha humedad, un poco de carbonato de potasa.

b) Procedimiento llamado «en cadenas».—En este procedimiento los *salinos* se ponen en pilas en forma de cadena; estas pilas son bastante grandes, y la combustión se efectúa en el centro de la pila pudiendo durar varios días. La destrucción de las materias orgánicas es pues más completa que en el primer caso, pero como hay ausencia de oxígeno en el interior de la pila, hay también una gran reducción de sulfatos y los sulfuros así formados están muy poco oxidados. La pérdida de los sulfatos por volatilización corresponde a una pérdida de sulfato de potasa, de donde resulta pocas materias insolubles, muchos sulfuros, pocos sulfatos, poca humedad y mucho carbonato de potasa. En interés del productor es preferible emplear el segundo procedimiento, pero para el trabajo es más ventajoso adoptar el primer procedimiento que da *salinos* que contienen menos sulfuros, siempre nocivos para el refinado.

Cuando se calienta hasta la fusión del carbonato de potasa o de la sosa con materias orgánicas, hay siempre formación de cianuro correspondiente. Por consecuencia de la reacción del sulfato de potasa contenido en el *salino* y de su conversión en sulfuro de potasio, los cianuros de sodio y de potasio, se encuentran en presencia de sulfuro de potasio. La fusión de estas tres sales da inevitablemente los sulfocianuros de potasio y de sodio que se encuentran, en efecto, en los *salinos*, debido a su reacción muy sensible en presencia de una sal férrica (coloración roja soluble en el éter). Los *salinos* contienen todavía vestigios de amoníaco (alrededor de 0,1 a 0,2 por 100).

CUADROS ESPECIFICANDO LA COMPOSICIÓN DE LOS SALINOS

1.º procedimiento

ELEMENTOS DOSIFICADOS	1.ª muestra	2.ª muestra	3.ª muestra
Carbonato de potasa (CO ³ K ⁺) . . .	37.62	41.98	41.57
de sosa (CO ³ Na ⁺) . . .	16.01	12.46	14.21
Sulfato de potasa (SO ⁴ K ⁺) . . .	13.60	13.37	16.81
Cloruro de potasio (KCl) . . .	7.60	5.22	5.00
Materias insolubles . . .	21.49	21.30	20.50
Agua . . .	4.60	5.10	1.76
Varios . . .	*	0.57	0.15

2.º procedimiento

ELEMENTOS DOSIFICADOS	1.ª muestra	2.ª muestra	3.ª muestra
Carbonato de potasa (CO ³ K ⁺) . . .	42.04	41.63	47.09
de sosa (CO ³ Na ⁺) . . .	14.04	14.34	11.40
Sulfato de potasa (SO ⁴ K ⁺) . . .	16.58	15.30	17.80
Cloruro de potasio (KCl) . . .	8.72	6.19	5.00
Materias insolubles . . .	16.12	17.89	15.90
Agua . . .	2.40	4.27	2.57
Varios . . .	*	*	*

La presencia de los sulfuros la caracteriza una coloración verde de las aguas de colada filtradas.

2.º *Sulfato de amoníaco*.—Los gases, después de haber depositado una parte de sus alquitranes y aguas condensadas, se reciben en balsas que contienen ácido sulfúrico saturado parcialmente por las aguas condensadas.

Después del paso de los gases y cuando la acidez es ligera, es decir, *casi la totalidad* del ácido sulfúrico está saturado por el amoníaco, los jugos se conducen a un cilindro y se evaporan durante dos horas por calentamiento mediante un serpentín de vapor que atraviesa el cilindro. Los jugos así concentrados se envían a las grandes balsas paralelepípedicas, descubiertas, donde se les deja veinticuatro horas para que la decantación de los alquitranes se opere. Entonces se trasvasan y filtran a través de las capas alternas de coque y guijos que todavía retienen las materias alquitranosas; después se conducen a la sala llamada del sulfato de amoníaco, a donde llegan en dos grandes balsas y descienden a un aparato de cocción compuesto de dos cilindros horizontales; se aspiran por el vacío y vuelven a la cocción, constituyendo esto una cocción continua.

Al salir de la cocción, los jugos se neutralizan completamente con carbonato de sosa, conduciéndolos a las turbinas; las aguas madres vuelven a la cocción y la sal separada se seca en un secador calentado por dos tubos de vapor y accionado por un disco cónico y dos paletas. Después de seca pasa a un tamiz animado de un movimiento de vaivén, extrayéndolo acto continuo.

La coloración más o menos oscura del sulfato es debida a las materias alquitranosas que contiene.

El sulfato de amoníaco retiene también algunas veces sulfocianuros en el estado de vestigios. El contenido en ázoe varía de 20 a 20,4 por 100. La filtración al salir de las cocciones no puede verificarse en la práctica (1).

3.º *Azul de Prusia*.—Después de la destilación de la solución acuosa de ácido cianhídrico, las aguas desprovistas de sus gases constituyen las aguas residuarias y se conducen a dos grandes cisternas subterráneas.

Estas aguas pueden también contener cianuros y ferrocianuros de sodio. De ellas se obtiene el azul de Prusia, procediendo a la eliminación de esos compuestos cuya presencia es siempre peligrosa para la evacuación de las aguas. A ese efecto, estas aguas se alcalinizan con sosa cáustica o con carbonato de sosa; cuando la reacción es netamente alcalina, se añade una solución concentrada de sulfato de hierro, que, en presencia de la sosa, da el hidrato de hierro. Este hidrato de hierro transforma los cianuros en ferrocianuros, después, por consecuencia del exceso de hierro, los ferrocianuros (procedentes de esta transformación de los cianuros y de los que existen probablemente bajo esta forma en las aguas) se transforman en cianuro de hierro (azul de Prusia), que es soluble en un medio alcalino. La adición de sulfato de hierro ha puesto el líquido ácido; si esta acidez no se obtiene completamente, se añade ácido sulfúrico de 60° Baumé hasta la reacción ácida. El ferrocianuro de hierro (azul de Prusia) es insoluble en líquido ácido y se encuentra precipitado en las aguas en que se ha propuesto depurarlos. La reac-

ción se verifica a una temperatura cercana a 80° C y un paso de aire comprimido asegura la homogeneidad de la mezcla.

Una vez precipitado en esta forma el azul de Prusia, se filtran las aguas con filtros-prensas y el agua clara que pasa, exenta de compuestos cianurados, se evacua en las corrientes de agua. El azul de Prusia queda en los platos de los filtros y se seca con el calor de los generadores de la fábrica.

El azul de Prusia se expide al comercio, ya seco, con una pureza de 40 a 50 por 100, ya húmedo, conteniendo entonces alrededor de 10 a 12 por 100 de azul de Prusia.

III.—ESTUDIO DE LAS PRIMERAS MATERIAS EMPLEADAS EN LA FABRICACIÓN DEL CIANURO DE SODIO

Las primeras materias necesarias para obtener el cianuro de sodio son relativamente poco numerosas.

La sosa es el compuesto principal; casi es éste el único producto que entra en la composición del cianuro. No hablaremos de las vinazas, de que ya hemos tratado, y no nos ocuparemos sino de las aguas, productos químicos de un interés secundario después de la sosa, es decir, el ácido sulfúrico, empleado para la fabricación del sulfato de amoníaco; el sulfato de hierro, empleado para la depuración de las aguas residuarias y citaremos a título de memoria, el cloruro de sodio; el negro animal, la cal, las aguas amoniacales y los jugos de potasera.

Sosa cáustica.—La sosa se conduce por medio de vagones depósitos en estado de lejía de sosa cáustica concentrada a 40° Baumé.

Se puede admitir que la composición media de estas lejías de sosa es la siguiente:

Elementos dosificados	1	2	3	4	5	6
Sosa cáustica (NaOH) . . .	24.80	37.60	34.60	32.60	34.63	32.80
Carbonato de sosa (CO ² Na ²) . . .	1.59	2.12	1.06	1.59	0.92	1.06
Cloruro de sodio (Na Cl) . . .	1.50	1.91	0.53	0.47	0.24	vestigios
Sulfato de potasa (SO ⁴ K ²) . . .	0	0	0	0.15	0.06	vestigios
Densidad	12.90	14.40	13.75	13.73	13.95	13.77
Baumé	32	44	39	39.6	41	39
Potasa (KOH)	0	0	vestigios	vestigios	vestigios	vestigios

La presencia del cloruro de sodio en la sosa es desfavorable para la precipitación del cianuro de sodio; también será prudente rechazar la sosa que contenga más de 0,5 por 100 de cloruro de sodio o sea inferior a 39° Baumé.

Para la depuración de las aguas residuarias, se emplea la sosa en estado de carbonato de sodio.

Acido sulfúrico.—El ácido sulfúrico se emplea para la fabricación del sulfato de amoníaco; corresponde al ácido concentrado del comercio a 60 o 61° Baumé. La riqueza en ácido sulfúrico varía entre 75 y 77 por 100. Debe estar exento de ácido azótico.

Nada de particular hay que decir sobre el sulfato de hierro, el cloruro de sodio, el negro animal, la cal, las aguas amoniacales y el jugo de potasera. El sulfato de hierro es el sulfato o vitriolo verde del comercio; el cloruro de sodio y el negro animal son los productos corrientes del comercio. La lechada de cal se obtiene con cal viva, que se la apaga en el momento de ha-

(1) Se ha ensayado la filtración con filtros prensas, pero la cristalización se efectuó en las telas y hubo que renunciar a este procedimiento.

cer uso de ella. Las aguas amoniacales proceden de las fábricas de gas, donde se producen como subproductos. Habiendo servido para la depuración del gas, contienen una cantidad relativamente crecida de amoníaco. Su riqueza en amoníaco varía de 15 a 16 por 100.

Los jugos de potasera sirven para la alcalinización de las vinazas. Proceden de la disolución de las sales de los salinos en el refino. Su composición es variable y se halla comprendida en los límites siguientes:

Elementos dosificados	1	2	3	4	5	6
Carbonato y sulfuro de potasa ($\text{CO}_3 \text{K}^+ + \text{K}_2 \text{S}$)	16.26	24.24	21.24	24.07	23.38	22.87
Carbonato de sosa ($\text{CO}_3 \text{Na}^+$)	9.39	7.37	8.61	6.60	7.17	8.25
Sulfato de potasa ($\text{SO}_4 \text{K}^+$)	1.80	0.82	0.65	0.71	0.67	0.56
Cloruro de potasio (KCl)	3.95	4.18	4.92	5.22	3.79	4.77

IV.—COMPROBACIÓN QUÍMICA DE LA FABRICACIÓN

Comprobación de las balsas de ácido sulfúrico.—Llegado el ácido sulfúrico, por el cual pasa el gas amoníaco, al término de la saturación, se efectúa la comprobación saturando con ayuda de un licor de sosa normal, hasta que una gota, puesta sobre una hoja de papel de filtrar impregnado de metilo color de naranja, no da sino una reacción muy ligeramente ácida. Hasta ese momento no se conduce el jugo al evaporador.

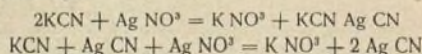
Comprobación de los absorbedores.—Una vez en el absorbedor el jugo cianurado, se le somete a un análisis cuantitativo aproximadamente cada media hora. Se determina el contenido en cianuro de sodio y en sosa cáustica con ayuda del procedimiento que más adelante se indica. Cuando el absorbedor no contiene más que 2,5 por 100 de sosa cáustica aproximadamente, se conduce el jugo a los filtros prensas.

Comprobación y dosificación volumétrica del cianuro de sodio.—Para los jugos cianurados, se introduce 5 centímetros cúbicos de jugo en un matraz o ampolla de 250 centímetros cúbicos; para la sal se ponen 5 gramos en 250 centímetros cúbicos con agua destilada. Se mezcla y se extraen 25 centímetros cúbicos, que se introducen con agua destilada, en un recipiente a saturación. Se introduce gota a gota una solución de azotato de plata; cuando toma un aspecto turbio oscuro blancuzco, se verifica la lectura y se multiplica por 2 el número de centímetros cúbicos empleados. El resultado obtenido, es el contenido, en cianuro de sodio por 100, calculado en cianuro de potasio. Después de la lectura se añaden dos o tres gotas del líquido contenido en el matraz, el aspecto turbio desaparece y se adiciona gota a gota una solución de ácido clorhídrico a liq. normal $\text{SO}^4 \text{H}^+$.

6,5

Se continúa hasta la aparición del aspecto turbio blanquecino. El número de centímetros cúbicos empleados multiplicado por 2 da la sosa cáustica por 100.

Las reacciones anteriores pueden representarse como sigue:



Cuando la proporción del cianuro fundido es muy elevada y se la quiere reducir por medio del cloruro de

sodio, se calcula de la manera siguiente la cantidad de cloruro de sodio que se ha de añadir:

Sea, por ejemplo, 109 por 100 la riqueza del cianuro de sodio calculado en cianuro de potasio. Se multiplica la última cifra por 2,5 y se restan 2, es decir:

$$109 \text{ por } 100 = 9 \times 2,5 = 22,5 - 2 = 20,5.$$

Es pues, necesario añadir 20 kgs. de cloruro de sodio o cianuro fundido antes de la filtración. Se tendrá así un cianuro cuya riqueza en cianuro de potasio será de 98 a 100 por 100.

Se opera igualmente la comprobación cuantitativa del cianuro fundido después de la filtración para verificar la riqueza. Se deberá siempre, obtener una riqueza de 98 a 100 por 100 para el cianuro en briquetas (expresado en cianuro de potasio).

No insistiremos sobre los métodos empleados para el análisis del sulfato de amoníaco, del ácido sulfúrico, de la sosa cáustica, de las aguas amoniacales, del azul de Prusia, de las vinazas, de los salinos, etc. Estos métodos se emplean en los análisis corrientes que no ofrece nada de particular, y recomendamos a nuestros lectores los tratados especiales que pueden aplicarse a todas las dosificaciones en general.

Rendimientos y consumo.—Conforme a esta fabricación, la producción de cianuro de sodio fundido en veinticuatro horas es de 4,000 kgs. El valor es de 15 francos el kg. aproximadamente. La cantidad de briquetas fabricadas en veinticuatro horas es de 1.000 kilogramos, lo que eleva a 5,000 kgs., la producción total del cianuro en veinticuatro horas.

La producción de sulfato de amoníaco es de 3.000 kilogramos cada veinticuatro horas.

Durante el mismo tiempo el consumo de sosa cáustica es de 4,000 kgs. y el del ácido sulfúrico 4.000 kilogramos igualmente.

El consumo de sulfato de hierro es de 500 kgs.

Higiene de la industria del cianuro.—El cianuro de sodio y principalmente el gas ácido cianhídrico, tienen un poder tóxico muy grande; son muy venenosos y producen una intoxicación lenta. Si existen en cantidad suficiente, aunque todavía mínima, producen síntomas graves: vértigos, aturdimiento y también algunas veces la muerte en el espacio de algunos minutos.

En dosis de 0,05 grs., la muerte es fulminante.

Para asegurarse de la presencia de los vapores cianhídricos en las uniones de las tuberías, se expone un papel reactivo preparado con cúrcuma y sulfato de cobre. La reacción no es confirmativa en tanto que los gases o vapores no contengan otros productos volátiles oxidantes.

El ácido cianhídrico tiene por contraveneno el cloro, que produce una descomposición con formación de cianhidrato de amoníaco, un poco menos venenoso que el ácido libre.

En el interior del cuerpo, el sulfato de hierro, la magnesia y el carbonato de sosa mezclados, podrán igualmente disminuir la acción venenosa del ácido cianhídrico. En el exterior, las abluciones de agua fría a lo largo de la columna vertebral y por detrás de la cabeza son también recomendables.

El estudio que nos propusimos verificar tan útil y tan interesante como nos fuera posible, ha terminado. Tenemos la convicción de que la descrita es una in-

dustria remuneradora ya que consiste en utilizar elemento tan importante como es el ázoe. En efecto, el ázoe representa un valor considerable perdido hasta ahora, y no está de más interesar a los productores de ácido cianhídrico, pues que tienen a su disposición este elemento, en las condiciones práctica y pecuniariamente factibles, cuando con los otros procedimientos se ven obligados a pedirlo a la atmósfera o a las materias animales, en condiciones mucho menos favorables que la utilización de las vinazas, subproducto importante de una gran industria.

Electroquímica

La electrodeposición del platino

La electrodeposición del platino no presenta ninguna dificultad especial, sobre todo si se la efectúa en reducida escala; por otra parte debe ser ácida, lo que obliga a emplear un recipiente de vidrio o de porcelana.

La mejor solución para realizarla es la propuesta por Roseleur, ligeramente modificada.

Tómase 30 gramos de platino, que se disuelve en agua regia preparada con 450 centímetros cúbicos de ácido clorhídrico concentrado puro y 30 centímetros cúbicos de ácido nítrico puro concentrado. El platino también ha de ser lo más puro posible y hallarse exento especialmente de iridio, que dificulta su solución, además de que el cloruro de iridio ejerce asimismo acción desfavorable.

Para efectuar la disolución se coloca el platino en una cápsula de porcelana y se calienta suavemente con agua regia hasta su completa disolución; caliéntase suavemente hasta la consistencia siroposa, para eliminar el exceso de ácido. Cuando el producto ha vuelto a ponerse frío, se le disuelve en 3 litros de agua y se incorpora a la solución 450 centímetros cúbicos de ácido fosfórico al 50 por 100; agrégase amoníaco hasta que su olor se desprende fuertemente de la solución; fórmase entonces un precipitado amarillo de fosfato doble de platino y amoníaco, que se deja en la solución.

Disuélvase en seguida 1.500 gramos de fosfato de sodio en 3 litros de agua caliente, y se echa esta solución en la que contiene amoníaco, agitando sin cesar. Hácese hervir la mezcla algún tiempo, hasta que el olor del amoníaco ha desaparecido; la solución se torna ácida, a la vez que el licor, primitivamente amarillo, se descompone. La solución estará entonces pronta para su empleo. Y se utiliza unos 6 litros de ella cada vez. Esta solución se calienta entre 55° C. y 87° C.; cuanto más elevada la temperatura, entre esos límites, mejor resulta el depósito.

El ánodo se halla constituido preferentemente por platino, aunque se pueda igualmente utilizar carbón. Es de notar que el ánodo de platino no es atacado por el electrolito y que es menester operar de cuando en cuando adiciones de este último.

La densidad de corriente debe ser bastante elevada y se ha de mantener el voltaje a 5 ó 6 voltios.

El platino no se deposita directamente sobre hierro y acero, metales que se ha de cobrear, niquelar o platar previamente; sobre el latón, el bronce, el cobre, el

níquel, el oro y la plata, el depósito se obtiene sin dificultad.

Se produce el depósito muy rápidamente y con vistoso pulimento si se pulimentó previamente el metal por cubrir.

Los depósitos muy espesos quedan siempre más o menos mates y han de sufrir una pulimentación posterior.

En la mayoría de los casos, basta con un minuto para dar al depósito el espesor deseado.

Es muy duro el depósito y posee en toda la superficie el matiz del platino, siendo tal su dureza que hay que emplear un cepillo de alambre de acero, y no de latón, cuando se desea desoxidarlo; retiene en tal caso partículas de acero, que se puede quitar con una solución acuosa por partes iguales de ácido clorhídrico. Si se pulimentó previamente el metal cubierto, todo tratamiento ulterior es inútil.

Electrodeposición del cobalto y el níquel

Para la electrodeposición del níquel, empléase frecuentemente en Bélgica la siguiente fórmula:

Sulfato de níquel	50 gramos
Tartrato neutro de amonio	36
Tanino	0'25

Intensidad de la corriente, 3'5 voltios; densidad de corriente, 0'3 amperios, por centímetro cuadrado.

Este baño da un depósito muy blanco, liso y homogéneo, del espesor deseado y que no se salta en escamas.

Hollard recomienda la siguiente composición:

Ácido bórico	65 gramos
Ácido fluorhídrico (43 a 46 %).	142
Carbonato de níquel	exceso
Agua	1 000

Se disuelve el ácido bórico en 125 centímetros cúbicos de agua hirviendo, se enfría la solución, se la vierte en una botella de caucho y se agrega el ácido fluorhídrico. Añádese lentamente el carbonato de níquel, removiendo, hasta que ya no se disuelve, y se agita la solución durante 34 horas para neutralizar completamente el ácido, filtrando después.

Puédese obtener con este baño un depósito tan espeso como se quiera, y se puede aplicar el procedimiento a la electrotipia, sobre cera o gutapercha.

El baño compuesto de formiato de níquel con exceso de ácido fórmico, parece que da asimismo un depósito del espesor deseado, blanco y adherente.

Utilízase un ánodo de níquel, que alimenta el baño. La presencia en este último de potasa, sosa, alúmina, cal o ácido nítrico, no perjudica.

Por último, el siguiente baño, indicado por Langbein, conviene especialmente para el niquelado de los objetos que poseen aristas cortantes y salientes agudas; el depósito es muy liso, y cuando se amuela los objetos niquelados por este procedimiento la capa metálica se desprende con menos frecuencia que en los otros casos.

El baño en cuestión se compone de:

Sulfato de níquel	48 gramos
Citrato de sodio	30

Intensidad, 3 voltios; densidad de corriente, 0,33 amperios.

Este baño, lo mismo que el de formiato, da depósitos espesos a la temperatura ordinaria.

S. ANDREU.

Turbina hidráulica, sistema Francis (Véase modelo desmontable)

Las turbinas hidráulicas se construyen con eje vertical y con eje horizontal. En la turbina de que vamos a ocuparnos, el eje es horizontal, lo que indica que, tanto la rueda de palas giratoria como la conductora y fija, son verticales.

Efectivamente podemos apreciarlo en la lámina desmontable.

Separando el eje motor de las demás piezas, vemos que arrastra consigo en su extremo izquierdo la rueda de palas motriz o *receptoras*. Esta, a su vez, gira dentro una serie de palas fijas, que es lo que constituye la rueda conductora. Estas palas fijas tienen por objeto transformar la presión del agua en velocidad, a fin de que, *chocando* en ángulo recto contra las palas móviles receptoras, transformen éstas el choque producido, en fuerza, que se recoge al otro extremo del eje motor. Las palas receptoras indicadas, tienen la forma que representa nuestro modelo, afectando la disposición encorvada hacia el centro, y al mismo tiempo encorvada hacia la parte inferior o salida del agua. Para representarnos una de estas palas, podemos recordar la forma que afectan las *cucharas* empleadas en las droguerías para el azúcar, pero invertidas.

Por regla general, trabaja la mitad de la turbina (desde donde empieza el tubo en el desmontable) en contacto con el aire por fuera, y la otra mitad sumergida en el agua. El agua motriz penetra por las palas conductoras, y ejerce la acción ya indicada sobre las receptoras, imprimiendo entonces el movimiento de rotación al eje motor.

Las partes más esenciales en la construcción de una turbina, bien sea vertical u horizontal son, además de las palas, los cojinetes sobre los cuales descansa el eje motor.

Si la turbina es de eje vertical, el cojinete inferior es de construcción sencilla, mientras que, por el contrario, el eje superior ha de ser de una construcción tal que permita girar libremente la turbina y, al mismo tiempo, ejerza una ligera presión, para evitar el movimiento longitudinal de la misma, y permitir el perfecto engrase del eje.

Como quiera que las turbinas, según hemos indicado, funcionan constantemente bajo el agua, el engrase se efectúa por medio de tubos dispuestos convenientemente, que conducen el aceite al lugar necesario.

Las turbinas son aparatos de fácil regulación en su marcha y hasta en su rendimiento, teniendo en cuenta lo expuesto al tratar de las palas conductoras; éstas son precisamente las que, por medio de la disposición adoptada, permiten regular a voluntad, el número de revoluciones de la turbina y siendo el nivel superior del agua constante, puede considerarse también como constante el número de revoluciones de la turbina, y de marcha regular, haciéndola por lo tanto de muy buen aprovechamiento para la asociación directa a generadores eléctricos, dado el elevado número de revoluciones del aparato. La regulación se efectúa, pues, del siguiente modo:

Las palas directrices están sujetas cada una por un eje o perno que las atraviesa verticalmente, y éste, a su

vez, sujeto por sus dos extremos al armazón de la turbina. Además de este eje, y próximo a él, se encuentra otro perno pequeño, cuyos extremos están, uno roscado a la pala y el otro encajado en un aro. Este aro, lleva, pues, todos los pernos correspondientes a cada una de las palas. Al girar este aro en uno u otro sentido, se consigue que las palas directrices giren también en torno del eje que las atraviesa, obrando a modo de persiana y, por lo tanto, abriendo o cerrando gradualmente el paso del agua y su dirección. Con ello se obtiene:

1.º Que la cantidad de agua que acciona la turbina sea mayor o menor.

2.º Que el ángulo de choque del agua sobre las palas giratorias sea recto, y por lo tanto de la mayor acción, u obtuso, y por lo tanto de menor acción y fuerza.

El aro de regulación es maniobrado, desde el exterior, por medio de dos vástagos unidos en puntos diametralmente opuestos, en el aro, y accionados estos vástagos por volantes dispuestos al efecto. En las turbinas horizontales, el cojinete que requiere mayor exactitud en su construcción es el que atraviesa el eje motor y que lleva la polea o acoplo al extremo. (En el modelo desmontable es el de la derecha). Se comprende la necesidad de estudiar bien este cojinete, desde el momento que, además de soportar la carga de la parte giratoria, no ha de permitir ningún escape de agua, puesto que inmediato a él se encuentra el agua de salida, y además debe resistir la fuerza o impulso longitudinal que recibe constantemente, producido por el choque del agua al entrar en la rueda de palas giratoria.

Este cojinete se hace sirviendo de cojinete y prensaestopas al mismo tiempo, con anillos metálicos perfectamente contruidos y del menor roce posible. El recalentamiento del mismo se hace difícil gracias a que el agua fresca pasa constantemente por sus inmediaciones. En turbinas de gran fuerza y en las que, por su construcción, no sea posible un enfriamiento directo, se construyen los cojinetes con baño circular de agua, que permita evitar que se calienten.

Las turbinas se instalan de modo que, en el depósito de trabajo de las mismas, el agua obre por presión, y esté lo más tranquila posible, evitando del mejor modo los torbellinos en este depósito producidos por la entrada del agua en él, sobre todo cuando se trata de grandes cantidades. Un método que da muy buenos resultados, es el empleo de telas metálicas colocadas transversalmente o en forma de cruz. Este depósito tiene además una abertura de escape, para, cuando no se desee que funcione la turbina, poder dar una salida directa al agua.

Debe tenerse especial cuenta en la colocación de la compuerta de entrada del agua, y en los clarificadores o rejillas, para evitar la entrada en la turbina de cuerpos extraños, que podrían dificultar en alto grado el buen funcionamiento.

En general, las turbinas dan un rendimiento elevado, habiéndose conseguido hasta un 95 % del efecto

Patio de los Arrayanes en la Alhambra de Granada ⁽¹⁾

Dado el horizonte en P y el punto principal en el mismo punto, aplíquese las leyes deducidas del *aparato del cristal* de Leonardo de Vinci y dirijase las perpendiculares al P; las diagonales al D (distancia); las horizontales paralelas al espectador trazarlas igual, así como las verticales.

Los arcos del muro del fondo son geométricos, porque su diámetro, o sea el plano donde se trazan, es paralelo a la vista.

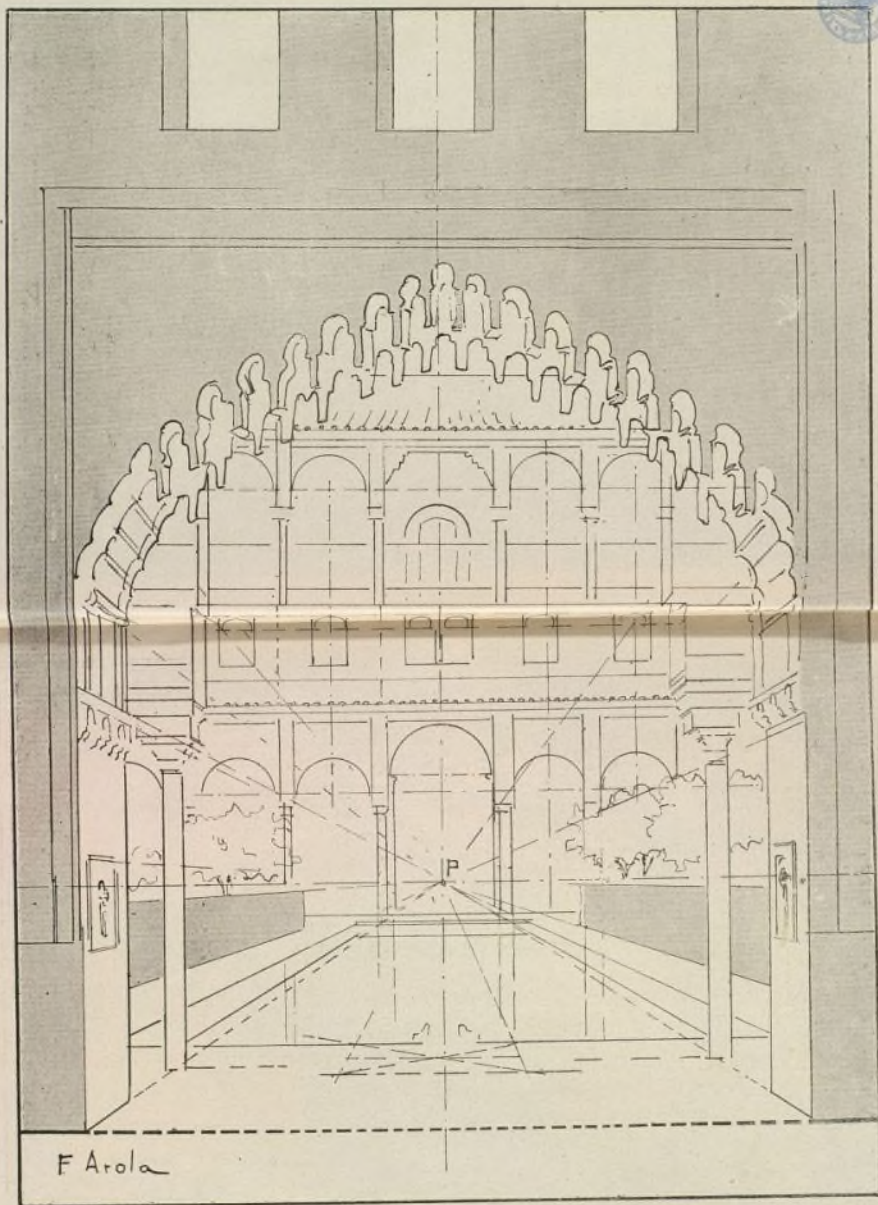
Para trazar el círculo de la fuente, operar primero un cuadrado con la diagonal entera.

Hecho ya el trazado de perspectiva lineal se procede a la ejecución de los detalles y a la acertada gradación del claro-obscuro.

El *ambiente* de una composición sólo se obtiene con el justo equilibrio de tintas y matices sin lo cual se enseñoorea de la obra la dureza, la desentonación o la monotonía.

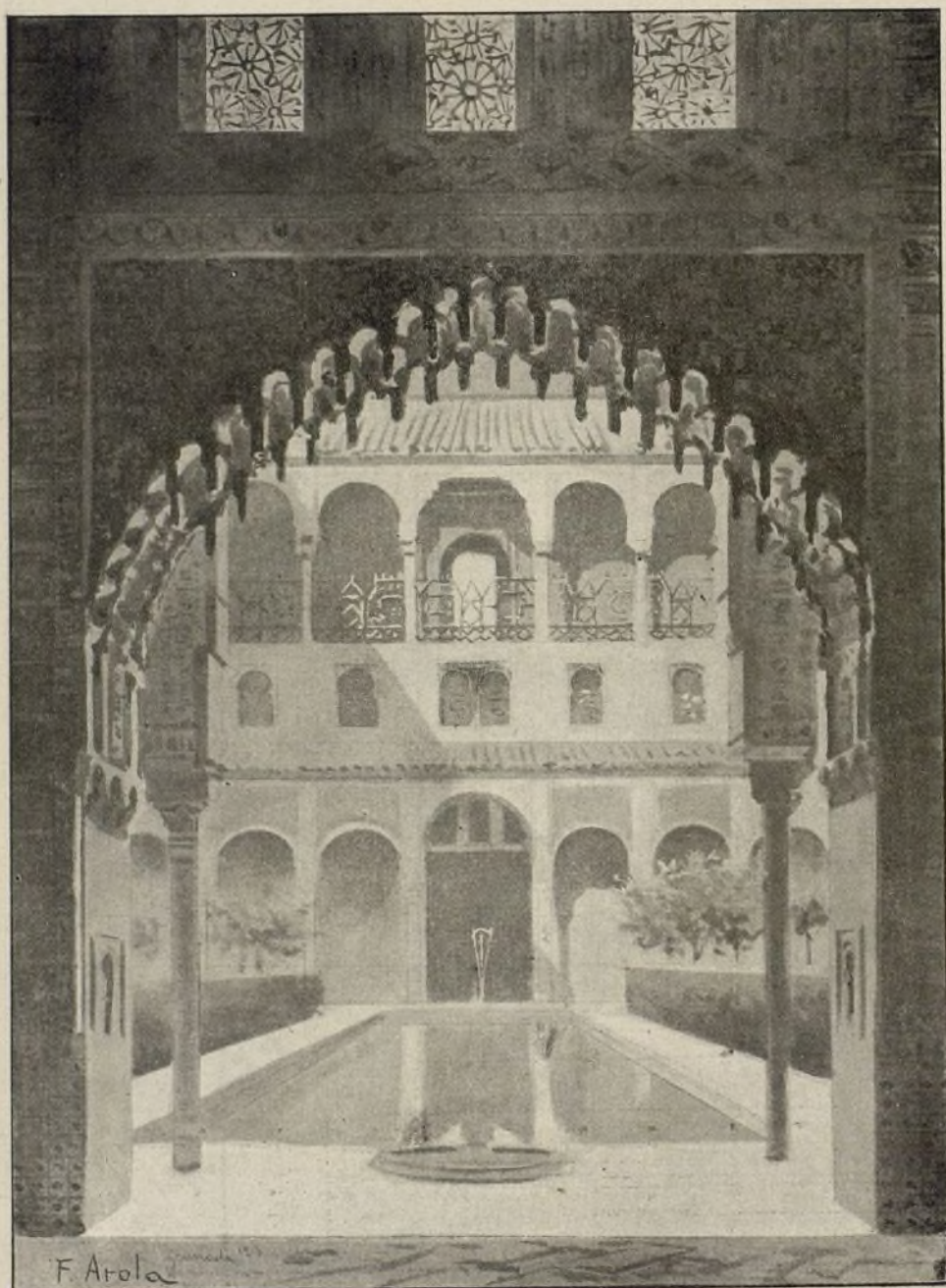
Cuanto más vigorosos y detallados aparezcan los primeros términos y más vaporosos y difumados se distinguen los fondos, en segundos y terceros, mayor atmósfera inundará el cuadro y mejor efecto se obtendrá de perspectiva.

(1) De la obra recientemente publicada *Perspectiva Práctica y Elementos de Composición*, original de don F. Arola Sala.



Patio de los Arrayanes (Alhambra de Granada)

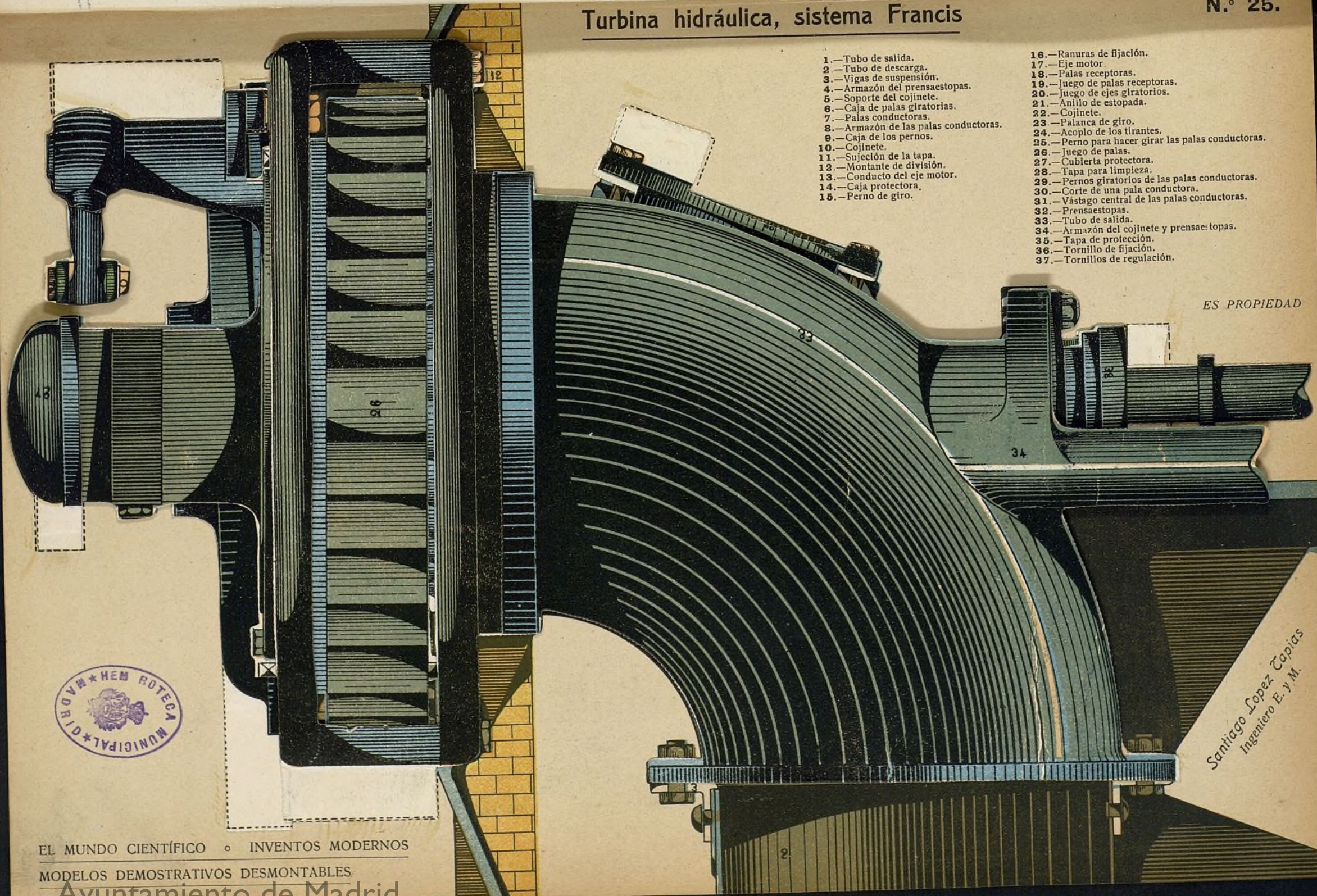
(Trazado lineal)



PATIO DE LOS ARRAYANES EN LA ALHAMBRA DE GRANADA.

Turbina hidráulica, sistema Francis

N.º 25.



- 1.—Tubo de salida.
- 2.—Tubo de descarga.
- 3.—Vigas de suspensión.
- 4.—Armazón del prensaestopas.
- 5.—Soporte del cojinete.
- 6.—Caja de palas giratorias.
- 7.—Palas conductoras.
- 8.—Armazón de las palas conductoras.
- 9.—Caja de los pernos.
- 10.—Cojinete.
- 11.—Sujeción de la tapa.
- 12.—Montante de división.
- 13.—Conducto del eje motor.
- 14.—Caja protectora.
- 15.—Perno de giro.

- 16.—Ranuras de fijación.
- 17.—Eje motor.
- 18.—Palas receptoras.
- 19.—Juego de palas receptoras.
- 20.—Juego de ejes giratorios.
- 21.—Anillo de estopada.
- 22.—Cojinete.
- 23.—Palanca de giro.
- 24.—Acoplo de los tirantes.
- 25.—Perno para hacer girar las palas conductoras.
- 26.—Juego de palas.
- 27.—Cubierta protectora.
- 28.—Tapa para limpieza.
- 29.—Pernos giratorios de las palas conductoras.
- 30.—Corte de una pala conductora.
- 31.—Vástago central de las palas conductoras.
- 32.—Prensaestopas.
- 33.—Tubo de salida.
- 34.—Armazón del cojinete y prensaestopas.
- 35.—Tapa de protección.
- 36.—Tornillo de fijación.
- 37.—Tornillos de regulación.

ES PROPIEDAD



EL MUNDO CIENTÍFICO • INVENTOS MODERNOS

MODELOS DEMOSTRATIVOS DESMONTABLES

Ayuntamiento de Madrid

Santiago Lopez Tapias
Ingeniero E. y M.

útil
má



So
en
ap

ele
gr
res
cio
ell

di

so
m
m
pa
le
cr
er
p
d
la
ca
m
co
r

le
a
e
d
v
c
r
c
f
c
l
s
l
c

s
c
c

útil, pudiendo considerarse como la máquina motriz más perfecta.

SANTIAGO LOPEZ TAPIAS.
Ingeniero E. y M.

Mecánica

Sobre las circunstancias que influyen en la duración de los cables de los aparatos elevadores

Cada vez empléase más los cables en los aparatos elevadores, y conviene en gran manera darles, no sólo gran resistencia a la tracción, sino también una crecida resistencia al desgaste, y por consiguiente mucha duración. Las dos condiciones más importantes relativas a ellos son las que siguen:

- 1.º Calidad del metal y dimensión de los hilos;
- 2.º Diámetro de las poleas en que se arrollan y disposición de los cables que trabajan.

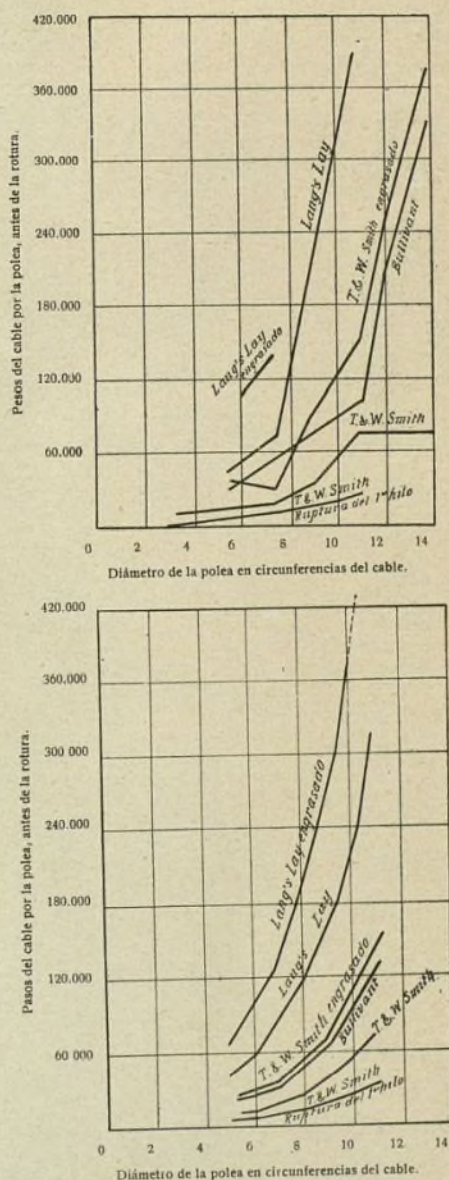
El metal que se usa de ordinario es el acero al crisol de una resistencia a la tensión de 130 a 180 kilogramos por milímetro cuadrado. Esta gran resistencia permite adoptar diámetros de cable bastante reducidos para una carga dada, pero se debe conservar a las poleas y tambores de arrollado un diámetro lo bastante crecido para que el cable dure lo suficiente. El esfuerzo en el hilo resultante de la flexión del cable, es en efecto proporcional al módulo de elasticidad del metal y al diámetro del hilo y está en razón inversa del radio de la polea de arrollado. Sin embargo, la duración del cable no puede deducirse de estos datos y, para determinarla, habría que introducir en el cálculo la abrasión, cosa que, por otra parte, no puede hacerse de modo riguroso.

Si se disminuye el diámetro de los hilos elementales, para la misma sección del cable, la presión unitaria al contacto de los hilos y de la polea se reduce, por ejemplo, en dos veces, si el diámetro de los hilos se disminuye en la mitad; pero, como su sección es cuatro veces menor, se desgastan con más rapidez que en el caso anterior. Los dos métodos de fatiga de los hilos varían, pues, en cierta medida en sentido inverso, de modo que no hay gran ventaja en hacer el cable de hilos muy finos. El efecto de la presión unitaria sobre los hilos al contacto de la polea es tanto mayor cuanto que, siendo los hilos finos y el cable, por consiguiente, más flexible, se admite, en general, que se le puede arrollar en una polea de menor diámetro; en tal caso, se disminuye sin duda alguna la duración.

Una investigación realizada por persona idónea sobre la duración de los cables, ha dado resultados en extremo variables, según las industrias. Oscilaba esa duración de 2 a 5 o de 5 a 10 y aun hasta 30 años. Las condiciones de empleo de los aparatos elevadores varían por otra parte considerablemente de un aparato a otro.

Los datos más interesantes entre todos los recogidos figuran en una memoria de A. S. Biggart, publicada en 1890, y en la que se relata experimentos realiza-

dos en el curso de los estudios previos de la construcción del puente del Forth. Estos experimentos permitieron trazar los diagramas figuras 1 y 2, que indican la duración de los cables, expresada por el número de



Figs 1 y 2.—Diagramas que muestran la influencia del diámetro de arrollado sobre la duración de los cables.

pasos por la polea, en función del diámetro de la polea, medido en circunferencias del cable. Se ve que la duración aumenta generalmente mucho con el diámetro de la polea. El engrase del cable ejerce gran influencia. Así que se puede ver que un cable engrasado

pudo durar dos o tres veces más que el no engrasado. Débese tal efecto a que el engrase disminuye el desgaste recíproco de los cables. Se hizo asimismo ensayos para observar la influencia del cambio de curvatura, cuando el cable está arrollado, primero en un sentido y luego en una polea dispuesta en sentido inverso. Se echó de ver que en tal caso la duración se reduce apro-

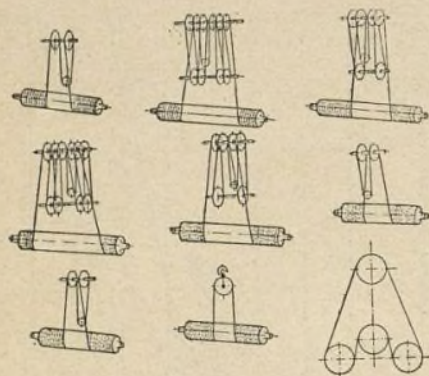


Fig. 3 a 11. — Disposiciones varias para el arrollado de los cables.

ximadamente a la mitad. Se podrá, según el autor de aquella memoria, evaluar la duración probable de un cable tomando por base la manera de arrollarle y fundándose en las cifras siguientes, relativas a las disposiciones indicadas en las figuras 3 a 11:

Figura	Número de curvaturas	Duración relativa del cable
3	»	»
4	1	300
5	3	100
6	3	75
7	7	43
8	11	27
9	7	37'5
10	11	25
11	»	»

Estos principios referentes al funcionamiento y desgaste de los cables son muy sencillos, sin embargo de lo cual se les aplica poco, por desgracia, en la construcción y manejo de los aparatos elevadores.

Determinación del peso del agua consumida en los ensayos de calderas

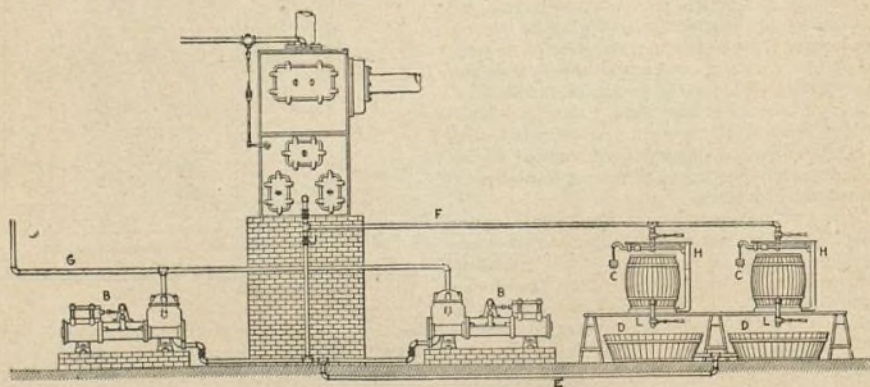
A falta de un contador dispuesto sobre la tubería de alimentación, o de otro medio que permita determinar el volumen de agua que pasa por ella, puede conocerse el peso del agua enviada por las bombas a la caldera mediante la disposición que aquí representamos esquemáticamente.

Los dos barriles colocados sobre balanzas, representados en el croquis, pueden fácilmente, en cualquier sala de calderas, disponerse en el circuito de la tubería de alimentación. La instalación representada en la ilustración comprende un calentador de agua de alimentación del tipo abierto y dos bombas de alimentación simétricas alternas.

El tubo de descarga del calentador de agua de alimentación está en comunicación con las bombas B por la tubería F, mediante los barriles C colocados sobre las balanzas. Los ramales de la tubería que descargan en los barriles, están provistos, cada uno, de una válvula, con preferencia una válvula de cierre rápido, que permite llenar los barriles con la menor pérdida de tiempo posible.

Cuando la válvula J está cerrada, el agua de alimentación, saliendo del calentador, es vertida en los barriles, anotándose el peso bruto de éstos tan pronto como están llenos. Se abre entonces las válvulas L, vaciándose el contenido de los barriles en los depósitos D.

Las bombas recogen el agua de estos depósitos por una tubería de aspiración única E, y la impulsan por la tubería G hacia la caldera. Cuando los barriles se hallan vacíos, se anota su peso, comprendido el de una pequeña cantidad de agua que permanece siempre en su fondo; la diferencia entre este último peso y el peso bruto de los barriles llenos, representa el peso del agua de alimentación enviada por las bombas a la caldera.



Disposición para determinar el peso del agua consumida por una caldera.

Freno de seguridad para grúas

La aplicación del aparato de que nos vamos a ocupar tiende a hacer imposibles los accidentes que ocasiona con relativa frecuencia, y amenudo con consecuencias funestas para las personas y daños materiales de consideración, la caída imprevista de los brazos de las grúas. La figura 1 muestra el freno en acción, estando el brazo de la grúa sostenido por el cable que, normalmente, sirve para la elevación de la carga. En la figura 2, el freno aparece en la posición en que se halla en las condiciones normales de funcionamiento de la grúa.

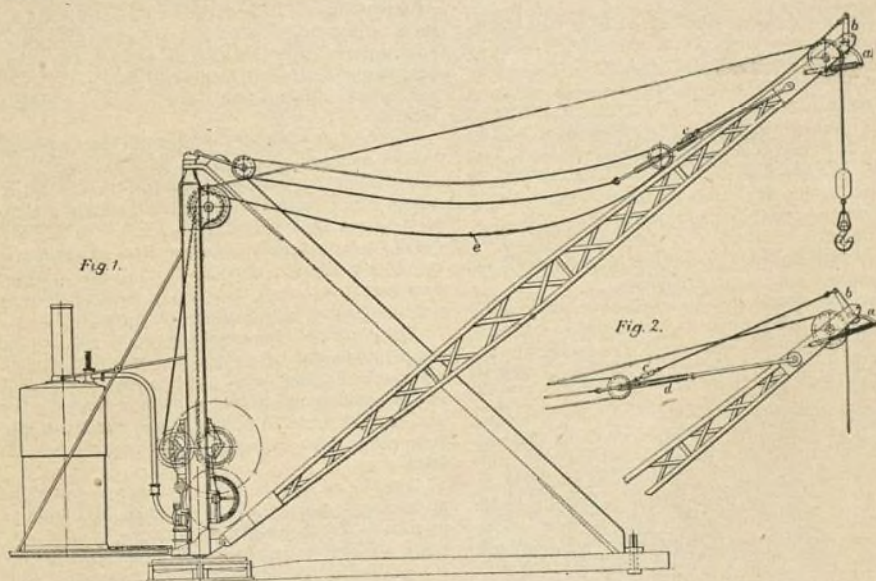
El freno consiste en una palanca *b*, provista en su extremo de un diente que, al aplicarse sobre la polea, encaja en la ranura de ésta, sujetando en ella la cuerda

tado por muchos industriales, por contribuir eficazmente a la seguridad personal de los operarios destinados al manejo de las grúas.

Accidentes más corrientes en los motores de gas

Los principales inconvenientes que se experimenta en el empleo de los motores de gas son:

- 1.º Dificultad de puesta en marcha;
- 2.º Marcha irregular;
- 3.º Retroceso de la llama de ignición;
- 4.º Inflamación prematura;
- 5.º Explosión en los tubos de escape;
- 6.º Rendimiento defectuoso.

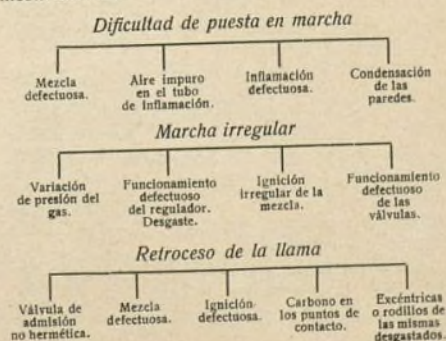


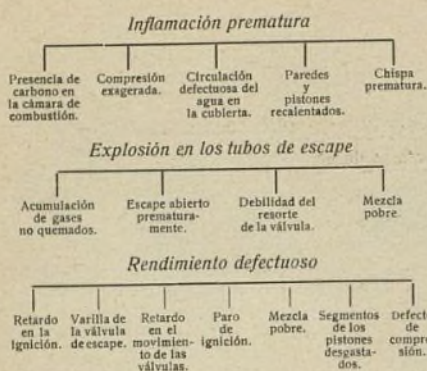
Figs. 1 y 2. — Freno de seguridad para grúas.

elevadora de la carga e impidiendo todo movimiento de dicha polea. Esta acción del freno, conforme se desprende claramente de los esquemas, es debida a la tracción que un resorte espiral ejerce sobre la prolongación *a* de la palanca *b*. Sin embargo, en las condiciones normales de funcionamiento de la grúa, cuando el brazo está sostenido por el cable *e* (fig. 1), la palanca *b* se halla retenida hacia atrás (fig. 2) por la cuerda *c*, que contrarresta la fuerza del resorte, quedando por lo tanto el diente apartado de la polea. Pero, en caso de rotura accidental del cable *e*, la cuerda *c* se afloja inmediatamente, dejando libre la acción del resorte mediante el cual el freno actúa del modo antes descrito; la polea se halla, pues, inmovilizada, así como la cuerda elevadora, la cual, desde este momento, sostendrá el brazo de la grúa, impidiendo su caída.

Este aparato, después de repetidas pruebas, en las que funcionó siempre satisfactoriamente, ha sido adop-

El cuadro que sigue indica las causas de todos estos inconvenientes:





Mezcla defectuosa.—Cuando un motor está parado, sucede frecuentemente que la composición de los gases existentes en las tuberías se modifica; la mezcla aspirada por el motor en la puesta en marcha no puede inflamarse.

La solución consiste en hacer funcionar el motor abriendo la válvula de escape, y también en dejar salir el gas almacenado en las tuberías.

Aire viciado en el tubo de ignición.—Esto para los motores de ignición por mechero.

Hay que evacuar este aire; para ello, ciertos motores se hallan provistos de una pequeña válvula, situada en la parte alta de la caja de ignición.

Ignición defectuosa.—En los casos de ignición eléctrica, puede haber condensación de vapor en la bujía, depósito de carbono, mal estado del aislante. En los casos de ignición por mechero, el tubo puede estar insuficientemente caliente.

Condensación en las paredes.—Cuando existe una fuerte condensación en una pared, hay que presumir que la misma rezuma. Esto puede deberse al frío y tiene por efecto modificar la naturaleza de la mezcla, determinar la corrosión de la válvula de escape, impedir el funcionamiento normal de la bujía y ejercer una acción desfavorable sobre la compresión. Para determinar si existe alguna rotura o fisura, bastará, durante un paro, hacer funcionar el motor hasta que la válvula de escape se levante ligeramente, dejándola entonces volver a recobrar su posición.

Variación en la presión del gas.—Este accidente se produce especialmente cuando se emplea gas de gasógeno. Es conveniente disponer en la tubería de conducción del gas un manómetro de agua, que permite notar fácilmente las irregularidades.

Funcionamiento defectuoso del regulador. **Desgaste.**—Hay que vigilar el estado de la varilla del regulador de modo que el gobierno de sus diversos órganos no ofrezca resistencia alguna.

Falta de hermeticidad en las válvulas.—El desgaste de las válvulas y de su asiento ocasiona irregularidades en la marcha. Es preciso que los movimientos de las varillas sean absolutamente libres y que los resortes tengan la tensión suficiente.

Ignición irregular de la mezcla.—Puede provenir de una falta de compresión, del funcionamiento defectuoso de la válvula de escape o de un defecto de la ignición.

Falta de hermeticidad de la válvula de admisión.—Puede tener graves consecuencias en los casos en que el motor sea puesto en marcha a mano. Este defecto es temible cuando no se experimenta dificultad alguna en poner en marcha el motor.

Mezcla defectuosa.—Una mezcla muy rica o muy pobre no se inflama en el momento requerido; permanece en la tubería de admisión y puede inflamarse al contacto de las paredes demasiado caldeadas de la cámara de combustión o por el contacto con una partícula de carbono incandescente.

Ignición irregular.—Funcionamiento defectuoso del dispositivo de ignición.

Aislamiento defectuoso.—La bujía misma debe estar siempre perfectamente limpia. Compruébese si los contactos son perfectos.

Excéntricas y rodillos de excéntrica.—El desgaste de las excéntricas tiene por efecto no solamente reducir la carrera de las válvulas, si que también irregularizar la duración de los diversos periodos del ciclo, y por consiguiente la marcha toda del motor. En la mayor parte de los casos no hay otro recurso que cambiar la pieza.

Ignición prematura.—Inflamación de la mezcla antes del momento en que la misma debía tener efecto normalmente; por ejemplo, durante el período de admisión o de compresión. Una de las causas principales es la presencia de carbono incandescente en las paredes de la cámara de combustión. Para limpiar el interior de esta cámara, aconsejase introducir un cepillo duro por el orificio de la válvula de escape cuando el pistón se halla al final de su recorrido de retorno.

Compresión excesivamente elevada.—Lo mismo puede producirse en un motor nuevo que en uno muy usado. El autor de los estudios que en el presente artículo publicamos ha visto un pistón recubierto de una capa de carbono de 9 y medio milímetros, por consecuencia del empleo de lubricantes de mala calidad.

Agua de circulación.—Si el agua es muy fría, tiene los mismos inconvenientes que resultan de la fisura de un cilindro. Si se detiene la circulación de agua y la temperatura de la pared se eleva demasiado, nos encontraremos en las condiciones favorables a una ignición prematura. Es preciso cuidar que la temperatura del agua no exceda de 46° C.

Cilindros y pistón recalentados.—Proviene de una falta de engrase o del empleo de un lubricante de calidad inferior, como también de la presencia de depósitos de carbono en el pistón, de un claveteado defectuoso o bien del desgaste exagerado de la cabeza de la biela. Para remediar estos defectos hay que examinar sucesivamente las diferentes causas enunciadas.

Ignición prematura.—Se produce en especial en los motores de ignición por mechero y muy raras veces en los de ignición eléctrica.

Acumulación de los gases no quemados.—Estos gases pueden salir del cilindro por consecuencia de la falta de cierre hermético de la válvula de escape. En un motor que trabaje diez o doce horas por día, hay precisión de examinar semanalmente la válvula de escape.

Debilidad del resorte de válvula.—Engendra la introducción de aire en el cilindro, con modificación de las proporciones de la mezcla. Púedese, en ciertos tipos de motores, aumentar la fuerza de tensión del resorte

modificando la posición de su punto de amarre sobre la varilla de la válvula.

Retardo en la ignición.—En la mayoría de los casos, la disminución del rendimiento proviene del desgaste del motor; también puede ser ocasionado por un retardo de la ignición debido a desgaste de la excéntrica correspondiente, lo que hace que no se utilice la totalidad de la energía de explosión.

Retardo en los movimientos de las válvulas.—El desgaste que se produce en uno cualquiera de los mecanismos que accionan las válvulas tiende a producir un retardo en la ignición que, a su vez, determina mezclas defectuosas.

Mezcla pobre.—Por experiencia se determina la cantidad de gas necesaria para dar al motor la velocidad requerida, haciendo los posibles para mantener este estado. Con exceso de gas, el motor no funciona bien; con poco gas, puede haber explosiones en el tubo de aire.

Defecto de compresión.—Las causas han sido ya estudiadas varias veces.

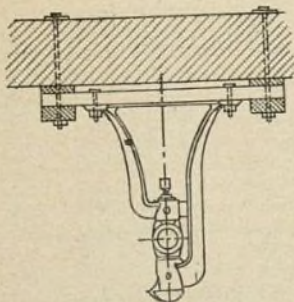
E. L.

Métodos para impedir la transmisión de las vibraciones debidas a las máquinas en los edificios industriales

Al instalar una máquina, conviene, por razones que no hemos de exponer aquí, pues a cualquiera se le alcanzan, realizar la instalación de manera que no transmita ni ruido ni vibraciones a las cercanías, por lo menos en la medida de lo posible.

El mejor medio de evitar hasta cierto punto la transmisión de esas vibraciones, es aislar la máquina para anularlas en su origen. Y se aislará perfectamente los muros y pisos circundantes.

En un artículo consagrado a esta cuestión y publicado en la *Engineering Review*, de Londres, se da un



Aislamiento de un motor Diesel.

ejemplo de una instalación de motor Diesel ejecutada para evitar las vibraciones.

El macizo de fundación del motor se halla aislado del muro y del piso, habiéndosele construido sobre placas de corcho impregnado «Korfund», de 60 milímetros de espesor.

El autor del citado artículo preconiza el empleo de ese corcho con preferencia a otros cuerpos elásticos

propuestos con tal objeto, y que, según parece, pierden más fácilmente su elasticidad.

La impregnación del corcho asegura su conservación y lo mantiene siempre elástico.

El armazón de la máquina debe separarse lateralmente de todo el resto de la construcción, lo mismo que el macizo.

La superficie del macizo de fundación debe ser bien amplia.

El autor cita el caso de máquinas de imprimir aisladas de este modo, lo que ha suprimido las vibraciones de que se quejaban en el vecindario, y además ha facilitado el funcionamiento de las máquinas.

Por último, se puede impedir la transmisión de las vibraciones de las líneas de árboles con ayuda de una suspensión de las silletas establecida como se indica en la figura. La silleta está aplicada contra el techo por medio de placas de corcho, y los pernos fijadores se aplican contra arandelas de hierro apoyadas en otras placas de corcho.

E. LOZANO.

Electricidad

Establecimiento de los conductos de aceite, de aire y de agua para el servicio de los transformadores en las estaciones centrales

Uno de los más delicados problemas de la instalación de las estaciones eléctricas, es el de la disposición de las canalizaciones de aceite, de agua de enfriamiento y de aire para los transformadores.

El aceite de los transformadores, para el aislamiento de los devanados, llega a su destino en vagones-depósitos o en toneles que se vacía en una artesa-depósito. Sométese luego a un tratamiento para desembarrarle de la humedad y las materias en suspensión. El depósito, preferentemente cilíndrico, debe tener vez y media la capacidad del transformador mayor, y ha de estar provisto de un paso de hombre, tubos de nivel, un grifo para el aire y un grifo de descarga rápida para enviar el contenido de la artesa al exterior, en caso de incendio. El tubo de relleno debe tener 75 milímetros de diámetro y el de arranque 40 o 50 milímetros. Los tubos de vaciado de los transformadores deben tener por lo menos 100 milímetros de diámetro.

Se puede purificar el aceite filtrándolo y enviándolo después a un depósito caldeado eléctricamente o por medio de vapor hasta la evaporación completa del agua. Puede resultar ventajoso empleando un filtro especial, en el que el aceite sea rechazado por una bomba eléctrica.

Las conexiones de las tuberías de aceite al transformador se pueden establecer conforme se indica en la figura 1.

La envoltura del transformador debe comprender siempre un dispositivo que obre como válvula de seguridad, para evitar las sobrepresiones; un pequeño grifo de ensayo debe permitir la toma fácil de una muestra de aceite, con intervalos regulares, para su en-

sayo. Además, el transformador debe poseer tubos de nivel y termómetros con señal de alarma.

Los transformadores de grandes dimensiones deben montarse sobre ruedas que se deslicen sobre rieles: rieles de 18 kilogramos para transformadores de 10 toneladas y de 27 kilogramos para transformadores de 20 toneladas.

Las cubetas de los transformadores no deberán su-

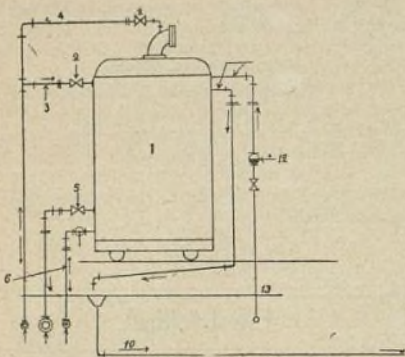


Fig. 1.—Esquema de la instalación de los conductos de agua.

1, transformador; 2, compuertas; 4, aceite proveniente del filtro purificador; 5, compuerta de seguridad; 6, tubuladura de relleno; 7, filtro-prensa de tratamiento del aceite; 8, vuelta del aceite al depósito; 9, compresor de aire; 10, escape de aceite de seguridad; 11, agua de enfriamiento; 12, indicador de rendimiento; 13, nivel del suelo.

impermeabilidad a soldadura ni a ninguna otra materia fácilmente fusible. Cada transformador grande debe hallarse en una célula cuya parte inferior forme artesa para recibir el aceite en caso de accidente.

Cuando se trata éste por caldeo, debe primeramente filtrarse con filtros de tejidos, pudiéndose adoptar a este efecto el dispositivo que representa la figura 2, dispositivo que puede servir asimismo para filtrar el aceite de engrase.

Este dispositivo comprende una cubeta A, con una serie de aberturas de 80 milímetros de diámetro, sobre las cuales van fijos algo así como sacos de 250 milímetros de profundidad. El aceite atraviesa esos sacos y cae en la cubeta B, yendo luego, por el espacio C, a los compartimientos D, E, F, donde se depositan las partículas escapadas a la filtración. Grifos de vaciado permiten evacuar esos sedimentos.

Empléase asimismo en las estaciones aire comprimido; por ejemplo, para la limpieza de los intervalos entre los transformadores, a fin de desalojar el aceite que contienen.

Se instalará un compresor de aire, accionado eléctricamente, que podrá servir, por ejemplo, para aspirar el aire en la parte superior de los transformadores durante el relleno de aceite.

Por último, los transformadores de grandes dimensiones deben comprender una circulación de agua, para enfriar el aceite. Esta agua puede tomarse de la alimentación de agua, en caso de un taller hidroeléctrico, o provenir de pozos o de un río, asegurándose entonces la circulación por medio de una bomba.

Condiciones que deben reunir los aceites de los transformadores

- a) El aceite para transformadores debe ser mineral, puro y perfectamente refinado.
- b) Su densidad puede variar entre 0'850 y 0'920 a 15 grados C.
- c) El grado de viscosidad, según Engler, con relación al agua a 20 grados C., no debe exceder de 8 grados a la temperatura de 20 grados C.
- d) Los puntos de inflamabilidad y combustión, determinados en crisol abierto por el método de Marcusson, no deben bajar respectivamente de 160 y 180 grados.
- e) El punto de congelación (solidificación), debe ser de 20 grados por bajo de cero por lo menos. Si se mantiene en un tubo de ensayo de 15 milímetros de diámetro 4 centímetros cúbicos de aceite, durante una hora y a 20 grados por bajo de cero, el aceite debe permanecer fluido y limpio, debiendo escurrir si se invierte el tubo.
- f) Calentando en estufa durante 5 horas y a 100 grados, el aceite no debe perder por evaporación más del 0'4 por 100.
- g) El aceite debe estar exento de ácidos, materias alcalinas, azufre y, además, no ha de presentar vestigios de humedad, lo que puede comprobarse calentando una muestra en un tubo de ensayo. No debe producirse en esta operación ni turbación ni crepitación.
- h) También debe hallarse exento el aceite de toda impureza, no debiendo contener sobre todo ningún filamento, granos de arena, posos, etc.
- i) Si se hace pasar durante setenta horas una corriente de oxígeno puro por el aceite, mantenido a la temperatura de 120 grados C., no debe experimentar

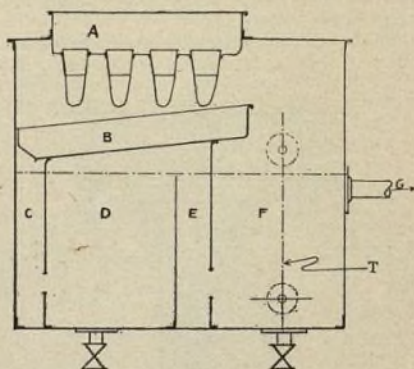


Fig. 2.—Filtro para el aceite.
T, tubo de nivel del agua

durante ese tratamiento ninguna transformación y ha de conservar su limpieza; el índice de alquitrán del aceite insuflado no debe ser superior al 0'10 por 100.

Para efectuar este ensayo procédese como sigue:

Calientase en baño de aceite, en un matraz de 400 centímetros cúbicos, el aceite durante setenta horas a 120 grados C., sin interrupción, haciendo barbotear en él una corriente de oxígeno puro. Diámetro interior del

tubo: por lo menos 3 milímetros; número de burbujas por segundo: 2.

Determinación del índice de alquitrán en el aceite insuflado

Prepárase la solución siguiente:

Sosa cáustica	8 gramos
Agua destilada	100

Agréga-se a 100 gramos de esta lejía 100 gramos de alcohol de 96 grados.

Introdúcese en un matraz de Erlenmyer provisto de tubo refrigerante 50 gramos de aceite, añádesse 40 centímetros cúbicos de la mezcla indicada y caliéntase 15 minutos a 80 grados en baño de maría. Agítase bien la mezcla durante 10 minutos, hácesela pasar a un embudo de decantación, déjasela reposar y se recoge la parte acuosa, que en seguida se solidifica con ácido clorhídrico diluido en agua.

Los productos alquitranosos agótanse entonces en un embudo de decantación con 50 centímetros cúbicos de bencina pura; se trasiega la capa acuosa, se lava la bencina dos veces con agua destilada, recógese en seguida en un recipiente pesado de antemano, evapórasela y procédese a pesarla.

Lámparas de tungsteno de gran duración.

Sabido es que la duración de las lámparas de tungsteno es limitada por el ennegrecimiento de las bombillas de vidrio dentro de las cuales va encerrado el filamento. Este ennegrecimiento es generalmente atribuido a la presencia de gases residuarios adheridos a la superficie del vidrio.

Detenidas investigaciones realizadas por los electricistas norteamericanos Langmuir y Orange, acaban de demostrar que, entre los gases residuarios, solamente el vapor de agua puede ser el causante de un ennegrecimiento perceptible por un procedimiento cíclico en el cual el agua oxida el filamento, y el óxido es volatilizado y depositado sobre la bombilla, en donde en seguida se reduce en tungsteno metálico con regeneración del vapor de agua. No obstante, esta acción tiene efecto principalmente en las lámparas cuyo vacío es imperfecto. La causa real del ennegrecimiento en las lámparas de vacío perfecto reside en la evaporación del filamento mismo, debido a su elevada temperatura.

Para aumentar la duración de las lámparas de tungsteno, débese, o bien reducir la evaporación del filamento, o impedir que el tungsteno volatilizado ennegrezca la bombilla. Langmuir y Orange han llegado a ello por dos medios: por una parte, introduciendo en la bombilla un gas, el ázoe, por ejemplo, a la presión atmosférica; por otra parte, disponiendo el filamento metálico de tal suerte que las corrientes convencionales creadas en el gas arrastren el metal volatilizado a la parte superior de la bombilla.

Los autores han construido según estos principios lámparas de tungsteno que poseen una duración superior a 2.000 horas y como término medio consumen medio vatio por bujía.

Física industrial

Investigaciones sobre las temperaturas bajas (1)

Las investigaciones sobre las temperaturas bajas presuponen el conocimiento de las modificaciones que experimentan los cuerpos sometidos a la acción de fríos intensos. La escala de temperaturas que debe usarse y los métodos apropiados para medirlas varían, como es natural, a medida que se acerca el punto correspondiente al cero absoluto, habiéndose alcanzado ya temperaturas distantes menos de 2 grados de dicho punto. Dentro de ciertos límites, puede utilizarse los termómetros de resistencia y los termopares, mas, para las temperaturas, sólo puede esperarse indicaciones exactas del método fundado en los cambios de presión determinados por variaciones de temperatura en gases que no se hallen próximos al punto de liquefacción, y bajo una presión inicial reducida. Como que las diferencias de presión que han de medirse son muy pequeñas, deben tenerse en cuenta los límites alcanzados con distintos gases. Empleando, por ejemplo, el helio bajo una reducida presión, puede hacerse observaciones justas a temperatura muy inferior al punto de ebullición del hidrógeno; las indicaciones dadas por un termómetro de helio pueden, en efecto, considerarse como exactas hasta la temperatura de 3 grados sobre el cero absoluto.

El termómetro de gas empleado para estas investigaciones (fig. 1), consiste en un amplio matraz prolongado en un tubo delgado, encorvado en la forma que muestra el esquema y provisto de una columna de mercurio. La diferencia de los niveles de la columna de mercurio en los dos brazos del tubo es una medida de la temperatura del gas. Un termómetro de este tipo, lleno de hidrógeno, proporciona indicaciones exactas hasta una temperatura de 10° sobre el cero absoluto, empleándose el catetómetro para medir las diferencias de altura de las columnas de mercurio. El volumen de gas contenido en el tubo es muy reducido, en relación con el del matraz; sin embargo, para obtener en los resultados toda la exactitud debida, es preciso tener en cuenta las variaciones de volumen debidas a las oscilaciones del mercurio.

En el cuadro siguiente están indicados los límites dentro de los cuales pueden darse por exactas las indicaciones de los termómetros de gas, llenos de diferentes gases:

Límites de exactitud de los termómetros de gas

Gas	Presión inicial a 0° centigr.	Temperaturas límites o que se pueden aplicar Grados absolutos
	m/m de mercurio	
CO ₂	$\frac{1}{2} \times 273$	171.4
O	$\frac{1}{4} \times 273$	69.2
H	$\frac{1}{2} \times 273$	11.72
H	$\frac{1}{10} \times 273$	10.40
Helio	38×273	2.95
Helio	$\frac{1}{8} \times 273$	1.90
Helio	$\frac{1}{10} \times 273$	1.71

(1) Extracto de notas leídas por Sir James Dewar en la Royal Institution, de Londres.

El límite de temperatura que puede alcanzarse con cada sustancia es un punto interesante. Muchos años ha, Gay-Lussac había ya demostrado que, por la evaporación del hielo, puede verificarse la congelación del mercurio; Sir James Dewar repitió este experimento ante sus auditores de la Royal Institution, e hizo ver que tal procedimiento permitía realizar un frío de 70° bajo cero, y aun más. Repitiendo el experimento con distintos cuerpos, se ha obtenido los resultados consignados en el siguiente cuadro:

CUADRO II

Límites de temperatura que puede alcanzarse con varios agentes refrigerantes

Sólidos	Temperatura absoluta obtenida	Presión m/m de mercurio	Fración de temperatura crítica
Hielo . . .	203	0'001	0'32
CO ₂ . . .	132	0'63	0'43
O . . .	51	0'19	0'33
AN . . .	37	0'7	0'30
H . . .	9	0'59	0'29
Helio . . .	1'8	0'26	0'33
«X» . . .	0'4	—	—

En este cuadro, «X» representa un cuerpo hipotético que fuera tan volátil, con respecto al helio, como el helio lo es con respecto al hidrógeno; se ve que, con tal sustancia, podría rebajarse la temperatura hasta 0'4 grados por encima del cero absoluto. Además, del examen de este cuadro se desprende que, en todos los casos, el límite de temperatura que se puede alcanzar representa casi la misma fracción de la temperatura crítica de la sustancia objeto del experimento, lo que pone una vez más en evidencia la importancia que presentan las temperaturas críticas. En el cuadro siguiente están consignadas ciertas relaciones existentes entre algunas propiedades físicas de los cuerpos y sus coordenadas críticas:

CUADRO III

Variaciones relacionados con la temperatura crítica

El coeficiente de expansión de un líquido varía como	$\frac{1}{T_c}$
El coeficiente de compresión de un líquido varía como	$\frac{1}{P_c}$
El calor latente interno de un líquido varía como	$\frac{1}{T_c}$
La constante capilar varía como	$\frac{1}{P_c}$
El punto de inversión de un gas varía como	$\frac{1}{T_c}$
El volumen de una molécula de gas varía como	$\frac{1}{P_c}$
La densidad máxima varía como la densidad a una temperatura igual a	T_c

Con los termómetros de gas, se obtiene indicaciones muy exactas si el tubo es muy fino y ensanchando en la parte que contiene el mercurio, siendo este último muy puro; en tales condiciones, la exactitud del instrumento es perfecta, aun cuando el volumen del matraz no exceda de 5 a 3 centímetros cúbicos. Es de notar que el helio, bajo una presión relativamente elevada, da indicaciones exactas hasta 4 grados de temperatura absoluta, pero al reducirse la presión inicial

$\frac{1}{10}$ de 273 m/m, sólo retrocede el límite de exactitud del instrumento en unos 2 grados. Ni el helio ni el hidrógeno se portan como gases perfectos, puesto que uno y otro se apartan de la ley de Boyle.

En los experimentos relativos a temperaturas muy bajas, un perfecto aislamiento es condición indispensable; sin él las observaciones no presentarían garantía alguna de exactitud. Este aislamiento se realiza por medio del vacío; los frascos de doble pared con un espacio vacío son hoy aparatos corrientes en todos los laboratorios, extendiéndose sus aplicaciones a ciertos usos domésticos.

Los métodos seguidos para la determinación de los calores específicos se fundan en el empleo de gases líquidos contenidos en frascos aislados por medio del vacío. El procedimiento operatorio es el que ilustra el

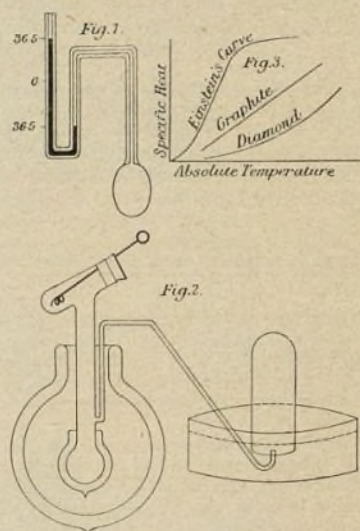


Fig. 3.—Specific Heat—Calor específico — Einstein's curve—Curva de Einstein.—Graphite—Grafito.—Diamond—Diamante.— Absolute temperature—Temperatura absoluta.

esquema 2. Un frasco aislado de reducidas dimensiones conteniendo una pequeña cantidad de aire líquido está sumergido en el líquido contenido en otro frasco de volumen mucho mayor. Del frasco interior parte un tubo que va a terminar debajo de una campana dispuesta en una cubeta. En las condiciones normales, no hay evaporación alguna del gas líquido contenido en el frasco interior, pero un fragmento de una sustancia cualquiera introducido en dicho frasco determina inmediatamente la evaporación de cierta cantidad de dicho gas; el volumen de gas recogido en la campana constituye una medida directa del calor específico de aquella sustancia. Realizando el experimento con fragmentos de carbón, magnesio, aluminio, cobre, bismuto y plomo de tamaño proporcionado al volumen atómico de dichos elementos, la cantidad de gas evaporado resultó ser casi la misma en todos los casos, apartándose tan sólo de la regla general el carbón, que originó un desprendimiento de calor equivalente sólo

a la tercera parte del calor emitido por los demás cuerpos citados. Las temperaturas atómicas, en todos los casos, cayeron por bajo de la normal al acercarse la temperatura al cero absoluto. Entre los elementos indicados, el plomo fué el que mantuvo su capacidad calórica dentro de las variaciones de temperatura más extensas.

El método de calorimetría antes descrito, aunque parece a primera vista sencillo y perfecto, ofrece en la práctica serias dificultades. El aire líquido es tan movido que, a consecuencia de la ebullición violenta que determina la introducción de un cuerpo extraño en el frasco, cierta cantidad de aquél puede ser proyectada a la campana, obteniéndose en ésta un volumen de gas demasiado crecido. Desde este punto de vista, el hidrógeno es peor todavía. La notable permanencia del aire líquido en un ambiente relativamente caliente fué puesta en evidencia por el siguiente experimento, que Sir James Dewar repitió ante sus auditores: Unas pequeñas gotas de aire líquido, desprendidas de un depósito colocado en el techo del edificio, caían de una mesa desde una altura de 12 metros. Aunque el diámetro de estas gotas fuera solamente de 1 mm , siendo la temperatura de la atmósfera que atravesaban relativamente muy elevada, era perfectamente visible la mancha que formaban en la madera al estrellarse sobre la mesa. Este experimento explica la facilidad con que diminutas gotas de aire líquido pueden ser arrastradas del frasco del calorímetro hasta la campana, falseando completamente los resultados de las observaciones que se lleva a cabo. Si en vez de aire líquido, se intenta emplear hidrógeno, cuya densidad es quince veces menor, la dificultad es mucho mayor todavía. El empleo de este calorímetro requiere, por consiguiente, grandes cuidados.

En el cuadro siguiente están consignados los calores específicos de algunos cuerpos, determinados por este método, bajo temperaturas comprendidas entre 20 y 90 grados absolutos:

CUADRO IV
Calores específicos atómicos medios entre
20 y 90 grados absolutos

Diamante	0,05
Grafito	0,17
Magnesio	1,41
Aluminio	2,38
Hielo	2,63

De estos datos, se deduce que el calor específico del diamante es casi nulo, mientras que en el de los demás cuerpos se nota un descenso enorme, por comparación con los resultados de las observaciones hechas a las temperaturas usuales. Esta particularidad ha sido estudiada especialmente por Nernst, y se ha demostrado que, antes de que la temperatura llegue al cero absoluto, el calor específico ha desaparecido por completo. Esta observación solventó dificultades, desde el punto de vista técnico, e hizo ver que la explicación del fenómeno debe buscarse en la hipótesis de los electrones. Según la teoría de Einstein, la curva de modificaciones del calor específico, en relación con la temperatura, debe presentar la forma que aparece en la figura 3. Sin embargo, con otros cuerpos, como el grafito, por ejemplo, el descenso empieza más pronto.

En el mismo orden de ideas, es digno de notarse el hecho de que, a la temperatura de ebullición del helio, la resistencia eléctrica del oro, del platino y del mercurio ha desaparecido; estos cuerpos, por consiguiente, a una temperatura superior aun al cero absoluto, no tienen ya calor específico ni ofrecen resistencia a la electricidad, es decir, que su temperatura puede elevarse sin que haya calor absorbido. La teoría corriente parece, pues, inaplicable en tales circunstancias de temperatura, teniendo que modificarse en consonancia con ella las hipótesis admitidas sobre lo que ocurriría una vez alcanzado el cero absoluto. Los experimentos antes referidos plantean por lo tanto nuevos problemas y dejan abierto un campo vastísimo a nuevas investigaciones.

I. J. BROCA.

Procedimientos industriales

Fabricación del esmeril por medio de la bauxita

(De la *Strubin-Werke Gesellschaft*).

Consiste en caldear la bauxita en un horno, en dos fases, con adición de combustible, sal común y ácido clorhídrico, caldeando antes de la adición de éste hasta 700 u 800 grados. Proyéctase de tal modo un aumento de temperatura, la que llega casi hasta la incandescencia y a la influencia de la cual la masa se ve sometida hasta producirse la cristalización.

Existe ya un procedimiento que permite calentar la bauxita en un horno con adición de combustible, sal común y ácido clorhídrico. No obstante, en el procedimiento conocido el caldeo se efectúa sólo hasta 500°, y tiene por objeto extraer de la bauxita el aluminio puro, sin convertirlo en cloruro de aluminio. El procedimiento objeto de las presentes líneas distingue al antiguo por el hecho de que el fin en él perseguido es diferente y que, por tanto, los productos que se obtienen lo son igualmente, pues en uno de los casos trátase de esmeril cristalizado y en el otro de aluminio puro. La diferencia reside igualmente en el modo de poner en práctica el procedimiento conocido; en un caso se utiliza una temperatura de 400°, mientras que, en el nuevo procedimiento, trátase de un caldeo previo a una temperatura de 700 a 800 grados aproximadamente, siendo seguido este caldeo de una adición de ácido clorhídrico, que tiene por objeto aumentar la temperatura hasta tal punto que se llega a la incandescencia. El ácido clorhídrico obra esencialmente, en este caso, por la producción de un calor de formación.

Distínguese además este procedimiento del conocido por la cantidad de ácido clorhídrico. Mientras que en el primero hay que emplear, al parecer, un exceso de ácido clorhídrico, en el presente no hay necesidad más que de una cantidad muy débil de este ácido.

La parte práctica del procedimiento es la siguiente:

En un horno que trabaje con adición directa de combustible, de modo análogo a los altos hornos empleados en metalurgia, comiéntase por amontonar el

combustible; carbón de coque, por ejemplo. Se vierte sobre este combustible la bauxita natural y sobre ésta, finalmente, una sustancia alcalina que, por una parte, puede servir de fundente y que por otra mejora las propiedades físicas del producto final y sirve también para activar la reacción química. Como álcali, tómate de preferencia la sal común, con o sin mezcla, para obtener la necesaria porosidad, de trozos de madera, hollín u otra materia inerte. La carga de estas tres materias se remueve tan frecuentemente como se desee, según la altura de carga que se quiera obtener.

Sométase el coque a una combustión lenta, alcanzándose la temperatura de 300 a 800° aproximadamente. Introdúcese en seguida el ácido clorhídrico. La adición de ácido clorhídrico se hace preferentemente en presencia de carbono y, eventualmente, de hidrocarburo. Por este medio, prosíguese hasta la obtención de una temperatura de 1700 a 1800° aproximadamente, lo que se efectúa regulando el tiro. Esta operación es conducida de tal suerte que la mitad del tiempo con poca diferencia es consagrado a la primera fase, o sea hasta la adición del ácido clorhídrico, mientras que, por el contrario, la otra fase dedícase a la elevación de la temperatura hasta 1800° aproximadamente y a su influencia sobre la masa. Descárgase en seguida la masa obtenida y se la trabaja después de su enfriamiento.

Obtiénese de este modo un esmeril que, por lo menos desde el punto de vista de la composición, corresponde completamente al esmeril natural de Naxos, pero que llega a ser superior a él desde el punto de vista de sus cualidades.

La extracción del silicio contenido en la masa es conducida, en la práctica, hasta el 80 por 100 aproximadamente, cuando no se se quiere eliminar por completo el silicio.

El presente procedimiento permite trabajar las bauxitas poco ricas que contienen de 20 a 25 por 100 de hierro, las cuales hasta el presente no ofrecían ventaja alguna desde el punto de vista económico.

Nuevo método de dosificación del azufre en las piritas de hierro

El azufre de las piritas es casi siempre pesado bajo forma de sulfato de barita. Esta dosificación exige, para dar cifras satisfactorias, precauciones particulares. Lunge ha señalado el método a seguir, que detallamos a continuación:

El azufre es oxidado con agua regia, el ácido azótico eliminado con ácido clorhídrico y el hierro precipitado por un exceso de amoníaco. La solución filtrada es ligeramente acidificada con ácido clorhídrico y luego precipitada por ebullición con cloruro de bario. Filtrase y pásase el sulfato de barita después de calinar. Para obtener resultados aceptables es necesario cuidar la exactitud de las cantidades de reactivos y diluciones prescritas. Las causas de errores son debidas a la ligera solubilidad del sulfato de bario en el precipitado.

Los lavados no libran al sulfato de barita del cloruro de bario arrastrado. El cinc, si existe en cantidades importantes en la pirita, vuelve a hallarse en la solución final y puede producir un pequeño error. A ello se suman la dificultad de lavar completamente el precipi-

tado voluminoso de ácido férrico. En algunos laboratorios, para evitar este lavado, préfiérese conducirlo a un volumen determinado, filtrar y repasar antes una parte alícuota de la solución: este método operatorio tiene el inconveniente de que no se puede tener en cuenta el volumen precipitado.

Propónese un nuevo método volumétrico, basado en las siguientes reacciones:

Condúcese el azufre al estado de sulfato de sodio por el método que luego se detalla. La solución que contiene el sulfato de sodio, perfectamente neutra, adiciónase con un pequeño exceso de sulfato de barita; la totalidad del azufre es de este modo precipitada y reemplazada en la solución por una cantidad equivalente de sosa. El exceso de barita es insolubilizado con ácido carbónico. La solución alcalina, desbarazada de su precipitado total por filtración, gradúase con un licor seminormal de ácido clorhídrico. Un centímetro cúbico de licor graduado corresponde a 0,008 de azufre. El indicador elegido es el metilo naranja.

En sus primeros ensayos el autor retiraba el sulfato de barita antes de precipitar el exceso de barita con el ácido carbónico; el estudio del fenómeno permitió evitar la doble filtración.

Sometiendo a la acción del ácido carbónico una solución conteniendo barita, y sulfato de barita en suspensión, obsérvase sucesivamente:

- Al principio, y mientras hay barita no precipitada, no se produce formación de sulfatos solubles;
- Tan pronto la barita es totalmente precipitada, comienza a formarse sulfato de sodio;
- El sulfato de sodio disuelto va aumentando primero y luego disminuye progresivamente hasta su desaparición completa. El autor ha comprobado que no existe sulfato en solución a partir del momento en que toda la sosa ha pasado al estado de bicarbonato;
- Continuando la carbonación no aparecen ya sulfatos en solución, pero la barita comienza a disolverse.

Los dos siguientes ensayos confirman este experimento:

1.º Sulfato de barita puesto a digerir en una solución de carbonato de sodio, fría o en caliente, es descompuesta parcialmente y la solución filtrada contiene sulfato de sodio;

2.º Sulfato de barita puesto a digerir en una solución de bicarbonato de sodio, fría o tibia, no es descompuesta y la solución filtrada hallase exenta de sulfatos.

Durante la carbonación hay, pues, dos fases en que la solución hallase privada a la vez de sulfatos y de barita:

- En el momento de la precipitación total de la barita;
- En el momento en que toda la sosa es bicarbonatada.

La última de estas fases determinase fácilmente añadiendo una gota de fenoltaleína; basta detener la acción del ácido carbónico en el momento de aparecer la coloración rosa.

Restan, a pesar de todo, vestigios de barita en la solución final que ha de graduarse. Los múltiples ensayos realizados partiendo de riquezas conocidas de ácido sulfúrico, han demostrado que estos vestigios de barita no inflúan en modo alguno en los resultados.

APLICACIÓN DEL MÉTODO

Preparación de la muestra.—La muestra, que se ha hecho pasar por el tamiz de medio milímetro, es secada en la estufa, sin exceder en ésta de 100 grados. Una parte de la pirita secada es molida y tamizada en el tamiz de 120 mallas. Esta parte es bien mezclada y conservada en el desecador.

Dosificación.—Introdúcese una porción de ensayo de medio gramo, en un matraz de 150 c.^m cúbicos aproximadamente. Añádese 25 c.m. cúbicos de agua regia preparada con algunos minutos de anticipación, mezclando partes iguales de ácido clorhídrico y ácido azótico. Déjase algunas horas sin caldear, mejor durante la noche. Después de este tiempo, para la mayor parte de las piritas la corrosión o ataque ha terminado. Evapórase en baño de arena casi por completo, pudiéndose prescindir de vigilar la operación si se añade un gramo de cloruro de sodio, que fija el ácido sulfúrico libre. Reprodúcese la operación con dos centímetros cúbicos de ácido clorhídrico y otro tanto de agua, y una vez terminada se añade 50 centímetros cúbicos de agua hirviente y luego, por pulgaradas sucesivas, 4 gramos de carbonato de sodio puro. Despréndese ácido carbónico y el hierro, lo mismo que los otros metales, son precipitados; restan disueltas solamente las sales alcalinas y vestigios de cobre, lo que no ofrece inconveniente alguno.

Filtrase, y el residuo insoluble es lavado perfectamente con agua hirviente. El precipitado es poco voluminoso; lávase con facilidad y no retiene sulfatos (exceptuando desde luego el sulfato de barita que puede contener la pirita).

Ya fría la solución, agrégase dos gotas de metilo anaranjado, neutralizando luego. Para esta neutralización hácese uso primero de ácido clorhídrico diluido, terminando con la solución seminormal; suspéndese al aparecer el tono rosa. La presencia en cantidad importante de ácido carbónico hace incierto el viraje. Para aumentar la sensibilidad en los casos dudosos, aconséjase hacer hervir la solución algunos minutos, enfriarla y completar seguidamente la neutralización; esta precaución permite obtener un viraje limpio.

Se pone a hervir la solución neutralizada a fin de sacar el ácido carbónico; esta operación es inútil si se ha hecho hervir ya antes de terminar la neutralización; en tal caso basta entibiar el licor.

Agrégase al licor 60 centímetros cúbicos de una solución de barita que contenga 45 gramos de barita hidratada por litro. Esta cantidad ha sido calculada para que no reste un exceso pronunciado, condición favorable para una buena dosificación. Añádese una gota de fenoltaleína y se somete a una corriente de ácido carbónico. El ácido carbónico, suministrado por un aparato de Kipp, debe hallarse perfectamente lavado. La carbonatación es vigilada a fin de detener el paso del gas en el momento de la desaparición del tinte rosa.

Se filtra y lava el precipitado en agua caliente, pero no hirviente.

La solución filtrada es puesta a enfriar y graduada luego.

La graduación se hace con la solución seminormal de ácido clorhídrico, suspendiéndola al aparecer el tinte rosa.

Bueno es indicar que la graduación se opera en

condiciones particularmente ventajosas, porque débese hacer uso del mismo viraje que para la neutralización.

El volumen en centímetros cúbicos de licor graduado utilizado, multiplicado por 0'008, da la cantidad de azufre contenida en la muestra tomada para el ensayo, y multiplicando este mismo volumen por 1'6, tiénesse directamente la riqueza por ciento.

El método volumétrico descrito es muy expeditivo, y particularmente ventajoso en los laboratorios y fábricas en que los análisis de piritas son numerosos.

La duración de la dosificación puede abreviarse operando el ataque por fusión con una mezcla de carbonatos alcalinos y nitrato de sosa; este ataque puede hacerse en una retorta de platino. Si la fusión se efectúa por medio de gas hay que rodear la operación de grandes precauciones, a fin de evitar todo aporte de azufre. La masa fundida es solidificada con agua caliente. El licor límpido obtenido después de la filtración es neutralizado y la dosificación se prosigue de acuerdo con el método indicado. Conviene hacer notar que el ataque por la vía seca hace pasar al estado de sulfato de sodio el sulfato de barita que puede contener la pirita; el azufre de este sulfato, que deja el ataque con el agua regia, carece de valor. Para los análisis serios el autor aconseja como mejor el ataque por la vía húmeda.

Determinación del estaño en los bronce

Para un bronce que contenga aproximadamente un 10 % de estaño, se ataca 1 gramo de virutas con 10 a 15 cm.³ de ácido nítrico del peso específico de 1,4; es necesario que la cantidad de aleación pesada tenga aproximadamente 0'1 gramos de estaño. Se evapora el ácido libre, se le sustituye por 75 cl. de agua caliente y se hace hervir algunos minutos; se filtra con amianto, dejando la mayor cantidad posible de precipitado en el matraz de ataque; se lava por decantación con agua caliente que contenga pequeñas cantidades de ácido nítrico, y finalmente se lava con agua pura. Se hace pasar el filtro y su contenido al matraz de ataque, utilizando la menor cantidad posible de agua (20 cm.³ a lo sumo). Se añade un volumen de ácido sulfúrico concentrado igual al volumen de agua empleada y se conduce el conjunto a la ebullición durante tres minutos; se añade entonces 50 cl. de ácido clorhídrico concentrado y se mantiene la ebullición dos minutos. Se vierte 1 gramo de antimonio finamente pulverizado, se hace hervir un instante más y después se enfría rápidamente en una corriente de ácido carbónico. Se determina el grado de concentración con el yodo $\frac{N}{20}$.

Se ha propuesto otro método de separación del cobre y del estaño, basado en el hecho de que el cobre puede precipitarse de sus soluciones completamente en el estado metálico por medio del cloruro de hidrógeno, mientras que el estaño queda en el estado estannoso. Se disuelven medio grado de virutas de la aleación en 10 a 15 cl. de agua regia y la solución se diluye en un volumen igual de agua. Se vierte licor de sosa cáustica de manera que neutralice el ácido libre sin que se produzca no obstante precipitado, y se conduce a la ebullición. En un gran matraz de Erlenmeyer, se disuelve 20 gramos de sosa cáustica en 300 cl. de

agua, se hierve y después se vierten 2 a 3 gramos de clorhidrato de hidrógeno; el licor de ataque de la aleación se vierte gota a gota en la solución alcalina, que se agita con energía. El cobre se precipita en el estado metálico; se deja hervir a fuego lento 15 minutos y se filtra. Después del lavado del filtro en agua caliente, se concentra el licor filtrado, acidificado con ácido clorhídrico, y el estaño se determina sea volumétrica o ponderalmente, precipitándolo en estado de sulfuro y transformándolo en óxido.

Endurecimiento superficial del hierro y el acero

Se calienta la pieza al rojo blanco, y después se la sumerge en una mezcla compuesta de:

Prusiato amarillo	10 gramos
Sal de tártaro	10 —
Jabón negro	20 —
Sebo	20 —

Se calienta en seguida al rojo cereza y se temple en agua.

Pulimentación de pequeñas piezas de acero

Los pequeños órganos de las máquinas de coser, por ejemplo, pueden pulimentarse por el procedimiento siguiente:

Se hace una mezcla de 10 gramos de trementina, 20 de aceite de estearina y 30 de negro animal finamente pulverizado. Añádase alcohol suficiente para diluir el conjunto; se aplica por medio de un pincel y se deja secar. Finalmente se frota con suavidad con un paño untado de negro animal, y después con una piel de gamuza.

Contra la herrumbre

Se funde hasta saturación, en cantidad suficiente de agua caliente, sosa del comercio; se deja enfriar y se decanta, a fin de desembarazarla de impurezas. Se calienta de nuevo esta solución, en la cual se habrá puesto de antemano las piezas que se quieren preservar o proteger contra la herrumbre; a las primeras espumas se cuela el agua tan bien como sea posible y en seguida se extienden rápidamente las piezas sobre lienzo viejo y seco. Tratadas así, conservarán un ligero barniz de carbonato que las preservará de la herrumbre sin modificar su aspecto.

El arsénico como agente colorante para los metales

(Bronce, cobre, níquel, etc.)

El autor de la fórmula indica el ácido arsenioso o arsénico blanco como uno de los mejores agentes colorantes para objetos de bronce, níquel, cobre, etc.

El método más sencillo para colorar en negro los objetos de bronce o cobre, es:

1) Arsénico blanco ($As^3 O^3$)	60 gramos
Cianuro de potasio	160 —
Agua	4 litros

Esta solución se emplea caliente, sin corriente eléctrica; se calienta en recipiente esmaltado.

Otro fórmula buena para emplearla fría con corriente eléctrica es la siguiente:

2) Arsénico blanco	500 gramos
Cianuro	1000 —
Agua	24 litros
Carbonato de amoníaco	320 gramos

El arsénico y el cianuro se disuelven juntos en 20 litros de agua. El carbonato se disuelve aparte y se mezcla con el resto después de la disolución en 4 litros de agua.

Se emplea ánodos de acero o de latón y una corriente de 1 voltio. No es recomendable para objetos pequeños, que se colorean mal.

Se indica además los baños siguientes:

a) Arsénico blanco	320 gramos
Sosa cáustica pura	130 —
b) Arsénico blanco	1500 gramos
Cianuro de potasio	130 —
Sosa cáustica comercial	750 —
Agua	20 litros

Las mismas condiciones de empleo que la fórmula 2.

c) Arsénico blanco	1000 gramos
Carbonato de cobre	130 —
Cianuro de K	1250 —
Agua	20 litros

Las mismas condiciones de empleo que la fórmula 2.

3) Solución ácida.	
Ácido clorhídrico comercial	20 litros
Arsénico blanco	1000 gramos
Ánodos de grafito o aglomerado de carbón.	

Las soluciones ácidas son necesarias cuando se desea que queden porciones de superficie sin colorear, tratadas solo al barniz de asfalto.

Otro baño ácido:

4) Ácido clorhídrico comercial	4 litros
Viruta de hierro	130 gramos
Arsénico blanco	130 —

Esta fórmula da un tinte bronceado oxidado.

Se puede reemplazar las virutas de hierro por el sulfato de hierro.

Fabricación de cera industrial aplicable a los mismos usos que la cera natural

Esta cera industrial se obtiene por la mezcla siguiente:

Dosis para obtener 600 gramos de cera industrial:

Colofonia	300 gr.
Estearina	75 —
Esencia de petróleo	75 —
Sulfato de alúmina	12 —
Anilina	5 —
Alcohol de 90°	10 —
Amoníaco en piedra	6 —
Agua tibia	150 —
Amoníaco líquido	90 —

Formulario industrial

Patinado artificial de los bronceos

FÓRMULAS ESCOGIDAS PARA LA PREPARACIÓN
DE LAS MIXTURAS

Pátina verde de agua

Amoniaco	50 gramos
Vinagre	1 litro
Sal amoníaco	50 gramos
Cenizas verdes	70 —
Amarillo secromio	30 —

Patinado en una sola capa

Amoniaco	30 gramos
Vinagre	1 litro
Sal amoníaco	30 gramos
Sal marina	30 —
Sanguina	125 —
Plombagina	25 —

Matiz verde azulado

Agua	1 litro
Sal amoníaco	40 gramos
Carbonato de amoníaco	120 —

Pátina pardo encina

Amoniaco	30 gramos
Vinagre	1 litro
Sal amoníaco	30 gramos
Sanguina	100 —

Pátina verde

Agua	250 cc.
Sal amoníaco	20 gramos
Acetato de cobre cristalizado	10 —

Otra

Agua	1 litro
Sal amoníaco	20 gramos
Sulfato cúprico	80 —

Otra, para el latón

Amoniaco	15 gramos
Vinagre	1 litro
Sal amoníaco	7 gramos
Sal marina	7 —

Pátina verde antiguo

Amoniaco	16 gramos
Vinagre	1 litro
Sal amoníaco	15 gramos
Sal marina	16 —

Otra

Agua	1 litro
Acido acético	100 gramos
Sal amoníaco	200 —
Sal marina	20 —
Cenizas verdes	20 —
Sanguina	10 —

Pátina verde aceituna

Agua	1 litro
Amoniaco	30 gramos
Sal amoníaco	15 —
Sal marina	15 —

Otra

Agua	1 litro
Amoniaco	2 —
Carbonato de sosa	125 gramos
Carbonato de cobre	250 —

Bronceado del latón

Vinagre	1 litro
Sal amoníaco	30 gramos
Alumbre	30 —
Acido arsenioso	8 —

Bronceado verde

Amoniaco	25 gramos
Sal amoníaco	25 —
Sal marina	20 —
Sulfato cúprico	10 —
Amarillo secromio	20 —

Bronceado ligero

Vinagre	1 litro
Sal amoníaco	30 gramos
Alumbre	15 —
Acido arsenioso	8 —

Pátina para medallas

Vinagre	1 litro
Sal amoníaco	165 gramos
Acetato de cobre cristalizado	250 —

Pátina antigua

Vinagre	500 cc.
Sal amoníaco	60 gramos
Oxalato de potasa	20 —
Acido oxálico	40 —

Otra

Vinagre	1 litro
Sal amoníaco	120 gramos
Acido oxálico	40 —

Pátina negra del hierro y el acero

El licor oxidante puede emplearse para el bronceado de los cañones de fusil, botiquines de muestra, útiles, etc. Se compone de:

Cloruro de bismuto	10 gramos
Bicloruro de mercurio	50 —
Percloruro de hierro	20 —
Cloruro de cobre	10 —
Acido clorhídrico	60 —
Alcohol	50 —
Agua destilada	500 —

Los objetos, pulimentados con cuidado y desengrasados, se recubren de una capa uniforme de esa mezcla, sea por inmersión sea con pincel. Se dejan secar; después se bañan durante media hora en agua hirviendo. Se repiten las operaciones hasta que se obtenga un tinte suficientemente subido, se pasan finalmente por aceite y después se calientan al fuego.

Electrodeposición del cobre**FÓRMULAS PARA LA PREPARACIÓN DE LAS SOLUCIONES**

Las soluciones utilizadas para el depósito electrolítico del cobre pueden dividirse en tres categorías principales, que son las siguientes:

- 1.º Soluciones ácidas de sales ordinarias de cobre;
- 2.º Soluciones alcalinas de sales complejas;
- 3.º Soluciones a que se ha agregado determinadas sustancias que favorecen el depósito.

A continuación damos los principales baños pertenecientes a cada una de estas categorías.

A) SOLUCIONES ALCALINAS*Para hilos metálicos*

Carbonato de cobre	60 gramos
Cianuro de potasio	80 —
Agua	1000 —

Otra

Carbonato de cobre	160 gramos
Cianuro de potasio	320 —
Carbonato de potasio	320 —
Agua	1000 —

Otra

Sulfato de cobre	100 gramos
Acetato de cobre	200 —
Cianuro de potasio	150 —
Carbonato de potasio	150 —
Agua	1000 —

Para el cinc

Sulfato de cobre	60 gramos
Cianuro de potasio	150 —
Amoniaco (densidad, 0,88)	cantidad suficiente
Agua	1000 gramos

Otra

Acetato de cobre	14 gramos
Cianuro de potasio	20 —
Amoniaco (densidad, 0,88)	8 —
Agua	1000 —

Para el cinc y el hierro

Acetato de cobre	20 gramos
Cianuro de potasio	28 —
Amoniaco (densidad, 0,88)	7 —
Bisulfito de sodio	8 —
Carbonato de sodio	20 —
Agua	1000 —

Otra

Acetato de cobre	20 gramos
Cianuro de potasio	22 —
Amoniaco (densidad, 0,88)	12 —
Carbonato de sodio	20 —
Sulfito de sodio	8 —
Agua	1000 —

Otra

Sulfato de cobre	36 gramos
Cianuro de potasio	38 —
Amoniaco (densidad, 0,88)	26 —
Agua	1000 —

Para el hierro

Sulfato de cobre	60 gramos
Sosa cáustica	50 —
Tartrato doble de sosa y potasa	159 —
Agua	1000 —

Otra

Sulfato de cobre	19 gramos
Carbonato de sodio	43 —
Bitartrato de potasio	19 —
Sosa cáustica	8 —
Agua	1000 —

Otra

Fluosilicato de cobre	120 gramos
Fluosilicato de amonio	80 —
Tartrato de amonio	60 —
Fluoruro de amonio	50 —
Agua	1000 —

Para cilindros

Sulfato de cobre	36 gramos
Cianuro de potasio	108 —
Carbonato de sodio	144 —
Sulfato de sodio	72 —
Agua	1000 —

Para la plata

Sulfato de cobre	200 gramos
Cianuro de potasio	10 —
Sulfidrato de amoniaco	10 —
Agua	1000 —

Otra

Sulfato de cobre	30 gramos
Sosa cáustica	50 —
Tartrato doble de potasa y sosa	150 —
Agua	1000 —

Otra

Cianuro de cobre	5 gramos
Sulfato de amonio	85 —
Tartrato de potasio	150 —
Agua	1000 —

Otra

Oxido cuproso	15 gramos
Cianuro de potasio	45 —
Hiposulfito de sodio	15 —
Agua	1000 —

Otra

Carbonato de cobre	cantidad suficiente
Carbonato de potasio	—
Bitartrato de potasio	100 gramos
Agua	1000 —

Para todos los metales

Cianuro doble de potasio y cobre.	30 gramos
Bre.	1 —
Cianuro de potasio.	20 —
Bisulfito de sodio.	20 —
Sulfato de sodio.	10 —
Amoniaco y sosa cáustica.	1000 —
Agua.	—

Otra

Cianuro doble de potasio y cobre.	30 gramos
Cianuro de potasio.	2 —
Bisulfito de sodio.	6 —
Sulfito de sodio.	20 —
Sulfato de sodio.	20 —
Agua.	1000 —

Otra

Acetato de cobre.	20 gramos
Cianuro de potasio.	22 —
Bisulfito de sodio.	20 —
Carbonato de sodio.	25 —
Agua.	1000 —

Otra

Carbonato de cobre.	45 gramos
Cianuro de potasio.	85 —
Carbonato de potasio.	23 —
Bisulfito de sodio.	20 —
Fluoruro de amonio.	50 —
Agua.	1000 —

Otra

Oxido cuproso.	7 gramos
Cianuro de potasio.	20 —
Bisulfito de sodio.	20 —
Fluoruro de amonio.	50 —
Agua.	1000 —

B) SOLUCIONES ÁCIDAS

Para electrotipia

Sulfato de cobre.	150 gramos
Agua.	1000 —

Para cobreado

Sulfato de cobre.	150 gramos
Ácido sulfúrico.	100 —
Agua.	1000 —

Para galvanoplastia

Sulfato doble de amonio y cobre.	40 gramos
Ácido sulfúrico.	exceso
Agua.	1000 gramos

Otra

Sulfato de cobre.	200 gramos
Ácido sulfúrico.	20 —
Agua.	1000 —

Otra

Azotato de cobre.	350 gramos
Ácido nítrico.	exceso
Agua.	1000 gramos

Otra

Oxalato de cobre.	cantidad suficiente
Ácido oxálico.	exceso
Oxalato de amonio.	cantidad suficiente.
Agua.	1900 gramos

Otra

Acetato de cobre.	5 gramos
Ácido acético.	exceso
Agua.	1000 gramos

C) AGENTES ADICIONALES QUE FAVORECEN

EL DEPÓSITO DEL COBRE

Solución	Sustancias coloidales	Agentes reductores.	Agentes inorgánicos.
Sulfato.	Gelatina.	Melaza.	Nit. ^o de potasio.
	Cola.	Ácido benzoico.	Ácido nítrico.
	Sales de estaño.	Hidroxilamina.	Clorato de sodio
	Ácido tánico	Azúcar.	Sulfato de cinc.
	Alumbre	Alcohol	
Fluosilicato	Gelatina.	Piragalol.	
	Fluosilicato de aluminio.		

Electrodeposición del latón*Fórmulas principales para la preparación de los baños*

- I. Sulfato de cobre. 25 partes
Sulfato de cinc. 29 —
Cianuro de potasio. cantidad suficiente
Agua. 1000 partes
- II. Sulfuro de cobre. 112 partes
Sulfato de cinc. 37 —
Cianuro de potasio. 147 —
Carbonato de potasio. 6 —
Potasa cáustica. 5 —
Cloruro de sodio. 94 —
Agua. 1000 —
- III. Carbonato de cobre. 50 partes
Carbonato de cinc. 10 —
Cianuro de potasio. 110 —
Carbonato de sodio. 14 —
Bisulfito de sodio. 4 —
Amoniaco. 7 —
Agua. 1000 —
- IV. Carbonato de cobre. 50 partes
Sulfato de cinc. 30 —
Cianuro de potasio. 75 —
Agua. 1000 —
- V. Carbonato de cobre. 35 partes
Óxido de cinc. 23 —
Cianuro de potasio. 165 —
Carbonato de potasio. 75 —
Agua. 1000 —
- VI. Acetato de cobre. 45 partes
Sulfato de cinc. 9 —
Cianuro de potasio. 7,5 —
Amoniaco. 30 —
Potasa cáustica. 67 —
Agua. 1000 —

VII.	Cloruro cúprico	3 partes
	Sulfato de cinc	7 —
	Cianuro de potasio	10 —
	Carbonato de potasio	100 —
	Agua	1000 —
VIII.	Azotato de cobre	solución saturada
	Sulfato de cinc	—
	Cianuro de potasio	exceso
	Amoníaco	cantidad suficiente
	Agua	1000 partes
IX.	Acetato de cobre	150 partes
	Acetato de cinc	15 —
	Cianuro de potasio	cantidad suficiente
	Acetato de potasio	150 partes
X.	Cloruro cúprico	6 partes
	Sulfato de cinc	8 —
	Cianuro de potasio	10 —
	Carbonato de potasio	65 —
	Agua	1000 —
XI.	Cloruro cúprico	8 partes
	Sulfato de cinc	15 —
	Nitrato de amonio	90 —
	Carbonato de potasio	180 —
	Agua	1000 —
XII.	Cloruro cúprico	5 partes
	Sulfato de cinc	10 —
	Cianuro de potasio	2,4 —
	Nitrato de amonio	61 —
	Carbonato de potasio	120 —
	Agua	1000 —
XIII.	Cianuro de cobre	42 partes
	Cianuro de cinc	42 —
	Cianuro de potasio	4 —
	Cloruro de amonio	4 —
	Amoníaco y sosa cáustica	20 —
	Agua	1000 —
XIV.	Acetato de cobre	13 partes
	Cianuro de cinc	10 —
	Cianuro de potasio	38 —
	Carbonato de sodio	100 —
	Bisulfito de sodio	20 —
	Agua	1000 —
XV.	Óxido cuproso	9 partes
	Cloruro de cinc	8 —
	Cianuro de potasio	30 —
	Bisulfito de sodio	20 —
	Agua	1000 —
XVI.	Acetato de cobre	14 partes
	Cloruro de cinc	14 —
	Cianuro de potasio	30 —
	Bisulfito de sodio	28 —
	Amoníaco	16 —
	Agua	1000 —
XVII.	Acetato de cobre	13 partes
	Cloruro de cinc	13 —
	Cianuro de potasio	35 —
	Carbonato de sodio	30 —
	Bisulfito de sodio	20 —
	Ácido arsenioso	0,2 —
	Agua	1000 —
XVIII.	Carbonato de cobre	12 partes
	Carbonato de cinc	7 —

Cianuro de potasio..	20	partes
Carbonato de sodio.	20	—
Bisulfito de sodio.	20	—
Ácido arsenoso .	0,2	—
Agua.	1000	—
Sulfato de cobre.	3	partes
Sulfato de cinc.	20	—
Cianuro de potasio.	60	—
Agua.	1000	—
Cianuro de cobre.	13	partes
Cianuro de cinc.	7	—
Cianuro de potasio.	100	—
Carbonato de amonio.	100	—
Agua.	1000	—

Electrodeposición del cobre

Fórmulas para la preparación de los baños

I.	Carbonato de cobre	37,5 partes
	Óxido de estaño	7,5 —
	Carbonato de potasa	15 —
	Cianuro de potasio	203 —
	Agua	1000 —
II.	Sulfato de cobre	22 partes
	Estanato sódico	5,5 —
	Hiposulfito de sodio	5 —
	Tartrato doble de sodio y potasio	150 —
	Agua	1000 —
III.	Fosfato de cobre	cantidad suficiente
	Cloruro estanoso	—
	Pirafosfato de sodio	50 partes
	Agua	1000 —
IV.	Sulfato de cobre	15 partes
	Oxalato estanoso	4,2 —
	Oxalato de amonio	55 —
	Ácido oxálico	5 —
	Agua	1000 —
V.	Cloruro cuproso	1,5 partes
	Cloruro estanoso	1,2 —
	Carbonato de potasio	100 —
	Cianuro de potasio	10 —
	Agua	1000 —

Temple de los aceros rápidos

El temple de las herramientas de acero rápido es una operación delicadísima. Los útiles de acero dulce, semidulce y duro se tratarán al efecto como sigue:

- Caldeo lento en el horno hasta cerca de 800°.
- Caldeo rápido en el horno o con lumbre de fragua hasta una temperatura próxima al punto de fusión.
- Introducción de la herramienta en un baño de plomo a 640°.
- Enfriamiento lento o rápido, a voluntad, de 640° a la temperatura del ambiente.
- Retorno de la herramienta en el baño a 640°.
- Enfriamiento lento o rápido, a voluntad, de 140° a la temperatura del ambiente.
- Rectificación en la muela, por estar entonces la herramienta ligeramente oxidada y deformada.

Si el orig
estructura ex
coche remo
carros asirio
mecánicas se
cho más rec
ción que car
el riel, el ca

El tran
transformaci
centamiento
medida, de
que estos ha
merece todo
el tiempo l
greso.

Así, pue
del tranvía
auxiliar de l

Remontá
anterior a la
mas mecáni
dad, el sist
carriles o tr
ha llegado h
ción en algu
ciones dond
ción o la i
los sistema
económican
conveniente
ten las con
ducción o
las primeras
radoras de
el carbón,
etcétera.

El ingen
trán, pensar
minución d
lizamiento
un vehícu
menos gros
miento del
de la fuerza
nos de mad
extraordina
esta sencilla

La prim
tran de sus
rales en la
Bretaña; las
transporte
alcanzaban
rollar el ti
mismo esf
elevando ac

Una pr
práctica de
vada de la
desgaste; lo
hierro, dan
lución del

La nece
dura const
conductore
incómodo

TRANVÍA ELÉCTRICO

(VÉASE MODELO DESMONTABLE)

Si el origen del tranvía por su genérico objetivo y estructura externa, pudiéramos asimilarlo al origen del coche remontándonos más allá de las épocas de los carros asirios y egipcio, por sus especiales condiciones mecánicas se traslada a época incomparablemente mucho más reciente. Y este origen se señala por la aparición que caracteriza a aquellas condiciones mecánicas: el riel, el carril.

El tranvía, como toda transformación o signo de transformación de las condiciones de la vida en acrecentamiento dinámico, es un instrumento, en su propia medida, del progreso del hombre y de la sociedad, que estos han de mirar con la simpatía y el interés que merece todo móvil y todo nexo que van señalando en el tiempo la estela continuada é indefinida del progreso.

Así, pues, bajo el concepto establecido, el origen del tranvía deriva de la aparición del riel como medio auxiliar de la tracción.

Remontándose la aparición de los rieles a época anterior a la aplicación o descubrimiento de los sistemas mecánicos de tracción, como el vapor y la electricidad, el sistema tractivo de los primeros coches de carriles o tranvías, era el primitivo de tiro animal que ha llegado hasta nuestros días y todavía tiene aplicación en algunas instalaciones industriales, y en poblaciones donde su transformación o la implantación de los sistemas modernos es económicamente difícil o inconveniente, o no la permiten las condiciones de producción o adquisición de las primeras materias generadoras de energía, como el carbón, saltos de agua, etcétera.

El ingeniero inglés Outran, pensando que una disminución de roce en el deslizamiento de las ruedas de un vehículo por la superficie cruda o siempre más o menos grosera del terreno, multiplicaría el aprovechamiento del esfuerzo desarrollado por la unidad tractiva de la fuerza animal, construyó una vía con carriles planos de madera (fig. 1) alcanzando la prueba un éxito extraordinario a pesar de las múltiples deficiencias que esta sencilla disposición inicial había de ofrecer.

La primera aplicación práctica verificada por Outran de sus carriles, fué para el transporte de materiales en las minas de carbón de piedra de la Gran Bretaña; las caballerías destinadas hasta entonces a este transporte con los carros ordinarios, fatigosamente alcanzaban a arrastrar una tonelada de hulla, y al desarrollar el tiro sobre aquellos carriles rudimentarios el mismo esfuerzo se triplicó en potencia de arrastre, elevando aquel peso a tres toneladas.

Una primera dificultad importante surgió en la práctica de este embrionario y deficientísimo riel, derivada de la naturaleza del material empleado: el rápido desgaste; lo que indujo a reemplazar la madera por el hierro, dando de este modo el primer paso en la evolución del carril.

La necesidad de que las ruedas verificaran la rodadura constantemente sobre los carriles, obligaba a los conductores de los carros a cierto cuidado sostenido e incómodo para conducir las caballerías marchando

uniformemente por el centro de la vía formada por las dos planchas paralelas; se necesitaba algo, como un obstáculo, que automáticamente conservara el vehículo en la vía aprovechando así la máxima eficiencia del sistema; la idea del obstáculo indujo a doblar en ángulo recto las planchas, a lo largo de los bordes exteriores (fig. 2).

Desde este momento se generaliza la adopción de los caminos o vías de carriles planos, principalmente en las comarcas mineras de Inglaterra, en las que se conocieron bajo la denominación de *caminos de Outran*, circunloquio que el instinto popular contrajo en el vocablo *tramways*.

El tranvía, pues, había surgido definitivamente a mediados del siglo XVIII. Pero este tranvía, en su primitiva aplicación para el transporte de materiales, había de ser desterrado más adelante, a principios del siglo XIX, por la locomotora, ya en esta época suficientemente perfeccionada para que la fuerza del vapor venciera en el terreno de la economía a la fuerza de sangre.

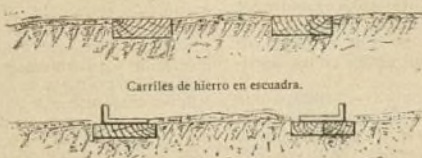
Una de las fases o consecuencias de la revolución industrial producida por la propagación y desarrollo de los ferrocarriles, fué el crecimiento en proporciones extraordinarias, colosales en algunos casos, de muchos pueblos.

La tensión de semejante movimiento demandaba una transformación del antiguo servicio de ómnibus que tomaba casi de improviso carácter público, convirtiéndose de un negocio de interés particular en una verdadera necesidad ciudadana y el recurso del simple aumento, por cierto muy limitado, de la capacidad de los coches, fué insuficiente. El problema de la rapidez de comunicaciones dentro de los perímetros urbanos y entre estos centros y sus

suburbios, no se satisfacía con esta solución que afectaba sólo al contingente, al número: había que facilitar la tracción y entonces se pensó en los *caminos de Outran*. En efecto, en muchas poblaciones empezó el tendido de rieles por las calles y se establecieron diferentes vías que, al facilitar la tracción, aumentó la rapidez, circulación y movimiento de los ómnibus convertidos ya, de este modo, en tranvías con el carácter con que hoy los conocemos.

Pero las condiciones de este sistema de rieles de los *caminos de Outran*, si aptos o por lo menos suficientes, en concurrencia con los demás sistemas de tracción, para el arrastre por las carreteras o caminos en los que el movimiento del tráfico afecta generalmente el mismo sentido, desarrollándose, en distintas direcciones siempre paralelamente, no estaba apropiada para coexistir con los demás sistemas en el movimiento radial y transversal, siempre irregular y vario, propio del tráfico y circulación en las calles de las poblaciones; pues el obstáculo que ofrecían a la circulación de los demás carruajes y vehículos y aún de los peatones, los bordes salientes laterales de los carriles, eran causa suficiente para hacer fracasar varias empresas explotadoras de estos nacientes tranvías, exponiendo a un fracaso el incipiente procedimiento de locomoción. Así ocurrió, por ejemplo, en 1832 con el

Los carriles primitivos.



Carriles de hierro en escuadra.

Fig. 1 y 2.—Caminos de Outran.

tranvía establecido en la 4.^a Avenida de Nueva York y en 1854 con el de la plaza del Louvre a Saint Cloud, en París, construido por M. Loubat. Muy posteriormente, a pesar de estos fracasos, aún se siguieron estableciendo en diferentes poblaciones líneas de este sistema de locomoción, obteniendo éxito vario y funcionando algunos bastante tiempo con relativa regularidad.

El perfeccionamiento de los rieles vino por fin a consolidar la existencia del tranvía, cuya necesidad y servicios y cuya adaptación a la naturaleza de la sociedad moderna; se puede computar por el extraordinario desarrollo que, desde la implantación del carril de ranura a nivel de los pavimentos, en 1869, con las instalaciones casi simultáneas de Londres, Nueva York y París, han venido adquiriendo, hasta nuestros días.

Sin afectar esencialmente al carácter del tipo de vehículo o coche que llamamos tranvía, la variedad del medio, la variedad de condiciones e intereses, el mismo perfeccionamiento de los sistemas de tracción, produjeron modificaciones muy importantes en los de esta clase de locomoción. Por muchos años permaneció invariable e insustituible el sistema de tracción animal; el vapor, más tarde, facilitó el tendido de líneas de gran extensión relativa, comunicando fácil y rápidamente los grandes centros y sus suburbios más alejados igualmente que los centros fabriles y núcleos industriales y recreativos de poblaciones relativamente cercanas situadas fuera del radio de acción siguiendo los itinerarios de los caminos de hierro ordinarios, con sus locomotoras aunque de reducidas dimensiones y sus convoyes compuestos de dos, cuatro y hasta seis coches.

La electricidad, finalmente, vino a simplificar, como tantos otros, el problema de la locomoción urbana, creando el elegante tipo moderno de tranvía eléctrico, uno de cuyos modelos más perfectos es el que publicamos en la lámina desmontable, el cual constituye un verdadero elemento decorativo en las perspectivas urbanas, después de llenar con acabada perfección la misión de comodidad pública que dentro de las capitales modernas representa.

La tracción eléctrica de los tranvías constituye una de las aplicaciones más prácticas de los electromotores desde la invención de los cuales se venía ya intentando; los primeros ensayos de esta naturaleza datan de 1835 en que Strating un Beder en Holanda y Botto en Turín, construyeron pequeños modelos de vehículos electromecánicos, sin mencionar los experimentos de Jacoby en Rusia para la propulsión marina, verificadas con una lancha en el río Niewa.

Desde esta fecha se suceden los experimentos, pudiéndose citar entre los más dignos de mención, en la escala progresiva de la aplicación de la electricidad a esta clase de locomoción, la pequeña locomotora eléctrica de Davenport con batería de pilas, construida en 1836 y la del escocés Davidson exhibida en 1839 en la exposición de curiosidades eléctricas de Londres, que pesaba 5.000 kilogramos y arrastraba un coche de viajeros, cuyos motores eran accionados por una corriente eléctrica suministrada por una batería de 40 elementos Grove. El mismo inventor hizo en 1842 otro ensayo más importante sobre la línea del ferrocarril de Edimburgo a Glasgow con una locomotora provista de una batería de pilas de placas de hierro y cinc sumergida en ácido sulfúrico diluido. La velocidad alcanzada por esta máquina fué de 4 millas por hora con un arrastre de 6 toneladas.

En 1847 otra locomotora, debida a Fanner, circuló sobre una vía de 45 centímetros arrastrando un coche con dos pasajeros. Por el mismo año, Page ensayó sobre el ferrocarril de Washington a Baltimore una potente locomotora cuyos electromotores estaban alimentados por una batería de cien poderosos elementos Grove, desarrollando una fuerza de 16 caballos.

La idea de la generación centralizada del fluido y distribución a las locomotoras por los carriles, se inicia con Thomas Hall en 1851, el que construye un pequeño coche de este tipo con buenos resultados. Siguen en esta orientación Siemens, en 1867, que tuvo la idea de construir un ferrocarril aéreo y utilizar las dinamos para la producción de la fuerza; Bellet y Rouvre en 1875 con nuevos ensayos en Versalles sin resultados prácticos, hasta que en 1879 Siemens y Alske consiguen en Berlín un éxito definitivo con su ferrocarril eléctrico que recibía la corriente producida por una dinamo fija, por un riel aislado sobre traviesas de madera.

Aunque hoy conviven los tres sistemas de tracción aplicados al tranvía, el de sangre, el de vapor y el eléctrico, la transformación en este último sistema de las antiguas líneas se va operando rápidamente forzada por las condiciones de economía, limpieza, comodidad, elegancia, etc., en que incomparablemente las supera la electricidad, resultando además, un notabilísimo progreso las líneas de nueva creación de locomoción urbana.

Valor comparativo de los sistemas de tracción aplicados a los tranvías.—Pero esta superioridad del sistema de tracción eléctrica, aplicada a los tranvías, sobre los demás sistemas, es aún más evidente que en aquellos órdenes que podríamos considerar como secundarios, y más transcendental, en el orden de la técnica y de la economía.

La potencia de los electromotores y la facilidad de su detención en marcha, permiten velocidades hasta de 20 kilómetros por hora en los coches urbanos, la tracción en rampas del 10 por 100, llegando a aumentar el tráfico hasta en un 80 por 100 debido a sus condiciones de mejor servicio. Es factible con este sistema la reducción de los intervalos de convoy a convoy, el aumento de las dimensiones y capacidad de los coches, la formación de remolques, aumentar el movimiento, capacidad y servicio de las líneas, sin sujeción ni dependencia de la accidentalidad de los precios de alimentación y enfermedades de las caballerías y otras circunstancias anexas al sistema de tracción animal que influyen marcadamente en su circulación y economía.

Por otra parte, en las pequeñas locomotoras de vapor, aplicables a los ferrocarriles urbanos y tranvías, el consumo de carbón por hora y caballo de vapor se eleva a 4 y hasta 5 kilogramos, mientras en las grandes máquinas de vapor, fijas, para producir una cantidad de trabajo igual, el consumo de aquel combustible no pasa de 850 gramos. El beneficio de transformar este trabajo, así generado, en energía eléctrica para transmitirlo por medio de conductores apropiados y electromotores emplazados en los coches, es evidente, aún en el supuesto de elevarse las pérdidas hasta un 50 por 100.

Este beneficio se multiplica extraordinariamente acabando de confirmar la superioridad bajo muchos aspectos del coche eléctrico sobre la locomotora de vapor, con la eliminación del gran peso muerto representado por el hogar y la caldera de que carece el primero y de los aprovisionamientos de agua y carbón, todo lo cual constituye un factor importantísimo de encarecimiento de la tracción y que, sobre imponer al último sistema condiciones varias inapropiadas e inconvenientes para el servicio urbano, como son la producción de humos, ruidos estridentes, trepidaciones, rastros residuarios de combustión y de toda clase de materiales de entretenimiento como las cenizas, aceites de lubricación, aguas de condensación, etc., y, sin mencionar su aspecto por lo general antiestético, lo sujetan a servicios complementarios como la toma de agua y combustible y otros de limpieza de que está exento el motor eléctrico, el cual todavía es susceptible de mejorar sus superiores condiciones de tracción económica en el caso de disponer de un salto de agua para la producción de energía eléctrica.

Partes principales de que se compone un tranvía eléctrico.—Varían mucho en su estructura y aún en su número, según el sistema de tracción, pero pueden clasificarse de un modo elemental cierto número de partes que permanecen invariables, en sus líneas generales u objetivo, cualquiera que sea el sistema de tracción aplicado.

En primer lugar, dos partes se destacan distintamente en la instalación de una línea de tranvías: una fija, la *vía* y la *línea de trabajo* que a veces se confunden en un solo elemento; y otra móvil, el *coche* o *convoy*.

La *vía* se compone comúnmente de dos líneas paralelas de *rieles* o *carriles*. La *línea de trabajo*, cuando no está constituida por los mismos rieles o los conductores no son subterráneos, está compuesta, principalmente, por el *cable aéreo* y los *postes* de suspensión de la línea aérea.

El *coche* está constituido por el *truck*, el *bastidor*, la *caja* y los elementos u órganos de circuito o aparatos motrices y de transmisión como los *motores*, el *trole*, los *cables*, el *regulador de la corriente* o *controlleur*, etcétera, y otros complementarios y auxiliares como el *alumbrado* y la *calefacción*, *frenos*, *salvavidas*, etc.

Describiremos por orden, en líneas generales, cada uno de estos elementos, sin perjuicio de volver sobre alguno de ellos de modo más particular al tratar de los diferentes sistemas de tracción eléctrica, según los cuales afectan diversidad de disposiciones, cambiando sus condiciones de forma, estructura y aplicación.

CARRILES.—Merecen los carriles muy especial mención si consideramos que, como hemos visto, son ellos los que imprimieron carácter y dotaron de *viabilidad* al tranvía.

Ya conocemos el origen de los *carriles* o *rieles* (en inglés *rail*, vocablo que se ha generalizado en casi todos los países) con los caminos de Outran (figs. 1 y 2) que datan de 1716, sustituyéndose bien pronto, como también sabemos, los primitivos carriles de madera por barras o, más bien, planchas planas de hierro forjado dispuestas sobre largueros de madera. En 1767 empezaron a usarse los carriles de fundición, a los que se les dio más tarde forma de escuadra para evitar, como ya hemos dicho, el que los vehículos que habían de rodar sobre ellos se salieran de la vía, perdiéndose el efecto que con los carriles se trataba precisamente de obtener. Una innovación traída por los progresos del ferrocarril se impuso introduciéndose más tarde en la tracción tranviaria, asegurando el éxito del tranvía y permitiendo el inusitado desarrollo posterior en su aplicación a la tracción urbana. Esta innovación consistió en la creación, en 1802, de la rueda de pestaña y la adopción del carril de forma de barra colocada de canto con el lado superior o cabeza del riel, de forma más o menos ovalada.

Sería prolijo describir todas las formas de carriles ideadas y empleadas, siguiendo su evolución, más íntimamente relacionada con la evolución del ferrocarril, de acción más amplia y múltiple que la del tranvía y de condiciones, por lo tanto, más variadas en sus exigencias mecánicas y de locación. Nos contraeremos al carril adaptado desde su origen a las condiciones especiales del tranvía.

El mayor peso de los vehículos eléctricos y las mayores velocidades que éstos adquieren con relación a los empleados en la tracción animal, exigen condiciones de mayor solidez y resistencia, tanto en los rieles mismos como en su instalación o tendido de la vía, lo que ha debido influir en el aumento de peso de los carriles y en la variación de sus dimensiones. El aumento de peso se ha restringido algo con la construcción de los carriles de acero desde la invención del acero Bessemer, hasta cuya fecha, 1860, se construyeron de hierro laminado.

Prescindiendo del especial cuidado que exige la elección del metal, el caldeo de los lingotes y el laminado,

la fabricación de los carriles difiere muy poco de la fabricación de los hierros ordinarios en simple y doble T. En la composición de los carriles de hierro, entra el hierro pudelado en una proporción de 80 por 100 y el 20 por 100 restante lo constituye generalmente el hierro de grano grueso, duro y fosforoso para facilitar el laminado.

En los carriles de acero es muy variable la naturaleza del metal que entra en su formación, dependiendo

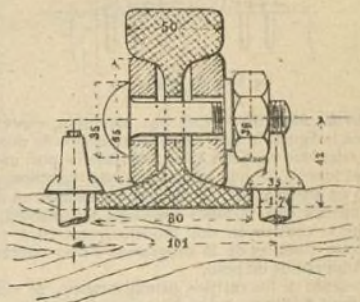


Fig. 3.—Carril Vignole.

en gran parte de las condiciones y grado de dureza que cada empresa exige; de todas suertes, la proporción de carbono oscila siempre entre 0,25 y 0,60 por 100.

Los carriles de acero, a igualdad de resistencia, son algo más económicos que los de hierro y ofrecen una duración que se calcula en diez veces mayor que la de los carriles de hierro.

Los sistemas de carriles más usuales en la tracción de los tranvías, son:

El carril Vignole.—El tipo de carril llamado *americano* o *carril Vignole* (figura 3), que es el carril tipo, de base, y tiene la forma aproximada de una doble T, fué introducido en Europa por el ingeniero del mismo nombre, obteniendo en la tracción urbana casi la misma aceptación que en su aplicación a los ferrocarriles, pudiendo considerarse como el precursor de los dos tipos de carriles de unificación hoy casi universalmente empleados en las vías férreas.

Los carriles Vignole para tranvías suelen tener un peso mínimo de 20 kilogramos por metro lineal y se sujetan sobre traviesas espaciadas a 80 centímetros.

Carriles de ranura.—Es el verdadero carril tipo de tranvía denominado de *ranura* que resume en una sola pieza las partes esenciales del carril y del contracarril, siendo además apropiado para el establecimiento al nivel del suelo como los llamados de Gradin y los de tipo Marsillón.

Pertenecen al tipo de ranura, los carriles Broca, Humbert, Phoenix, Gowans, Fohnstone, Rankine, etcétera, siendo los más empleados en Europa los del tipo Broca (figura 4) cuyo peso por metro lineal oscila entre 36 y 44 kilogramos.



Fig. 4.
Carril de ranura,
tipo Broca.

Carriles de Gradin.—La facilidad que ofrece la colocación de este tipo de carriles (figura 5) debido a su altura, los hacen especialmente aptos para ser colocados en calles empedradas o enlosadas. Existen también carriles de este tipo de menor altura; en este caso, se colocan los rieles sobre largueros de madera o de hierro que se sujetan al suelo por medio de cojinetes

en la forma representada en la figura. El peso por metro lineal de estos carriles suele ser de 45 a 50 kilogramos.

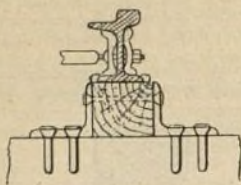


Fig. 5.—Carril de Oradín.

Carriles Marsillón.—Las vías Marsillón, representadas en la figura 6, son rieles compuestos de dos carriles, retenidos y sujetos a cierta distancia por medio de unos topes a los que van unidos con tornillos, formando un sistema que se entrama y descansa en cojinetes unidos con tornillos a traviesas de madera. De este tipo se construyen dos modelos, uno cuyo peso por metro lineal es de 35 kilogramos y otro reforzado de 41 kilogramos de peso.

El asiento de los carriles, primitivamente, se verificaba, como sabemos, sobre largueros de madera; más tarde, en 1793, se introdujo el uso de las traviesas, del mismo material. Esta última disposición, en una u otra forma aplicada, ha persistido hasta la actualidad, consolidándose por la mayor rigidez e invariabilidad que presta el sistema de vías paralelas.

En conjunto varía algo la manera de fijar los carriles en el piso, dependiendo en parte de la naturaleza de los pavimentos, de los tipos de carriles adoptados y del sistema de tracción para que estos últimos hayan de servir; pero por regla general, el carril asienta siempre sobre un firme, bien larguero de madera, bien banqueta de obra de ladrillo u hormigón o sobre una solera plana de este material, enlazando las dos líneas de carriles con traviesas de hierro.

CABLE AÉREO.—La línea de trabajo tiene por objeto la distribución a los coches de la energía eléctrica generada en uno o varios centros fijos o estaciones.

Cuando la dirección del fluido no se verifica por

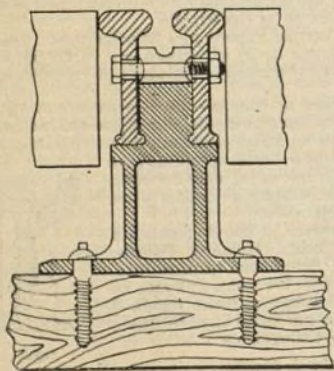


Fig. 6.—Carriles Marsillón.

medio de los mismos rieles o por cable subterráneo, tiene lugar por un cable aéreo, sostenido por brazos sujetos a postes verticales o por hilos tensores. En ambos casos, dada la peligrosa tensión que circula por

los hilos, siempre superior a 300 voltios, el hilo de trabajo está aislado de los postes y de los hilos tensores, cuando existen, por medio de unos dispositivos o pequeñas piezas cuyo núcleo principal está constituido por una materia aisladora como la porcelana; sobre estos núcleos o abrazándolos, se arman las pequeñas piezas metálicas anilladas, con orejetas, destinadas a retener, guiar, sujetar o unir, según los casos, los hilos tensores con el de trabajo y los postes, o directamente los postes con el hilo de trabajo; en el primer caso el aislamiento resulta duplicado por esta disposición, puesto que los hilos tensores están aislados de los postes y la conducción aérea, a su vez, de los hilos tensores.

El material de que está constituido el hilo de trabajo o cable aéreo, es un bronce fosforoso, de unos 8,5 milímetros de diámetro.

Como nunca conviene que la caída de potencial en la línea exceda de un 10 por 100, en líneas de mucha extensión, para evitar este exceso se hace necesario la formación en ciertos puntos de la red de centros de distribución del fluido, cuyos dispositivos se encierran

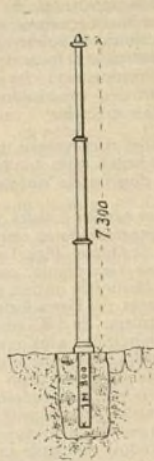


Fig. 7.

Postes de suspensión de los cables aéreos de trabajo.

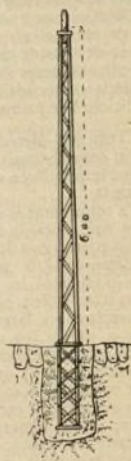


Fig. 8.

en cajas llamadas de distribución. La alimentación del fluido y potencial de estos centros se verifica por arterias llamadas *feeders*, conductoras directas, aéreas o subterráneas, de la corriente, desde la dinamo generatriz, existiendo en los contactos de las conducciones subterráneas de esta clase, interruptores o cortacircuitos que permiten aislar por secciones la línea de trabajo para facilitar la localización de un defecto de aislamiento o una reparación y evitar la suspensión del servicio en las demás secciones.

POSTES.—Son los pies verticales de unos 7 a 7,5 metros de altura sobre el nivel del suelo, situados de trecho en trecho en toda la extensión de la línea y destinados a la suspensión del cable aéreo de trabajo. Los dos tipos más comunes son los representados en las figuras 7 y 8. El primero está formado por tubos de acero, el segundo por una armadura de hierro; ambos están condicionados para resistir en su extremo superior una tracción lateral de unos 250 kgs. sobre ellos desarrollada por la tensión considerable a que se hallan los hilos de trabajo con objeto de reducir las catenarias o curvas naturales generadas por la acción del peso del cable.

TRUCK.—El sistema total del coche descansa sobre cuatro puntos de apoyo que son los contactos tangenciales de las cuatro ruedas sobre los carriles; sobre estos puntos se superponen tres partes constitutivas de la base del coche en este orden: las ruedas, el truck y el bastidor, siempre por intermedio de resortes que amortiguan la trepidación y sacudidas propias de la

Por las cabeceras de este gran rectángulo se prolongan otros dos más estrechos, que corresponden a las plataformas del tranvía, llevando en sus extremos las piezas curvadas frontales metálicas, llamadas parachoques (11). El bastidor está formado por largueros o brancales (2) y travesaños de madera muy resistentes, ensamblados y reforzados con ángulos de hierro sujetos con per-

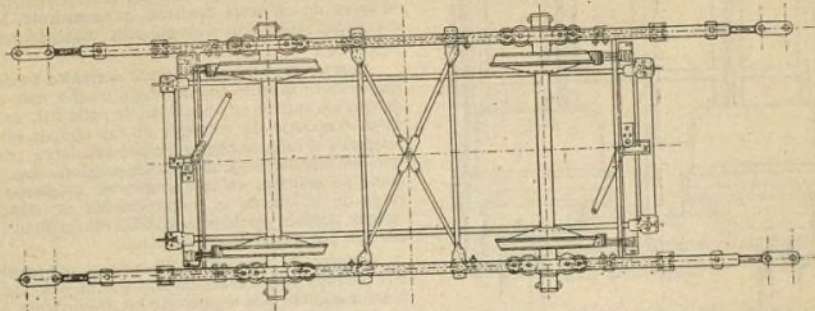


Fig. 9.—Truck.

marcha. Así, pues, sobre las ruedas gravita inmediatamente el truck (figura 9) formado por un rectángulo metálico en cuyos largueros (n.º 1 en la lámina desmontable) se hallan sobre muelles (n.º 3) las cajas de engrase (16) en que descansan los ejes de las ruedas (14 y 15). Las dos barras centrales transversales del

nos. Todo este armazón descansa inmediatamente sobre el truck mediante llantas de hierro (5) y los muelles en espiral del larguero (4) y los de láminas de acero (6) de suspensión de la caja.

CAJA.—Consiste en un armazón de madera solidario

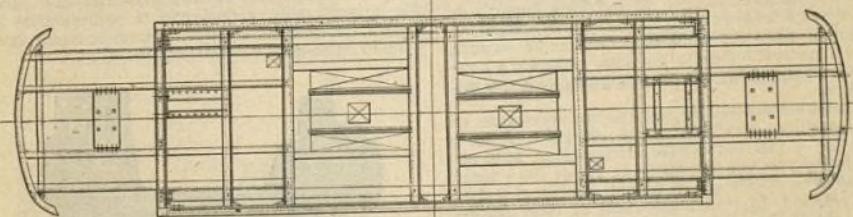


Fig. 10.—Bastidor.

truck son las destinadas a soportar los motores. Sobre los travesaños de cabecera juegan la palanca y los muelles de la zapata del freno mecánico.

BASTIDOR.—Sobre el truck se encuentra el bastidor (figura 10) que consiste en un gran rectángulo destina-

del bastidor sobre el que va montado, formando una cámara central cerrada con asientos, destinada al alojamiento del pasaje; y dos compartimientos abiertos en los extremos o plataformas dando frente a la vía, las que, además de servir de acceso al pasaje, contienen los mecanismos para la maniobra de tracción donde se

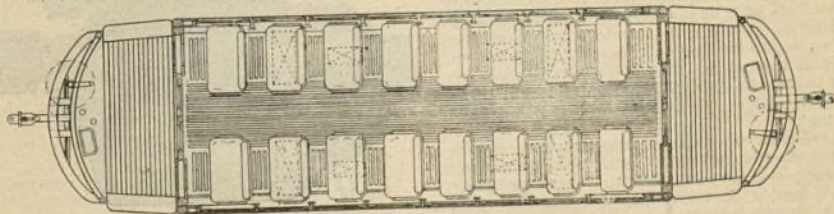


Fig. 11.—Planta del piso de la caja.

do a soportar por su parte inferior algunos de los mecanismos auxiliares de la tracción como la barca de enganche (8) con su resorte de tracción (10) y freno neumático (figura 18), cuando existe, como en el modelo de tranvía representado en la lámina desmontable, estribos, etc.; por la parte superior, la caja del coche.

colocan los encargados de dirigirle o conductores, dando frente a la vía en la dirección de la marcha.

Las figuras 11 y 12 dan idea completa de la construcción y disposición de la caja de un tranvía moderno semejante al representado en la lámina desmontable, que es tipo de elegancia y comodidad.

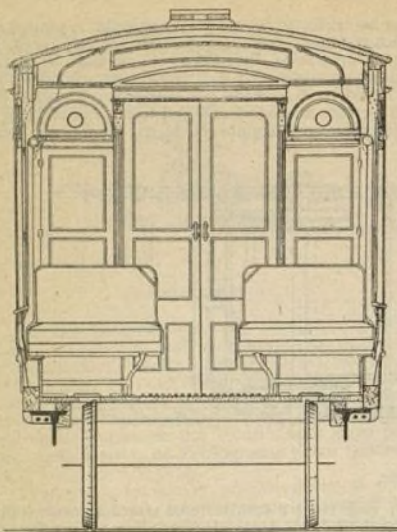


Fig. 12.—Sección transversal de una caja de coche.

MOTORES.—Las condiciones especiales de tracción exigidas por la índole del servicio, marcha del servicio y la naturaleza de la locomoción, requieren en los motores cualidades especiales no comunes, como la de ofrecer poco volumen, poder soportar sobrecargas imponentes, tener sus bobinas perfectamente aisladas, especialmente el inducido, por estar expuestos a trepidaciones y sacudidas que se transmiten a los ejes motores, etc.

Todos los motores de tranvías van encerrados en cajas metálicas para preservarlos del polvo y de la humedad y casi todos están arrollados en serie pudiendo soportar una sobrecarga de 25 por 100 y tienen escobillas de carbón que les permite cambiar el sentido de la rotación. El rendimiento total de estos motores suele ser de 75 por 100 (figura 13).

Los motores más empleados en la tracción son los de *corriente continua excitados en serie*, circulando la misma intensidad de corriente en los inductores e inducido. El máximo rendimiento de los motores se obtiene a la velocidad de régimen.

La *puesta en marcha* se inicia haciendo pasar la corriente por un reostato de resistencias en disminución que permite ir inversamente aumentando las velocidades. Este procedimiento tiene el gran inconveniente de gastar una parte de la energía en el calentamiento de la resistencia, por lo que, cuando el coche tiene dos motores, se prefiere que uno de ellos funcione como resistencia aun cuando puedan también, después, funcionar independientemente. Este procedimiento permite obtener notable economía en las líneas de paradas frecuentes.

La *velocidad del coche se regula* variando el voltaje entre los terminales por medio de una resistencia intercalada en el circuito principal. Para evitar las pérdidas de energía, se varía el campo magnético *shuntando* el circuito inductor con una resistencia.

Cuando los coches están alimentados por acumuladores, para la regulación de velocidades se varía el potencial en los terminales de los motores dividiendo la batería en un número de baterías de segundo orden que se agrupan en serie o en cantidad, según los casos, con cuya disposición se verifica la maniobra sin pérdida de energía.

El *frenado* se obtiene por la interposición progresiva de resistencias apropiadas en el circuito.

La *marcha en retroceso* se obtiene cambiando el sentido de la corriente en el inducido, para lo que, los motores de esta clase de tracción tienen las escobillas colocadas exactamente en la línea media.

Usanse también en la tracción de los tranvías, aunque en menor escala que los del sistema descrito, los *motores de corriente continua en derivación*, los de *corrientes polifásicas* y los *motores monofásicos con colector*.

Motores de corriente continua excitados en derivación.—Estos motores son de precio mucho más elevado que los anteriores, a igualdad de potencial, de consumo exagerado de corriente en las rampas, estando relegados al caso de empleo de acumuladores, con los que este inconveniente desaparece pudiendo funcionar como generatrices en las pendientes, ayudando a la carga de la batería; es auto-regulador de velocidad, aunque también puede esta modificarse variando la excitación por medio de resistencias.

Motores de corrientes alternativas polifásicas.—Son motores de construcción más sencilla y sólida y de funcionamiento más seguro que los de corriente continua, pero ofrecen el inconveniente de ser su instalación mucho más costosa por requerir las corrientes el empleo de dos hilos por lo menos, cuya acción, aunque menor, requiere un gasto de material superior al necesario para un solo conductor, propio de la corriente continua. Tiene en su favor, sin embargo, el sistema de corriente alternativa polifásica, una inmensa ventaja para las líneas de gran extensión por su radio de acción mucho mayor, dada la carga de potencial de 500 voltios a que se distribuye la energía eléctrica, con pérdidas insignificantes, permitiendo la supresión de los *feeders*. La velocidad de estos motores se regula intercalando resistencias en el circuito inducido.

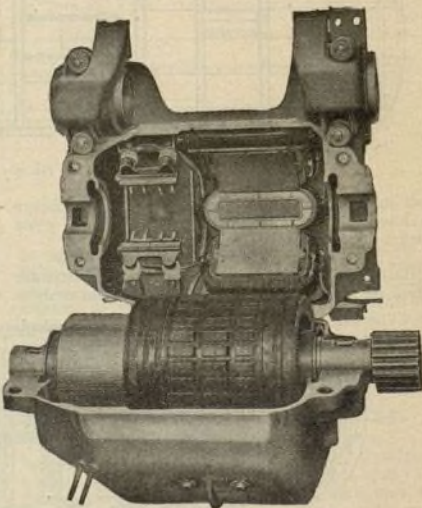


Fig. 13.—Motor abierto.

Motores monofásicos con colector.—Data de pocos años el empleo de estos motores, y su introducción práctica en la tracción de los tranvías se debe a M. Lamme. Su principio estriba en el hecho de que un motor de corriente continua excitado en serie, persiste en su movimiento cuando el sentido de la corriente

cambia a la vez en el inducido y en el inductor. La ventaja de su aplicación a la tracción estriba en que el factor potencial es independiente de la frecuencia, pudiendo emplear corrientes intensas sin hacer ninguna modificación en el sistema de la línea de corriente continua.

REGULADORES DE CORRIENTE, REGISTROS O CONTROLLEURS.—El objeto de estos aparatos es la regulación del paso de corriente para obtener las diferentes gradaciones de potencial y velocidad en los vehículos por

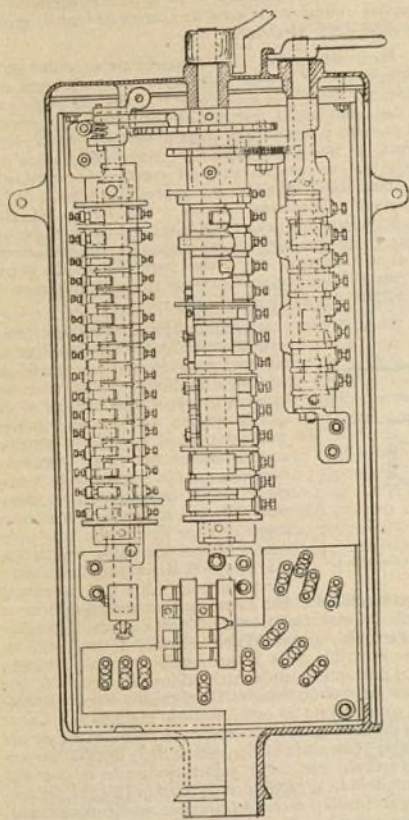


Fig. 14.—Regulador de corriente o controlleur.

medio de la formación de diferentes conexiones entre los dos motores. Existe uno en cada una de las plataformas del tranvía (38) y están constituidos, por regla general (figura 14) por dos cilindros de diferentes dimensiones, en el mayor de los cuales existe cierto número de segmentos de cobre sobre los que se apoyan una serie de lengüetas del mismo metal, destinadas a producir, en cada caso, las resistencias necesarias, mientras que el cilindro menor es el conmutador de inversión de la marcha, invirtiendo el sentido de la corriente en los motores por medio de las palancas aisladas que contiene, las cuales se pueden poner en comunicación con cierto número de escobillas fijas. Los diferentes contactos sobre el primer cilindro se obtienen imprimiendo a éste un movimiento de rotación

por medio de la manivela superior (39) exterior a la caja que encierra los dos cilindros y sobre cuya tapa están indicadas por un cuadrante las posiciones grada-

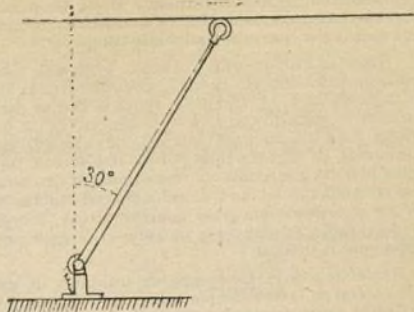


Fig. 15.—Trole de polea.

tivas que debe adquirir la manivela. Otra manivela más pequeña (40) situada en la parte lateral de la tapa, sirve para mover el segundo cilindro o conmutador.

TROLE.—El trole, llamado también *ballesta*, es el órgano destinado a tomar por contacto la corriente de la conducción aérea para transmitirla al coche motor sobre cuya parte superior o cubierta, está instalado. Existen tres clases principales de troles: de *lanzadera*, de *fricción* y de *polea*. Los primeros, uno de cuyos tipos está representado en la figura 17, son propios del sistema de conducción por tubos aéreos; los dos últimos son los que se aplican al sistema de conducción por

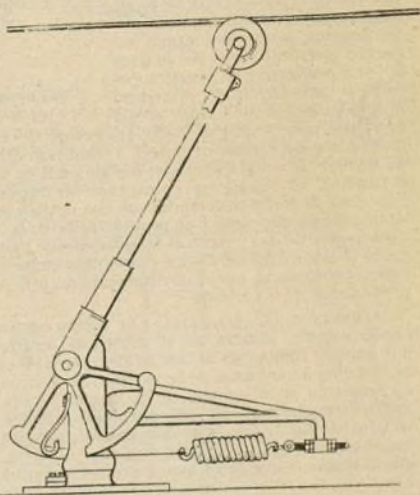


Fig. 16.—Trole de polea.

cable aéreo. Entre éstos, los que hoy están más en uso son los de polea (figs. 15 y 16) constituyendo un tipo muy perfecto el del tranvía objeto de la lámina desmontable.

Trole de lanzadera.—Dentro de los dos tubos de conducción, abiertos longitudinalmente por su parte inferior, corre una especie de lanzadera de latón provista

de dos apéndices metálicos con salida al exterior del tubo soportando una pequeña polea que permanece en contacto con la parte inferior del conductor, obligada por dos muelles; el pequeño bastidor formado por estos elementos solidarios de la lanzadera, forma un sistema móvil arrastrado por el coche, en su marcha, mediante una cuerda a la que se enlaza el hilo conductor.

Troles de fricción.—La estructura general de estos troles llamados también de *arco*, consisten en una forma metálica en T o U invertida, aplicada por su parte superior en contacto con el hilo conductor de la corriente. La parte del trole destinada al contacto, está constituida en algunos tipos por un rodillo con cojinetes de bolas que facilita el resbalamiento, y en otros está revestida con un forro de aluminio con ranuras en las que se deposita una grasa consistente que, lubricando el cable, contribuye a aminorar el desgaste producido por la fricción.

Troles de polea.—Es el tipo de trole hoy de uso más general en la tracción por cable aéreo. Se compone de tres partes principales: el *chasis* o *soporte de articulación*, la *caña* o *percha* y la *polea*. El *chasis* es una armadura metálica que soporta la *caña* permitiéndola jugar en toda la circunferencia de un plano horizontal para que pueda verificar los cambios de dirección y resguar las líneas quebradas y codos del cable con respecto a la línea de marcha del coche y en el plano vertical mediante un muelle que retiene la caña con la apropiada elasticidad para que la polea conserve el conveniente contacto con el hilo de trabajo y permitir a la caña el juego necesario en el mismo plano para las maniobras de cambio de dirección, encarrilamiento y limpieza. La *caña* o *percha* es un tubo generalmente de acero que sirve de enlace entre los mecanismos tracción del coche situados a nivel inferior y el hilo conductor del fluido colocado a un nivel relativamente alto. Su posición media en contacto respecto a la vertical viene a ser de unos 30°. La *polea* sirve de remate superior a la caña, facilitando el deslizamiento a cierta presión sobre el hilo de trabajo para la toma de fluido. Las *poleas* de estos troles son generalmente de bronce y tienen un diámetro de unos 12 o 13 centímetros, con garganta de 1 a 2 centímetros que en algunas poleas suele ser de grafito. Esta clase de *troles* se completa con una delgada cuerda de cáñamo que atada a un pequeño anillo de la caña situado por debajo y cerca de la polea, pende hasta el coche al alcance del conductor y sirve para quitar o establecer el contacto, por encarrilamiento, del trole, con el conductor de la corriente.

ALUMBRADO Y CALEFACCIÓN.—Los coches eléctricos, ordinariamente, constan de un alumbrado interior y otro exterior compuesto de dos faroles guías (13) colocados sobre las cubiertas de las plataformas hacia el lado izquierdo en el sentido de la marcha y otros de marcha o exploración con reflector en los plafones delanteros de los coches. Las lámparas son todas de incandescencia de 10 a 16 bujías, montadas en serie según la tensión a que deben funcionar y el voltaje de la línea. Algunas veces el alumbrado se produce por acumuladores que se cargan en la central generatriz.

No es corriente el empleo de la calefacción en los tranvías, pero cuando existe, se utiliza una derivación por las resistencias llamadas *radiadores* colocados debajo de los asientos.

FRENOS.—Las velocidades adquiribles por los tranvías eléctricos, las dificultades y peligros del tránsito de peatones por las calles de las ciudades y algunas veces las pendientes por las que se verifica la circulación, exigen el empleo de *frenos* seguros y poderosos. Esencial-

mente caracterizados, existen dos clases de *frenos*: el *freno de zapata* o *collar* y el *freno eléctrico*.

El *freno de zapata*, que no es ni más ni menos que el freno ordinario empleado en la tracción animal, consiste en un núcleo, la *zapata* o el *collar*, que se oprime contra la llanta de una rueda, dificultando o imposibilitando la rodadura, por medio de un juego de palanca o de un tornillo sin fin movidos por una manivela o un volante. Este freno se ha llevado a un grado superior de sensibilidad y perfección con la aplicación de los *aparatos de aire comprimido*, dando lugar a una subdivisión del freno de zapata: el *freno mecánico* y el *freno de aire comprimido*. Los tipos más perfectos de tranvías reúnen en sí estas tres clases de frenos: *mecánico*, de *aire* y *eléctrico*.

Freno mecánico.—Lo acabamos de describir en líneas generales. En los tranvías se hace funcionar este freno por medio de un volante (17), del que existe uno en cada plataforma, que arrolla una cadena que pasando por una polea situada debajo del piso de la plataforma, se une a una barra (20) conectada con una palanca que se articula con un travesaño oscilatorio, montado sobre muelles, portador de las zapatas de las dos ruedas delanteras y se une a dos barras laterales tendidas bajo el truck, conectadas con el travesaño oscilatorio de otro freno igual dispuesto simétricamente en el otro extremo del coche correspondientes al par de ruedas traseras para funcionar como juego delantero al invertir la marcha del coche.

Freno de aire comprimido.—En síntesis este freno está constituido por un depósito de aire comprimido que por medio de un juego de válvulas se pone en comunicación con una cámara en la que la presión del aire hace mover un pistón cuyo vástago se articula con la palanca del freno mecánico, bastando para la maniobra de frenado el simple manejo de una manivela (30) colocada en las plataformas junto al volante. Existen dos tipos característicos de estos frenos: los que toman el aire a presión en una o varias centrales y los que se cargan automáticamente. De estos es tipo muy perfecto el «freno de aire comprimido Knorr» que está dotado el tranvía reproducido en la lámina desmontable, en la que es visible toda la proyección vertical del freno en los diferentes planos establecidos. La figura 18, que es una proyección horizontal del mismo freno, completa el conocimiento de este ingenioso mecanismo. Consiste en primer lugar de un *motor eléctrico compresor del aire* (34) alimentado en derivación de la misma corriente del tranvía, que carga automáticamente el depósito de aire debido al *regulador de presión* (35) el cual funciona abriendo o cerrando circuitos mediante contactos convenientemente dispuestos accionados por resortes y por el aire a la presión existente en el depósito. Un juego de tubos establece el nexo de comunicación y funcionamiento entre la *cámara compresora*, el *depósito* y el *cilindro del freno*. Un manómetro (31) colocado en cada plataforma al lado y casi a la altura de la manivela de maniobra, presenta constantemente a la vista del conductor el grado de presión en el depósito, siendo la de régimen de 5 atmósferas. Por delante de las planchas frontales de las plataformas se levanta una ramificación de la tubería de aire con una espita de acoplamiento (32) destinada a alimentar, en caso de necesidad, los frenos de los coches de arrastre. Este sistema se completa con unas *válvulas de reducción* (26) y *seguridad* (33) que acaban de proporcionar al sistema una unidad y condición perfecta de funcionamiento.

Freno eléctrico.—Este freno está constituido por los mismos motores eléctricos del coche, funcionando en

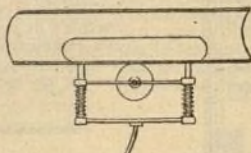


Fig. 17.

Trole del primer tranvía de tubos aéreos.

Fig. 18.
de pro

El se
sentado
formado
una pla
calmen
otra ho
de pala
por res
dio de
Cuand
un obst
paso al
hace os
miento
superfi
obstácu

Sis
tranvía
a los
guiente

Sistem

1.-GE

Coches
tores q
una o
ces.—
la dina
das y l

II.—AU

III.—MU

1.
por lo
mo ce
por lo
y por
el inc
tutuye
seunt
está
carril

la forma que queda explicada al tratar de estos últimos aparatos.

Salvavidas.—A pesar de lo ingenioso de muchos de estos aparatos accesorios que deben considerarse de primera necesidad en esta clase de locomoción tan peligrosa para la circulación urbana, especialmente en las ciudades populosas y de intenso tráfico, no puede citarse ningún tipo de *salvavidas* que llene completa y perfectamente la misión para que fué creado. En medio de la inmensa variedad de sus sistemas, en síntesis, todos quedan reducidos a superficies más o menos eléctricas que tratan de recoger o separar con la mayor atenuación posible del choque o golpe, al transeúnte alcanzado por el vehículo.

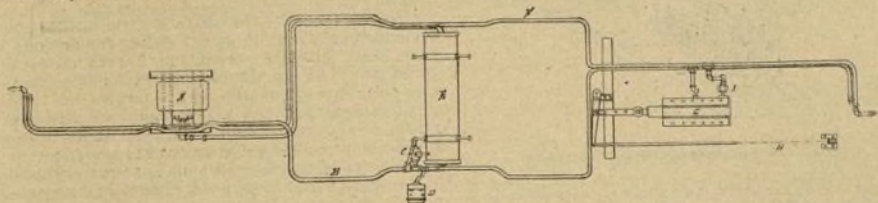


Fig. 18. —Planta del freno de aire comprimido Knorr: A, Electromotor compresor; B, Conducción de presión; C, Válvula de reducción; D, Regulador de presión; E, Depósito de aire comprimido; F, Conducción del freno; G, Cilindro del freno; H, Cadena del freno de volante; I, Espita de escape.

El *salvavidas* de que está provisto el tranvía representado en la lámina desmontable es automático y está formado por dos superficies compuestas de listones, una plana dispuesta al través del coche que baja verticalmente por delante del truck hasta cerca de la vía y otra horizontal más trasera, montada sobre un sistema de palanca acodada que gira con movimiento regulado por resortes, en un eje horizontal y se articula por medio de una barra (23) con el brazo del plano vertical. Cuando en la marcha tropieza este último plano con un obstáculo, sufre una oscilación en retroceso dejando paso al obstáculo e imprimiendo un avance a la barra hace oscilar a su vez al plano horizontal en un movimiento de descenso, acercándose suficientemente a la superficie de los rieles y de la entrevía para recoger el obstáculo librado por el plano vertical.

Sistemas de tracción eléctrica aplicados a los tranvías.—Los sistemas de tracción eléctrica aplicados a los tranvías pueden clasificarse de la manera siguiente:

Sistemas de tracción eléctrica aplicados a los tranvías

- | | | | |
|---|--------------------------------|--|--|
| I. — GENERATRIZ CENTRAL DE LA CORRIENTE | 1.° Conducción por los rieles. | Conducción por los carriles ordinarios
Conducción por un tercer carril. | |
| Coche con uno o más electromotores que reciben la corriente de una o varias centrales generatrices. — Retorno de la corriente a la dinamo generatriz por las ruedas y los carriles. | 2.° Conductores subterráneos. | | |
| | II. — AUTOMOTRICES. | 3.° Conductores aéreos. | Tubos aéreos.
Contactos aéreos.
Cable aéreo. |
| III. — MIXTOS. | 1.° Autogeneradores. | | |
| | 2.° De acumuladores. | | |

I

1.° CONDUCCIÓN POR LOS RIELES.—La distribución por los rieles de la corriente generada por una dinamo central, se ha realizado en la práctica en dos formas: por los rieles ordinarios de encarrilamiento del tranvía y por un tercer riel conductor. Estos sistemas ofrecen el inconveniente de tener que aislar los carriles, constituyendo además un peligro constante para los transeúntes. Su aplicación propia, por esta circunstancia, está indicada para vías subterráneas, como el ferrocarril metropolitano de París.

Carriles ordinarios como conductores.—La conducción de la corriente desde la dinamo generatriz situada en la estación central, se efectúa por un carril y el retorno de la corriente a la dinamo por el otro carril. Como en todos los sistemas en que el retorno de corriente se verifica por los rieles, éstos ofrecen o deben ofrecer una buena conductibilidad, existiendo perfecta unión y continuidad entre ellos para evitar derivaciones a las conducciones metálicas de gas y agua que pudieran hallarse cercanas. A este objeto, los rieles se unen por medio de cables o cintas de cobre (fig. 19) de sección suficiente para no aumentar las pérdidas y evitar los efectos electrolíticos. Periódicamente se comprueba la resistencia de estas bridas que

debe estar comprendida entre 0,00002 y 0,00005 ohms. En esta clase de tracción, los ejes del coche están aislados de las ruedas, estableciéndose el circuito con el motor eléctrico por medio de escobillas o poleas que se deslizan sobre uno de los carriles.

Se debe a Siemens y Halske el primer tranvía de este sistema, instalado en 1879 en la Exposición indus-

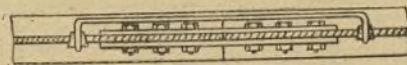


Fig. 19.

trial de Berlín. Lo formaba un convoy de tres coches capaz para seis personas cada uno, que circulaba sobre una vía de 48 centímetros de ancho a la velocidad de 10 kilómetros por hora. El electromotor transmitía el movimiento a los ejes del coche remolcador por medio de engranajes.

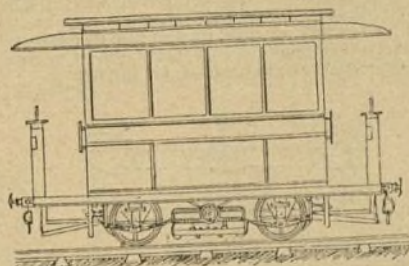


Fig. 20. —Tranvía Siemens-Halske de conducción por carriles.

Los mismos inventores instalaron, en 1881, otro tranvía del mismo sistema desde la estación de Lichterfelde a la Escuela central Militar, con una longitud de vía de 2,400 metros (fig. 20). Los rieles estaban aislados y sujetos sobre traviesas de madera. Los contactos se establecían por medio de bandas flexibles de cobre. La transmisión entre el motor y los ejes de las

ruedas por medio de poleas y un cable de alambres de acero.

Conducción por un tercer riel.—La corriente llega al motor del coche por un tercer carril aislado instalado en el eje de la vía; el retorno de la corriente se verifica por los carriles laterales.

Instalaciones típicas de este sistema son: la línea de Portrush a Burhills, en Irlanda, de 9,600 metros, con carril central en T, aislado y sostenido con postes de

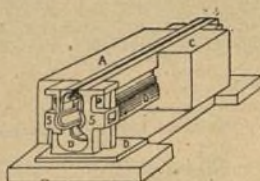


Fig. 21.—Conducción subterránea sistema Holrold Smits.

madera de 40 centímetros de altura y transmisión de la corriente al electromotor por fricción de un muelle de cobre sobre el riel, construido por Siemens y Halske en 1883; el tranvía eléctrico de Bersbrook-Newre de 4,800 metros de línea, inaugurado en 1885, que recibía la corriente eléctrica producida por dos dinamos Edison-Hopkinson accionados por una turbina hidráulica de 62 caballos, por medio de escobillas de hilo de cobre, verificándose las transmisiones del movimiento por cadenas y engranajes.

2.º CONDUCTORES SUBTERRÁNEOS.—En líneas generales, este sistema consiste en emplazar los conductores convenientemente aislados, en galerías subterráneas practicadas generalmente en el centro de la vía, dejando una abertura al exterior en forma de ranura longitudinal por donde penetran unos frotadores que en contacto con los conductores toman la corriente para transmitirla a los electromotores del coche. Es uno de los sistemas que ha dado lugar a mayor variedad de tipos; como ejemplo, citaremos sólo algunos de los más importantes.

Sistema Holrold Smits.—Estuvo instalado en la Exposición Industrial de Londres de 1886. Consiste esencialmente en un colector metálico (fig. 22) que se desliza entre dos tiras de cobre acanaladas alojadas en la galería subterránea (fig. 21), cerrándose el circuito por las ruedas y los carriles. El colector se une al coche por cuerdas de cuero que, en caso de obstruirse la canal de deslizamiento o la misma galería, se rompen sin ocasionar desperfectos en los aparatos.

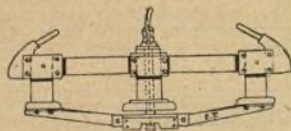


Fig. 22.—Colector Holrold Smits.

Sistema Blackpool.—Las galerías de este sistema están constituidas por cajas de fundición de 30 centímetros de altura por 33 en la base que se emplazan en el centro de la vía. La abertura central la forman hierros en U que descansan sobre los bordes superiores de la caja. Los hilos conductores están soportados por aisladores horizontales colocados en las paredes de la caja.

Sistema Irish.—Dos conductores que forman un circuito completo metálico se alojan en un tubo flexible

de caucho. Unas poleas especiales colocadas debajo del coche, resbalan sobre el tubo produciendo deformaciones momentáneas motivando contactos eléctricos sucesivos con el colector.

Sistema Airton.—Unos discos metálicos, aislados, emplazados en el eje de la vía, están en comunicación con el conductor subterráneo. Por encima de los discos, a muy corta distancia, se sostiene un carril auxiliar dividido en secciones aisladas de 7 metros, sobre soportes de fundición que descansan en placas de ebonita; dos frotadores llevados por el coche, obligan a su paso, en la marcha, a ponerse en contacto los carriles con los discos, estableciéndose así la corriente por contactos sucesivos.

Sistema Siemens.—Se caracteriza este sistema por el emplazamiento de la galería debajo de uno de los rieles. Esta galería es ovoide, de 28 centímetros de ancho por 33 de alto, formada por secciones de fundición dispuestas a distancias de 1,20 metros. Los espacios comprendidos entre estas secciones, el canal es de asfalto, con obra de ladrillo por la parte superior para facilitar la inspección o reparación de la galería. La conducción es doble y está constituida por dos barras de hierro acanaladas, una para el suministro y otra para el retorno de la corriente; la abertura de la galería para dar paso al colector está formada por dos carriles, que constituyen el encarrilamiento ordinario de las ruedas de un lado del coche. Como en todos los sistemas de construcción subterránea, los conductores están a conveniente

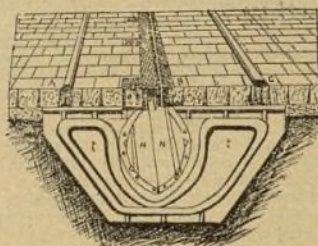


Fig. 23.—Vía Hoerde de canal central.

altura para que en ningún caso puedan quedar cubiertos, con los trastornos y peligros inherentes, por las aguas de lluvia que se puedan depositar en las galerías, que en algunos casos son de suficiente sección para poder pasar por ellas, aunque incómodamente, una persona conduciendo una carretilla lo que facilita el repaso y las reparaciones.

De este sistema fué la primera instalación importante por corriente subterránea establecida en 1889 para los tranvías de Budapest, por la Sociedad Siemens-Halske.

Sistema Hoerde.—La alimentación de corriente tiene lugar en este sistema por el conductor tendido en un canal de 35 centímetros de ancho por 69 de alto formado por planchas de acero, y el retorno por los carriles. El canal unas veces está establecido en el centro de la vía como en la figura 23, y otras es lateral y está colocado debajo de uno de los carriles. Unas piezas de hierro de sección en L tapan la galería, dejando entre sí el espacio suficiente para el paso del colector. Estas tapas se sujetan con pernos, pudiendo levantarse con facilidad para el registro de la galería o examen del conductor, bajo las que se halla inmediatamente, sin necesidad de remover los pavimentos. La galería o canal subterráneo se halla en comunicación con las alcantarillas, facilitando el desagüe tubos de gran diámetro colocados a convenientes distancias.

Sistema electro-magnético Westinghouse.—Señala una importante modificación en los sistemas de conducción subterránea, aplicado por primera vez en Washington en 1894 y dos años después en Londres, algo modificado. Entre las vías existen unos discos o

la corriente de la batería sobre el electro-inán del conmutador correspondiente, cayendo por su propio peso y por la acción de un muelle antagonista la armadura que daba paso a la corriente de línea general, desapareciendo, por lo tanto, todo peligro para el transeunte,

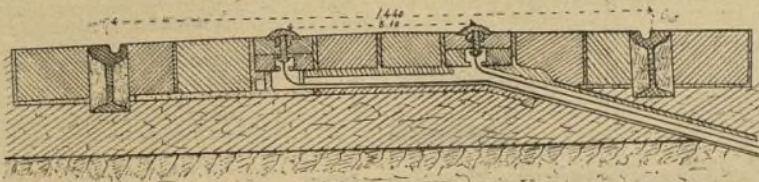


Fig. 24. — Sección transversal de una vía Westinghouse.

botones por pares transversales que se ponen en comunicación con la conducción subterránea en el preciso momento de verificarse su contacto con las dos barras metálicas paralelas colocadas debajo de los coches. Las distancias de estos pares están calculadas

en caso de tocar cualquiera de los discos de contacto.

3.º CONDUCTORES AÉREOS.—La conducción y distribución aérea del fluido eléctrico para la tracción de los tranvías se ha adaptado hasta ahora a tres disposi-

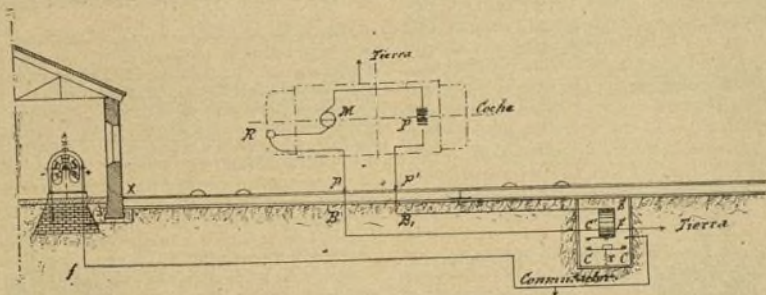


Fig. 25. — Esquema de la instalación del tranvía eléctrico magnético Westinghouse, de Washington.

para que las barras estén siempre en contacto con un par, abandonando uno de ellos en el momento de establecerse el contacto con el par inmediato. La figura 24 da idea de la disposición de la vía, la situación de los discos y su conexión con los conductores. La figura 25 representa un esquema de la instalación en la que los dos plots B y B₁, pertenecientes a un grupo, se representan uno frente de otro en vez de hacerlo lateralmente para mayor claridad de las conexiones. El coche lleva una pequeña batería de acumuladores que estando uno de sus polos en contacto con la tierra, envía la corriente al circuito E de un electro-imán cuando el frotador P, hace contacto con un plot B₁; el núcleo del electro-imán atrae una armadura que tiene dos contactos de carbón CC, obligando a que éstos se apoyen sobre otros dos C, F de la misma naturaleza; el carbón F está en conexión permanente con el cable distribuidor ff, recibiendo el contacto B en relación con el motor del tranvía, la corriente por la armadura CC y una segunda bobina arrollada sobre el electro-imán aumentando su fuerza portante. Cuando el coche abandona un par de contactos cesa de influir

ciones distintas: *conducción por tubos, distribución por contactos y conducción por cable.*

Conducción por tubos aéreos.—La primera vez que se utilizaron los conductores aéreos fué en la instalación verificada por Siemens-Halske en París, durante la

Exposición internacional de electricidad, en 1881, entre la plaza de la Concordia y el palacio de la Industria.

En este sistema la conducción se verifica por dos tubos de latón abiertos en toda su longitud por su parte inferior, suspendidos o apoyados en postes a conveniente altura. La figura 26 da idea precisa de la forma de esta disposición. La corriente generada por la dinamo en la estación central se transmite por uno de los tubos; el contacto móvil o trole de lanzadera, que ya hemos descrito, toma el fluido que pasa al electro motor del carruaje. El retorno tiene lugar por el otro trole de lanzadera en con-

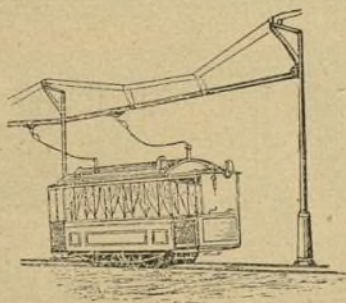


Fig. 26. — Tranvía eléctrico Moedling, de tubos aéreos.

tacto con el segundo tubo. En 1884 se estableció por la misma casa una línea de 4,500 metros, del mismo sistema, en Moedling (Austria). El contacto móvil lo constituía en esta instalación una lámina flexible de acero con tres frotadores de latón guiados por un pe-

queño resorte que aseguraban el necesario contacto con el tubo.

Una línea de 6.000 metros se inauguró el mismo

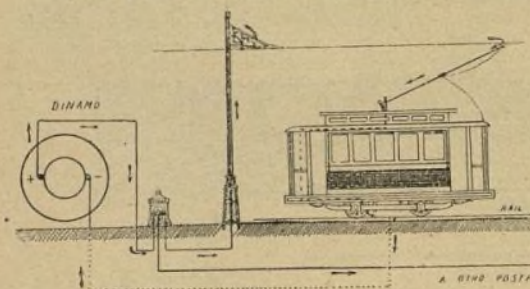


Fig. 27.—Curso de la corriente eléctrica en el sistema de cable aéreo.

año entre Francfort-sur-le-Mein y Offenbak con sujeción al mismo sistema.

Distribución por contactos aéreos.—Sistema ideado

por Bochet, muy apropiado para líneas en que se haga el recorrido por convoyes de cuatro o cinco carruajes. La canalización es subterránea con derivaciones a unas

poleas perfectamente aisladas, articuladas en el extremo de los brazos de postes colocados de trecho en trecho. Cada coche lleva en la parte superior de su cubierta una barra metálica que se conecta por su extremo con la del coche inmediato del convoy por medio de hilos de cobre, estando la del coche motor en comunicación con los motores. En la marcha siempre existe por lo menos una polea en contacto con las barras de los coches por donde se transmite la corriente.

Conducción por cable aéreo.—Constituye una simplificación del sistema de tubos aéreos. A pesar de sus muchos inconvenientes, sus condiciones de instalación relativamente económica, ha influido en su generalización, siendo hoy el sistema establecido en la mayor parte de las poblaciones donde existen líneas de tranvías por tracción eléctrica.

Descritos ya los principales órganos que integran un tranvía eléctrico moderno

y más particularmente con aplicación al sistema de cable aéreo, de que es modelo el representado en la lámina desmontable, sólo nos resta recorrer su circuito

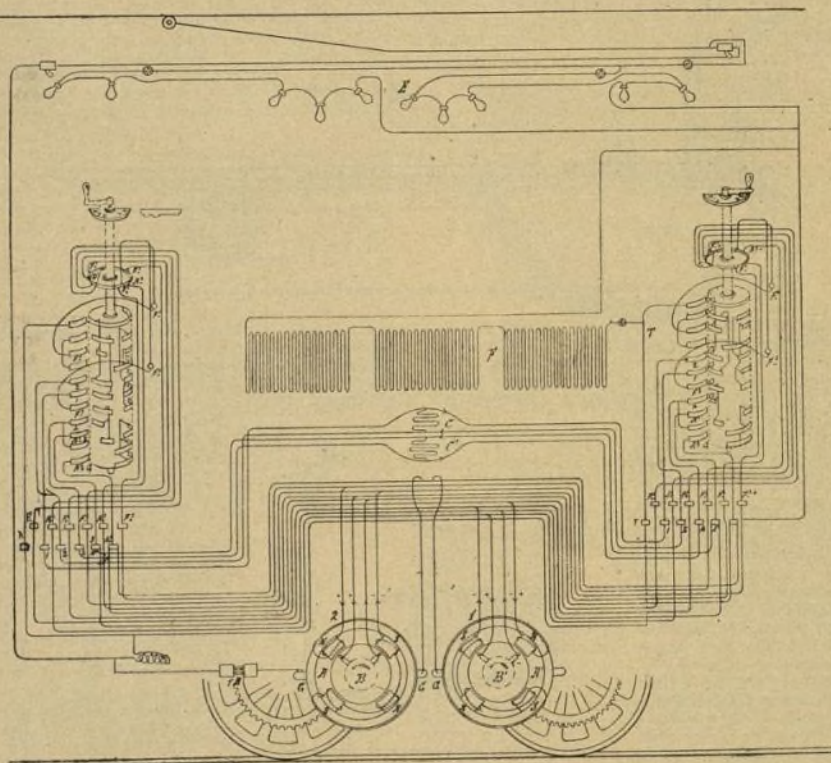


Fig. 28.—Diagrama de conexiones en un equipo de dos motores.

La canalización es subterránea con derivaciones a unas

para conocer su funcionamiento del que la figura 27 representa un esquema.

La corriente generada por la dinamo emplazada en

la estación central, se distribuye por el hilo de trabajo en la forma que ya conocemos, del que es recogida por la polea del trole; desde éste, la corriente se conduce a un hilo de plomo fusible y a un interruptor de seguridad situado generalmente debajo del techo de la plataforma; del interruptor la circulación sigue por el regulador de corriente o controlador donde sufre las modalidades de marcha o modificaciones necesarias en la maniobra representadas en el diagrama de conexiones de la figura 28. Así modificada, la corriente pasa a los inductores y a los inducidos de los motores y de éstos por las ruedas y los rieles vuelve al punto de origen cerrando el circuito.

II

1.º **AUTOGENERADORES.**—Los autogeneradores tienen más carácter de locomotoras eléctricas que de tranvías, cuando la producción del fluido no se verifica por medio de pilas o de acumuladores, pues en tal caso necesitan para generar el fluido eléctrico una máquina de vapor y una dinamo generatriz de cuyo complejo sistema es tipo la locomotora Heilmann, ensayada entre el Havre y Benzeville, en 1894.

2.º **TRANVÍAS DE ACUMULADORES.**—Sería el sistema ideal; el gran peso de las baterías de acumuladores ha imposibilitado hasta hoy, sin embargo, su generalización. Es una incomparable simplificación de los sistemas de cables subterráneos y aéreos de instalación complejísima y costosa. El sistema de acumuladores dota de completa independencia a cada coche, permite la recuperación de energía en las pendientes y la reducción de potencia en las generatrices, puesto que éstas pueden funcionar a régimen constante y en las mejores condiciones de rendimiento; se eliminan las resistencias exigidas por los demás sistemas para la puesta en marcha, pudiéndose agrupar de distintos modos los elementos de la batería por medio de un regulador, etc.

Todas las ventajas inherentes al sistema ya quedaron evidenciadas en los primeros ensayos aunque defectuosos, verificados por M. Raffard en 1881, con un coche de la Compañía de Omnibus de París, aplicándole una batería de acumuladores Faure y un motor eléctrico. Estas pruebas se repitieron en 1883 con un motor más perfeccionado haciendo el trayecto de París a Versailles. En años sucesivos se siguieron haciendo diferentes pruebas e instalaciones con éxito vario, sin que hasta el presente, por los motivos ya señalados, se haya logrado un éxito franco en el terreno práctico, que permita su generalización.

III

TRACCIÓN MIXTA.—En París se establecieron dos líneas de tracción mixta eléctrica, la primera entre la Bastilla y Charenton en una longitud de 7 kilómetros. En esta línea la tracción, en la sección comprendida en el interior de París, es del sistema de cable subterráneo y, en el resto de la línea, de cable aéreo. El canal central de la conducción subterránea es de hormigón con armazón de fundición constituido por soportes o traviesas espaciadas a 1,40 metros. Los dos conductores de láminas de acero dulce están soportados por aisladores de porcelana sujetos a cada lado de la galería. La segunda línea se estableció entre París y Aubervilliers funcionando con acumuladores en el interior de la población y en el resto de la línea con cable aéreo. La batería de acumuladores se compone de 224 elementos con 7 placas de 9 por 31 centímetros con capacidad de 35 amperios por hora. Los motores pueden funcionar indistintamente con la corriente proporcionada por el cable o por los acumuladores con la ventaja de poder también utilizar la primera para cargar la batería durante la marcha.

No queremos terminar sin hacer manifestación de agradecimiento a los señores Director gerente y personal técnico de la compañía «Los Tranvías de Barcelona», que nos han facilitado los medios para tomar los datos necesarios con que confeccionar la lámina desmontable, motivo primordial de estas líneas.

A. MENÉNDEZ CABALLERO.

Química

Soldaduras metálicas

Los productos empleados para realizar la adherencia de una superficie metálica con otra, son casi exclusivamente aleaciones de dos o varios metales. Tales aleaciones deben ser más fácilmente fusibles que los metales que se trata de soldar, aunque es conveniente, para que la soldadura ofrezca la mayor tenacidad posible que la diferencia entre los puntos de fusión de aquéllas y de éstos sea lo más reducida posible. Existe una gran variedad de metales soldables empleándose aleaciones especiales en la soldadura del plomo, del cobre, del latón, de la plata, del oro, etc., pero de un modo general, pueden todas ellas clasificarse en dos grupos principales: las soldaduras blandas y las soldaduras resistentes, o duras. La temperatura de fusión de las primeras es relativamente baja, mientras que la fusión de las segundas exige la temperatura del rojo.

Soldaduras blandas.—Las aleaciones que entran en el grupo de las soldaduras blandas están constituidas esencialmente por plomo y estaño; aunque se añade a veces a estos elementos alguna cantidad de otros metales al objeto de rebajar el punto de fusión de dichas combinaciones. La temperatura a la cual se produce la fusión de las aleaciones de plomo y estaño decrece, hasta cierto límite, al aumentar la proporción de estaño, volviendo a elevarse cuando ésta excede del 67 por 100. La soldadura que emplean los lampistas para sus trabajos corrientes es la formada de dos partes de plomo y una de estaño; para soldar el hierro fundido, el acero, el cobre y numerosos metales compuestos, suelen emplearse aleaciones conteniendo mayor proporción de estaño.

Las mejores soldaduras son las que no contienen sino plomo y estaño puros, pero en la práctica, se utilizan con frecuencia para su fabricación desperdicios de dichos metales que a menudo contienen impurezas, particularmente antimonio. La presencia de este metal mejora la apariencia de la aleación, pero no su calidad, pues disminuye su fluidez al estado fundido y dificulta la perfecta adherencia de las superficies soldadas; las aleaciones que contienen antimonio son además más expuestas a los efectos de la oxidación. El cinc y el aluminio, aun en pequeñas cantidades, disminuyen también la fluidez de la aleación; la presencia del fósforo se manifiesta por una tendencia del metal a dividirse en pequeños glóbulos movidos, semejantes a los que forma el mercurio, en vez de extenderse uniformemente sobre la superficie de los objetos con que se halle en contacto. En algunos casos, la adición de fósforo a la aleación puede ser beneficiosa, pero con la condición de que

dicho elemento se introduzca en la mezcla bajo forma de estaño fosforado; basta una proporción de 30 a 60 gramos de estaño fosforado por cada 480 gramos de soldadura.

Los desperdicios de metales soldables, pueden utilizarse fundiéndolos nuevamente en lingotes, pero para evitar que los óxidos formados durante la fusión de aquéllos queden encerrados en la masa del metal, es preciso agitar la masa fuertemente con una varilla a fin de que las escorias suban a la superficie. Por otra parte, como que la cantidad de óxidos formados depende naturalmente de la extensión de la superficie aireada, es conveniente fundir el metal en un recipiente alto y estrecho; además, debe evitarse calentar el metal más de lo necesario, pues la rapidez de la oxidación aumenta con la temperatura. Las soldaduras que contienen óxidos tienen tendencia a adquirir una consistencia demasiado espesa; para evitar este inconveniente puede realizarse la reducción de los óxidos por medio de carbón de leña.

El punto de fusión del plomo es 329° C. y el del estaño 240°/5. Todas las aleaciones de plomo y estaño se funden a una temperatura inferior a la temperatura de fusión del plomo; el punto de fusión de varias de ellas es inferior incluso al del estaño, según se desprende del siguiente cuadro:

POR 100		Punto de fusión Grados C.	DUREZA (Método de Brinell)
Estaño	Plomo		
0	100	329°0	3'9
10	90	302'4	10'1
20	80	277'4	12'16
30	70	254'4	14'5
40	60	229'4	15'3
50	50	204'4	15'0
60	40	186'4	14'6
66	34	179'4	16'7
70	30	184'4	15'8
80	20	197'4	15'2
90	10	214'4	13'3
100	0	240°5	4'1

Estos datos demuestran que la aleación más dura es la que contiene 66 por 100 de plomo, siendo al mismo tiempo la que se funde a la temperatura más baja.

Es indispensable para obtener una buena soldadura que la superficie de las piezas de metal que han de juntarse sean perfectamente limpias y que hayan experimentado además una preparación previa a fin de impedir la formación de óxidos, ya que estos evitan la reacción de los metales aleados. Con este objeto se aconseja revestir superficialmente las piezas metálicas con una substancia que sea fácilmente fusible a la temperatura en que se efectúe la soldadura y que posea la propiedad de disolver los óxidos que pudieran formarse en las superficies de contacto. La sal amoníaco, el cloruro de cinc y el borax se emplean corrientemente al objeto indicado con los metales de soldar ordinarios.

Recientemente se ha inventado un producto llamado «tinol» con el cual no son ya necesarias las precauciones que han de observarse con las sencillas aleaciones de plomo y estaño. En efecto, este compuesto, que se presenta bajo la forma de una pasta, contiene una substancia disolvente de los óxidos; existiendo seis variedades de «tinol», que difieren por la proporción respectiva de los metales que constituyen la aleación.

Se utiliza también como metal de soldar una aleación formada de estaño, plomo y cadmio, cuyo punto de fusión es de 120° C. Es apropiada para la soldadura de los aceros, pues, por ser bajo su punto de fusión puede ser aplicada sobre éstos sin modificar su temple.

ALEACIONES DE SOLDAR, DURAS

Se emplean para la soldadura de metales o aleaciones como el cobre, la plata, el oro, el latón, el metal blanco, etc., cuya unión requiere un intermediario muy resistente y de color parecido al de las piezas que se han de soldar. Para la soldadura de tales metales es necesario la temperatura del rojo y debe emplearse como disolvente de los óxidos el borax; esta operación exige el empleo de un soplete, no siendo suficiente el calor que puede proporcionar un soldador.

Soldaduras para el latón.—Para soldar el latón y otras aleaciones de cobre, se emplean compuestos de este metal y cinc. El punto de fusión de tales aleaciones depende de la cantidad de cinc contenida en ellas, descendiendo dicho punto a medida que aumenta la proporción de dicho metal. Puede elaborarse una soldadura fusible por la combinación de dos partes de cinc y una de cobre, pero esta aleación es menos resistente que otras cuyo punto de fusión sea más elevado. Otra soldadura que puede ser fundida con relativa facilidad está compuesta por 44 por 100 de cobre, 50 por 100 de cinc, 4 por 100 de estaño y 2 por 100 de plomo. No deben emplearse como soldaduras para el latón aleaciones que contengan una fuerte proporción de plomo, ya que este metal no reacciona con aquél y, por lo tanto, disminuye la resistencia de la junta. Para soldar las variedades de latón más ricas en cobre, puede emplearse una soldadura resistente compuesta de 47 partes de cinc y 53 de cobre. Las aleaciones de soldar duras se utilizan también para la soldadura de objetos de hierro y, en este caso, puede aumentarse la proporción de cobre que entre en su constitución, por ser el punto de fusión del hierro mucho más elevado que el de tales aleaciones. En el siguiente cuadro se consignan las proporciones de cobre y cinc que entran en la composición de varias aleaciones de soldar duras, así como la temperatura de fusión de cada una de ellas:

POR 100		Punto de fusión Grados C.	POR 100		Punto de fusión Grados C.
Cobre	Cinc		Cobre	Cinc	
100	0	1.082°0	60	40	890°0
96	4	1.076°0	50	50	880°0
86	14	1.032°0	48	52	870°0
80	20	1.007°5	41	59	845°0
76	24	980°0	35	65	816°0
72	28	957°5	33	67	802°5
71	29	952°0	29	71	797°0
66'4	33'6	917°5	24	76	745°0
63	37	907°5	20	80	705°0

Es preciso no emplear para la elaboración de las aleaciones para soldaduras más que metales puros, ya que las impurezas que pudieran contener estos elementos modificarían la maleabilidad, la resistencia y el color de aquéllas.

Las aleaciones cuya composición acaba de indicar se, se emplean como soldadura únicamente en forma granulada que se obtiene vaciándolas en moldes de hie-

ro a una temperatura muy elevada. Algunos fabricantes realizan la granulación del metal precepitándolo al estado líquido desde cierta altura en agua fría, a través de un tamiz u otro aparato análogo. Para obtener una soldadura finamente granulada, se echa el metal fundido sobre un chorro de agua proyectado horizontalmente a poca distancia de la superficie del agua contenida en un depósito dispuesto debajo de la tubería de proyección.

El cuadro siguiente indica la composición y los caracteres de varias aleaciones que se utilizan para la soldadura de los varios tipos de latón:

POR 100				CARACTERES	COLOR
Cobre	Cinc	Estaño	Plomo		
58	42			Muy fuerte	Amarillo rojizo
53	47			Fuerte	Id.
48	52			Mediana	Id.
54.5	43.5	1.05	0.5	Id.	Id.
34	66			Fácilmente fusible	Blanco
44	50	4	2	Id.	Gris
57	28	15	4	Soldadura blanca	Blanco

Soldaduras para el metal blanco.—Las soldaduras que se emplean con los varios tipos de metal blanco, alpaca o plata alemana, se elaboran generalmente con los mismos elementos que entran en la composición de los metales sobre los cuales se han de aplicar, o sea, con cobre y níquel, pero combinándolos de modo que el producto resultante de la combinación sea más fácilmente fusible que estos metales; el punto de fusión de tales aleaciones puede ser rebajado por la adición de cierta cantidad de cinc a la mezcla de cobre y níquel. La presencia del cinc en las aleaciones de soldadura hace que puedan ser pulverizadas con mayor facilidad, pero si este elemento se halla en exceso resultan muy quebradizas. Las soldaduras de esta clase, por ser dotadas de gran tenacidad, se emplean también para la unión de piezas de hierro y acero.

Para la soldadura de aleaciones que contengan de 16 a 22 por 100 de níquel es apropiada una aleación compuesta de: 47 por 100 de cobre, 11 por 100 de níquel y 42 por 100 de cinc. La proporción del níquel puede ser elevada hasta el 50 por 100, pero si excede de este límite, la aleación obtenida resulta demasiado porosa.

SOLDADURAS FUSIBLES

Se clasifican en este grupo ciertas aleaciones fácilmente fusibles, compuestas generalmente de estaño y plomo a los cuales se añade cadmio y bismuto, o mercurio. Por la adición de bismuto al estaño, con el cual se combina con gran facilidad en cualquier proporción, se obtiene un compuesto que ofrece mayor dureza y un punto de fusión más bajo. Por otra parte, la presencia de bismuto en el estaño presenta el inconveniente de aumentar notablemente su tendencia a la oxidación.

Las aleaciones compuestas de estaño, plomo y bismuto se emplean como soldaduras fusibles en las bombas de seguridad. El tipo más fusible de estas aleaciones está compuesto de partes iguales de plomo y estaño y doble cantidad de bismuto; este compuesto se funde a la temperatura de 100° C. aproximadamente. La adición de cadmio tiene por consecuencia rebajar el punto de fusión de muchas aleaciones, formando con algunas de

ellas compuestos fusibles a la temperatura del agua hirviendo. En el cuadro siguiente están consignados los puntos de fusión de algunas de estas aleaciones.

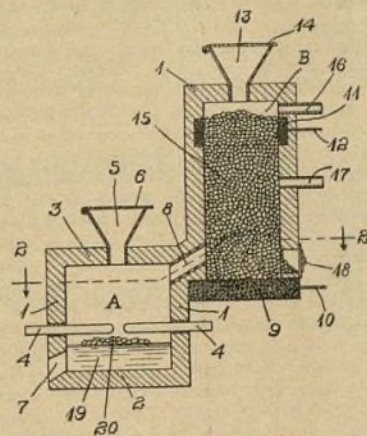
COMPOSICIÓN (por 100)				Punto de fusión Grados C.
Cadmio	Estaño	Plomo	Bismuto	
17.30	18.24	32.00	32.45	68.8
13.60	19.00	33.40	34.00	67.9
14.30	19.00	31.10	33.60	66.0
4.00		44.00	52.00	88.4
9.00		57.7	33.30	95.4

I. J. BROCA.

Electroquímica

Horno eléctrico para la reducción de los óxidos de cinc

El procedimiento habitualmente seguido para la elaboración del cinc, consiste en mezclar íntimamente



Horno eléctrico para la volatilización y reducción de los óxidos de cinc.

un óxido de cinc con carbón y someter la mezcla a una temperatura elevada en pequeñas retortas. Este procedimiento, además de no permitir la reducción completa del óxido, ofrece el inconveniente de resultar costoso, a causa del excesivo gasto de calor y de la destrucción de numerosas retortas siendo dicho coeficiente de pérdidas inevitable. De un modo general, en todos los métodos usuales de reducción de los óxidos de cinc es condición esencial la mezcla íntima del mineral con un agente reductor.

Contrasta con aquellos procedimientos el que ha patentado Mr. Ch. F. Burgess, de Madison (E. U.), ya que, en este último, el carbón y el mineral de cinc quedan durante todo el curso de la operación completamente separados uno de otro. Consiste el proceso de transformación en calentar eléctricamente el mineral para producir la volatilización del óxido de cinc, cuyos

vapores son luego reducidos al atravesar una masa de carbón mantenida en estado incandescente por una corriente eléctrica.

La disposición del horno en el cual la operación se lleva a cabo, es la que aparece en el adjunto esquema. La volatilización del óxido de cinc se verifica en la cámara A, que recibe el calor necesario por medio de los electrodos 4; los electrodos 9 y 11 suministran a la masa de carbón contenida en la cámara B el calor necesario para mantenerla en estado de incandescencia, con una temperatura favorable para la reducción del óxido. El paso de los vapores de cinc a la columna de carbón se efectúa por el canal 8; los residuos del mineral pueden retirarse de la cámara de volatilización por la abertura 7 y la extracción de las cenizas de la cámara de reducción se efectúa por la puerta 18; el escape de los vapores de cinc es asegurado por las tuberías 16 y 17. El consumo de carbón en este procedimiento es muy reducido, siendo casi equivalente al que exige la reacción por la cual el óxido de cinc es transformado en cinc metálico.

Las ventajas que ofrece este tipo de horno son considerables, sobre todo desde el punto de vista de la economía. Ésta es tanto más apreciable cuanto que la temperatura de reducción del óxido de cinc es muy inferior a la temperatura a que tiene lugar su volatilización, la cual no es inferior a $1,100^{\circ}\text{C}$., siendo ésta, por consiguiente, la temperatura mínima que debe reinar en la cámara de volatilización. Pudiendo ser mucho menos elevada la temperatura mantenida en la cámara de reducción, es evidente que el procedimiento descrito se presta a una notable economía en el gasto de calor, por comparación con aquellas en que la volatilización y la reducción se realizan simultáneamente.

La rapidez de la operación depende, en parte, de la temperatura existente en la cámara A; en efecto, la volatilización se acelera si la temperatura es superior a $1,100^{\circ}$, pero se acompaña entonces con la volatilización de ciertas impurezas, lo que es preferible evitar.

El procedimiento de Mr. Burghers requiere un especial cuidado con relación a las temperaturas de volatilización a fin de evitar una segunda destilación que sería un coeficiente de gasto en el rendimiento industrial del referido procedimiento; creemos no obstante, que el indicado método es un avance en la metalurgia del cinc y una perfección en sus procedimientos de consecución del metal en estado de pureza con el menor consumo de energía calorífica, resultando además que el área ocupada para el montaje del procedimiento Burghers queda reducida a un coeficiente mínimo.

Elaboración del diamante en el horno eléctrico

Si el tiempo y repetidos experimentos confirman los resultados que un químico de París, Mr. de Boismenu, ha obtenido en sus ensayos de fabricación del diamante, el procedimiento de su invención causará indudablemente una revolución en la producción y el negocio de esta piedra preciosa.

Como es sabido, el profesor Moissan consiguió, hace algunos años, fabricar diamantes, realizando la cristalización del carbón por medio de una presión elevadísima. El procedimiento ideado por Moissan consistía en fundir hierro con un exceso de carbón y al sumergir la masa fundida en agua para que, solidifi-

cándose súbitamente su periferia, quedase encerrada en su interior cierta cantidad de material todavía líquido. La enorme presión resultante de la contracción consiguiente al enfriamiento determinaba la cristalización del carbón, transformándose éste en diamantes casi microscópicos. El mayor de los cristales obtenidos por Moissan no pasaba, en efecto, de 0.7 mm ; el invento de aquel químico no tuvo, por lo tanto, aplicaciones prácticas, presentando tan sólo un interés puramente científico. En cambio, con el método seguido por Mr. de Boismenu, se ha podido ya elaborar diamantes de 2.7 mm .

Al contrario de lo que ocurre en el método de Moissan, la presión no interviene en este procedimiento que consiste sencillamente en la electrolisis de un baño de carburo de calcio fundido, realizada en un horno electrolítico funcionando con corriente continua. El calor debe ser mantenido durante varias horas, al cabo de cuyo tiempo aparece el carburo descompuesto, con formación de pequeños cristales de carbono puro. Como que las dimensiones de los cristales dependen de la duración de la operación, no es posible asignar límite alguno al crecimiento de aquéllos; habiéndose obtenido un cristal de 2.7 mm mediante una aplicación

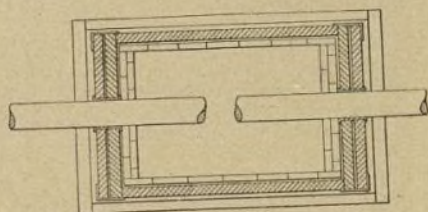


Fig. 1.—Horno eléctrico para la fabricación de diamantes.

de corriente continua durante 12 horas; como las condiciones del horno no permitieron prolongar por más tiempo el experimento, es de suponer que con un material y medios más apropiados, podrían fácilmente elaborarse diamantes de tamaño mucho mayor, pues si el inventor no pudo continuar sus experimentos fué por negarse la compañía de alumbrado eléctrico (cuyo circuito alimentaba el horno) a suministrar corriente durante la noche, a causa de los disturbios que ello hubiera ocasionado en su servicio: por dicha razón el inventor no pudo realizar todavía los experimentos de larga duración en los cuales, según él espera, se hubiera logrado elaborar diamantes de grandes dimensiones. Sus esfuerzos van ahora encaminados a vencer los obstáculos que le han impedido desarrollar más ampliamente su invención y averiguar los últimos resultados que pueda alcanzar.

El horno en el cual se realizaron los experimentos era una sencilla construcción de ladrillos refractarios (fig. 1) cuyas dimensiones son las siguientes: largo 75 cm , ancho 50 cm , altura 50 cm . La solera del horno fué construída de ladrillos y con doble pendiente, presentando su sección la forma de una V (fig. 2); las paredes eran revestidas de ladrillos que podrían cambiarse en caso de quedar averiados después de cierto tiempo de funcionamiento. La solera estaba cubierta con una capa de cal pulverizada, mezclada con 20 por 100 de carbón, y sobre esta capa se colocaba, como

Aplicación práctica de perspectiva paralela ⁽¹⁾

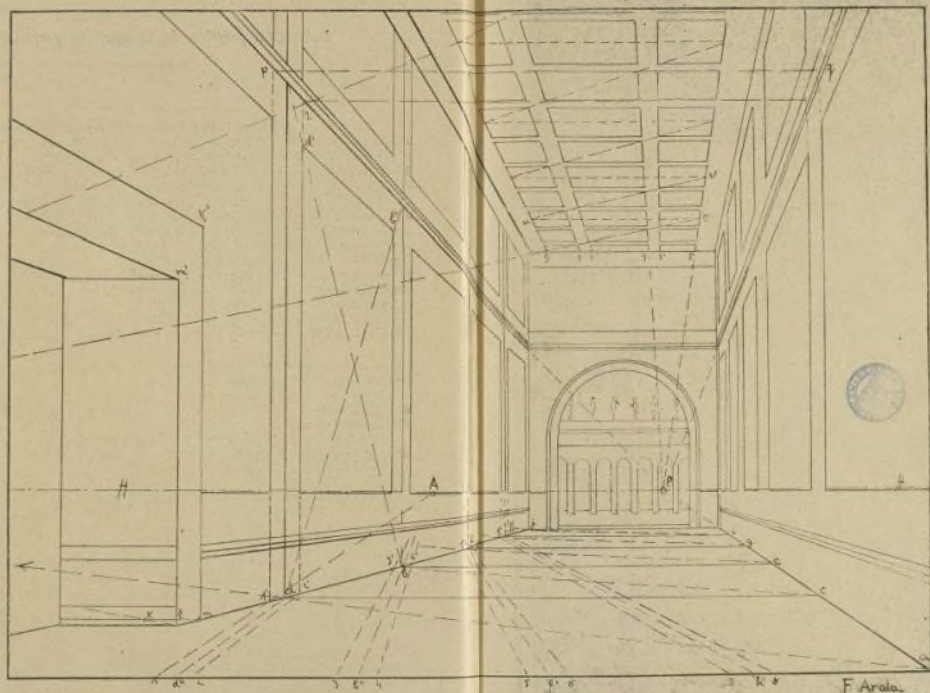
Dada la línea de horizonte en H, H, el punto principal P y la distancia D (fuera del cuadro en la intersección de *a d* con el horizonte), se tiran todas las perpendiculares *en fuga* al punto P; desde el punto de D, se trazan las diagonales del suelo *a, d, c, b, e, f*, etc., para precisar los cuadrados de profundidad total. Sobre cada una de las intersecciones *d, b, f, h, i*, se elevan verticales, que, al intersectar en las líneas de *fuga* superiores, se corren horizontalmente al lado opuesto, por ejemplo *p, q*, y se bajan verticalmente, hasta la línea de tierra, en *fuga, a, P*. El techo se divide en cuadrados generales, como el suelo, en *s, t, u, v*; se llevan los *s', s', s', s'*, al punto P y se trazan horizontales por sus intersecciones con la diagonal.—Si dado un punto de anchura en perspectiva 1' deseamos saber cual será su equivalente en 2', se traza una fuga al punto A (arbitrario, sobre el horizonte), que pase por 1' y otra por *d'*; en su continuación sobre la línea de primer término, (línea de pie), se hallará su geométrico 1, *d'*; repitiendo con el compás la medida 1, *d'*, en *d''*, 2 y uniendo el 2 con A se obtiene el 2', equivalente al 1', *d*.—Se repite la operación en *b, f, h*, y se ponen a un lado y otro de *b'', f', h'*, los 3, 4-5, 6-7, 8; obteniéndose por medio del citado punto A, los 3', 4'-5', 6'-7, etc.—Con las diagonales verticales *d, b', d', b*, se obtienen los puntos *d', b'*, para completar la faja superior de los cuadrados. La anchura de la faja superior de la puerta *m', k'*, es igual al geométrico *k, m*, obtenido por la diagonal.

Ejemplo de aplicación.—Trazada la *perspectiva lineal* de una composición, sólo resta la fiel interpretación de la atmósfera o sea la *perspectiva aérea*.

En este caso bastará notar que a medida que los fondos y líneas se pierden de vista se van agri-
sando y perdiendo la fuerza de claro-oscuro para ir tomando una tonalidad igual, suavizada por los
glóbulos atmosféricos.

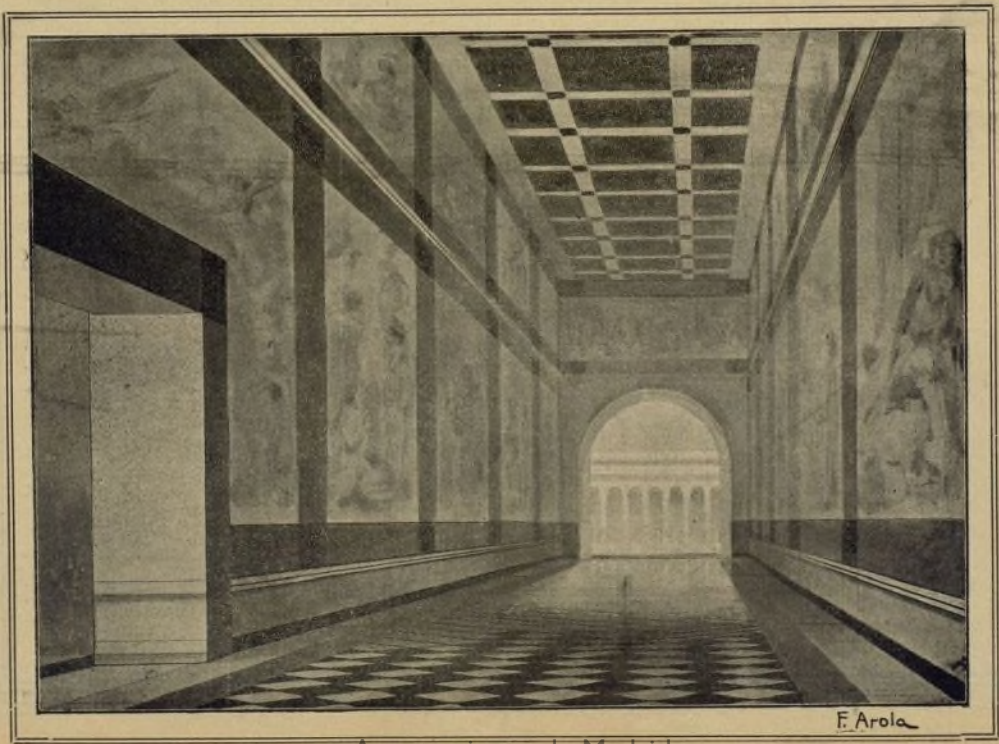
Cuanto más los términos se acercan al espectador, más vigoroso se presenta el claro-oscuro y
más limpios aparecen sus detalles. Y de la fiel interpretación de esta gradación de fuerza y *disfumado*
depende el efecto decisivo del conjunto perspectivo.

(1) De la obra recientemente publicada *Perspectiva Práctica y Elementos de Composición*, original de don F. Arola Sala.



APLICACIÓN PRÁCTICA DE PERSPECTIVA PARALELA.

Tranvía eléctrico con freno de aire comprimido Knorr



Ayuntamiento de Madrid
EJEMPLO DE APLICACIÓN DE PERSPECTIVA PARALELA.

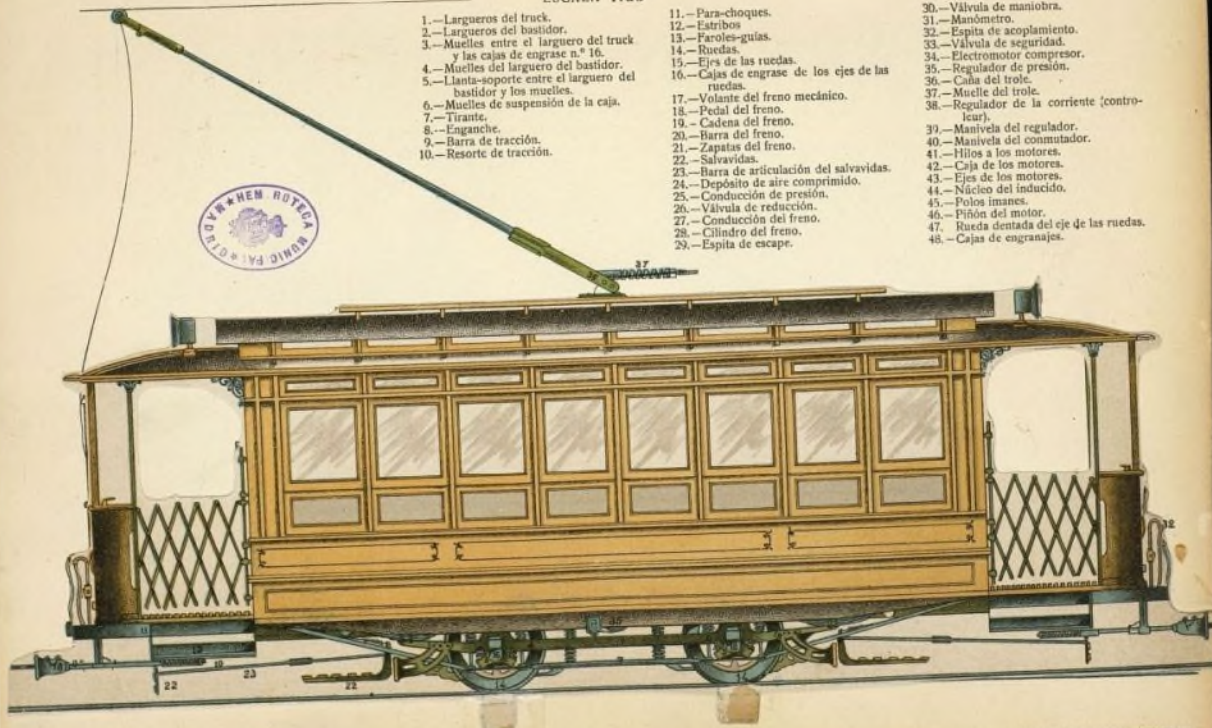
Tranvía eléctrico con freno de aire comprimido Knorr

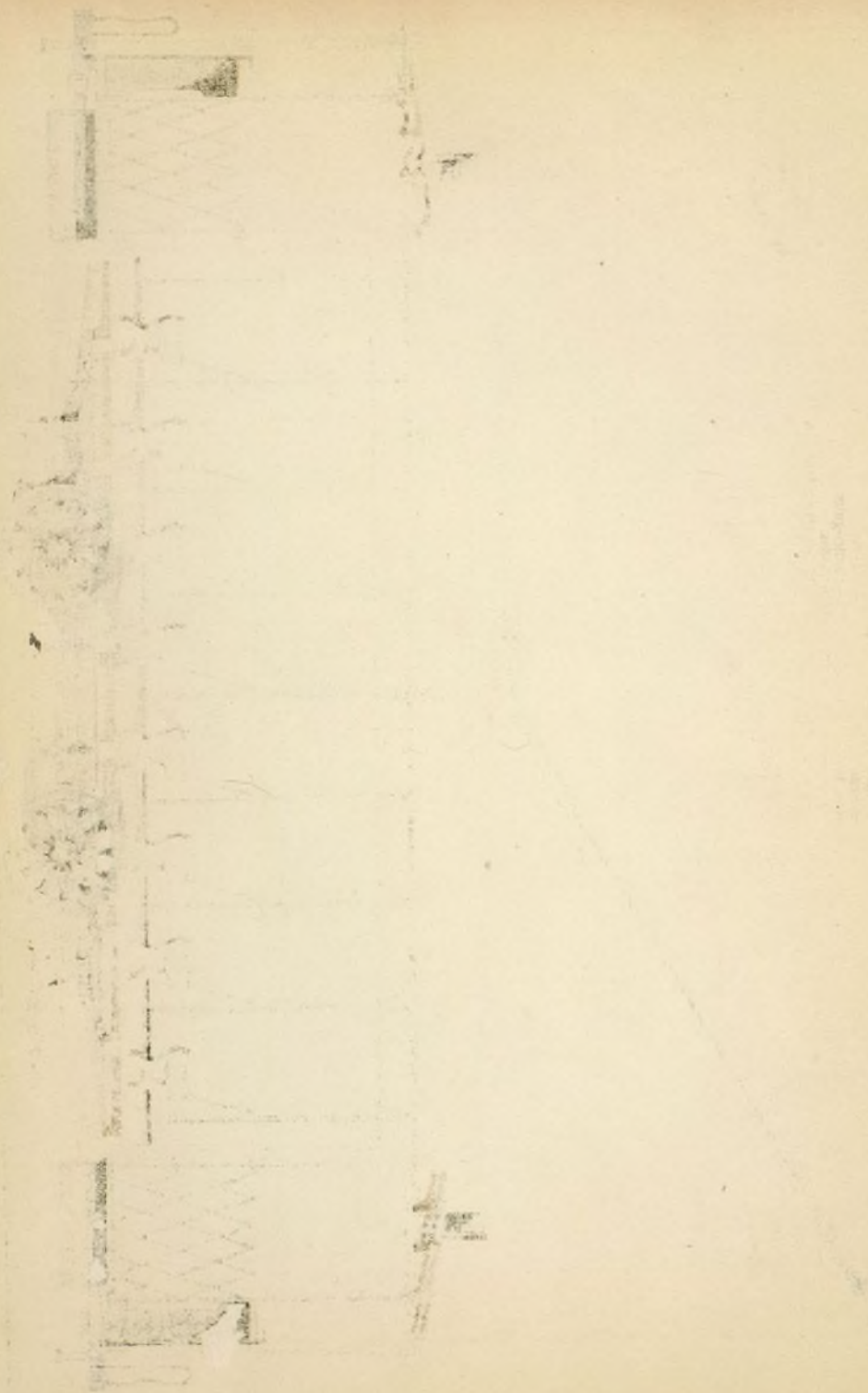
ESCALA 1:85

- 1.—Largueros del truck.
- 2.—Largueros del bastidor.
- 3.—Muelles entre el larguero del truck y las cajas de engrase n.º 16.
- 4.—Muelles del larguero del bastidor.
- 5.—Llanta-soporte entre el larguero del bastidor y los muelles.
- 6.—Muelles de suspensión de la caja.
- 7.—Tirante.
- 8.—Enganche.
- 9.—Barra de tracción.
- 10.—Resorte de tracción.

- 11.—Para-choques.
- 12.—Estribos.
- 13.—Faroles-guías.
- 14.—Ruedas.
- 15.—Ejes de las ruedas.
- 16.—Cajas de engrase de los ejes de las ruedas.
- 17.—Volante del freno mecánico.
- 18.—Pedal del freno.
- 19.—Cadena del freno.
- 20.—Barra del freno.
- 21.—Zapatillas del freno.
- 22.—Salvavidas.
- 23.—Barra de articulación del salvavidas.
- 24.—Depósito de aire comprimido.
- 25.—Conducción de presión.
- 26.—Válvula de reducción.
- 27.—Conducción del freno.
- 28.—Cilindro del freno.
- 29.—Espita de escape.

- 30.—Válvula de maniobra.
- 31.—Manómetro.
- 32.—Espita de acoplamiento.
- 33.—Válvula de seguridad.
- 34.—Electromotor compresor.
- 35.—Regulador de presión.
- 36.—Caja del trole.
- 37.—Muelle del trole.
- 38.—Regulador de la corriente (contactor).
- 39.—Manivela del regulador.
- 40.—Manivela del conmutador.
- 41.—Hilos a los motores.
- 42.—Caja de los motores.
- 43.—Ejes de los motores.
- 44.—Núcleo del inducido.
- 45.—Polos imanes.
- 46.—Piñón del motor.
- 47.—Rueda dentada del eje de las ruedas.
- 48.—Cajas de engranajes.





recip
de s
fundi
dos c
trodo
L
ron l
de la
dor c
ro, a
el pe
tánde
eleva
inter
corri
todo
y 800



últi
cole
la n
de l
rrar
lad
enc
da
hor

al o
fun
evi
una
res
de

recipiente del baño de carburo en fusión, una cubeta de sección semicircular, hecha también de carburo fundido. Como electrodos, se usaban carbones redondos de 165 μ m de diámetro y 1^m 50 de largo; el electrodo positivo era fijo y el electrodo negativo ajustable.

La marcha del experimento en el cual se obtuvieron los mejores resultados fué la siguiente: Al principio de la operación, se introdujeron en la cubeta, alrededor de los electrodos, pequeños fragmentos de carburo, aumentando poco a poco la cantidad de éstos hasta el peso total de 3^k y medio. Los electrodos iban apartándose gradualmente uno de otro a medida que se elevaba la temperatura de la masa, pero sin exceder el intervalo máximo entre los dos carbones de 24 μ m. La corriente se mantuvo relativamente constante, sobre todo durante las tres últimas horas, con 34 a 35 voltios y 800 amperios.

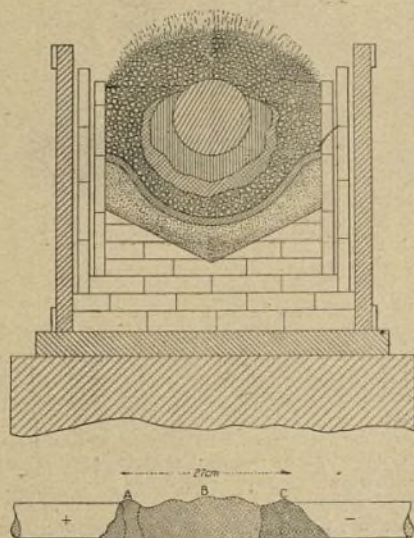


Fig. 2.—Resultados de la electrolisis del carburo.

- A.—Carburo enriquecido.
B.—Carburo no descompuesto.
C.—Carburo descompuesto mezclado con cristales de carbono.

A las 3 de la tarde se introdujeron en el horno los últimos trozos de carburo destinados a ser fundidos, colocando sobre ellos algunos fragmentos gruesos de la misma materia, cubriendo el conjunto con una capa de la mezcla de cal y carbón antes mencionada y cerrando finalmente el horno con una doble capa de ladrillos. La masa de carburo fundido así protegida y encerrada en la parte central del horno, quedó sometida a la acción de la corriente eléctrica hasta las 4,45, hora en que se dió por terminada la operación.

Se dejó enfriar el horno durante la noche y se abrió al día siguiente, retirando la masa que había estado fundida y quedaba adherida a los dos carbones. Eran evidentes los efectos de la electrolisis, observándose una diferencia notable entre la porción negativa y el resto del bloque. La parte central de ésta era formada de carburo aparentemente sin modificación, mientras

que alrededor del carbón positivo se veía una masa de carburo en apariencia más fino y mejor cristalizado. En cambio, alrededor del electrodo negativo, el carburo había sido descompuesto y estaba sustituido por una masa de carbón en un estado esponjoso y de color negro; un examen más detenido demostró que estaba formada por copos de grafito y contenía además diminutos cristales de carbono puro.

El lavado de esta masa de grafito permitió aislar de ella cierto número de estos cristales que resultaron ser verdaderos diamantes, caracterizados por los brillantes reflejos que despedían al encender sobre ellos un rayo de luz.

Pero, aunque el diamante así obtenido fué siempre muy puro, los cristales presentaban en cambio una forma muy irregular. Algunos de ellos tienen, en efecto, dos o tres caras bien definidas, y otros una sola; los hay también que ofrecen una superficie completamente redondeada, sin el menor plano o ángulo, pareciéndose por su forma a gotas de vidrio fundido. El inventor del procedimiento hace notar, con razón, que esta apariencia es la mejor prueba de la autenticidad de los diamantes por él elaborados, pues sería imposible obtenerla en granos de diamante labrados artificialmente.

Es de observar que, además de estos cristales relativamente gruesos, la masa de carbón formada alrededor del polo negativo, contiene en cantidad considerable granos de diamante más pequeños, muchos de ellos casi microscópicos.

El anterior experimento fué repetido trece veces durante el curso de dos meses, siempre con análogos resultados, observando además el inventor que existe una evidente relación entre el volumen de los cristales y el tiempo de funcionamiento del horno, siendo aquél tanto mayor cuanto más duradero había sido el período de electrolisis del carburo, hecho que está perfectamente de acuerdo con las conocidas leyes de formación de los cristales. Esta particularidad es una característica importantísima del procedimiento y el inventor funda en ella su esperanza de poder obtener diamantes de tamaño mayor, con sólo prolongar el tiempo de aplicación de la corriente a la materia primera.

El crecimiento, en diámetro, de los cristales es aproximadamente de 0'2 μ m por hora, como se desprende de los resultados consignados en el siguiente cuadro:

Duración de la marcha del horno	Diámetro de los cristales
6 horas	1'5 μ m
9 —	2'1 —
11 —	2'5 —
12 —	2'7 —

Habiendo sido imposible, como antes hemos indicado, mantener el horno en marcha durante más de 12 horas, no hay razón alguna que induzca a suponer que el tamaño de los cristales obtenidos al cabo de este período representa el término del crecimiento de aquéllos. Admitiendo que el desarrollo de los cristales se continuará en la misma proporción, al final de una aplicación de corriente no interrumpida en 42 horas se habrían formado diamantes de 8'7 μ m, y después de 72 horas de marcha del horno, los cristales medirían hasta 15 μ m de diámetro, alcanzando por lo tanto un

tamaño muy notable. Esto no es más que una hipótesis; lo cierto es, por ahora, que el inventor de este procedimiento, no contando sino con un horno de construcción muy primitiva y usando como primera materia el carburo ordinario del comercio, obtuvo diamantes de $2\frac{7}{8}$ m/m de diámetro en un período relativamente corto, resultado altamente halagüeño.

E. DE MIQUEL, Químico.

Electricidad industrial

Aparatos para el ensayo de devanados y bobinas

El ensayo de devanados completos y de bobinas aisladas, para la averiguación de rupturas y cortocircuitos, puede realizarse con gran facilidad por medio de los aparatos que se describen a continuación, funcionando con corriente alterna. La prueba de las bobinas sueltas se hace con el aparato que representa la figura 1; el aparato representado por la figura 2 sirve para el ensayo de devanados completos, es decir, de conjuntos de bobinas.

El aparato n.º 1 consiste en un electroimán en forma de E, con armadura de quita y pon, cuyo brazo central está rodeado por una bobina de excitación. Sobre el dorso o yugo de dicho electroimán, entre el brazo central y cada uno de los brazos laterales, están dispuestas dos pequeñas bobinas conectadas de tal modo que los potenciales inducidos en ellas por el flujo desarrollado por la bobina de excitación se opongan uno a otro y sean exactamente iguales, en circunstancias normales, no produciéndose en tales condiciones corriente alguna. La bobina o el devanado a ensayar se coloca sobre uno de los brazos exteriores del imán en forma de E, prescindiéndose de la armadura. Si en la bobina sometida a la prueba no existe ninguna deficiencia, su presencia no modificará en manera alguna la distribución del flujo. En cambio, en caso de existir en dicha bobina una derivación o un corto circuito, se desarrollará en la parte puesta en corto circuito una

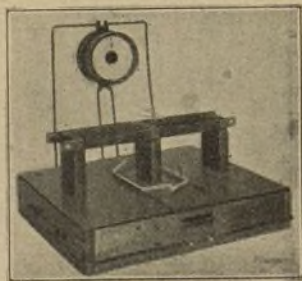


Fig. 1. — Aparato para ensayo de bobinas.

corriente de inducción que alterará la distribución del flujo, resultando éste dividido en partes desiguales entre las dos bobinas indicadoras. Por efecto de esta repartición desigual del flujo quedan entonces desiguales

también los voltajes inducidos en dichas bobinas, lo que tiene por consecuencia la producción en ellas de una corriente. La presencia de esta corriente es indicada por medio de un milivoltímetro con cero central o de un receptor telefónico.



Fig. 2. — Imán para pruebas de devanado.

Para averiguar el punto en que existe el corto circuito, la bobina se coloca sobre el brazo central del imán, la armadura móvil se coloca en la forma que aparece en la figura 1 y la bobina de excitación se conecta momentáneamente con una fuente de corriente apropiada.

El aparato empleado para el ensayo de los devanados completos, representado por la figura 2, consiste en un electroimán bipolar con núcleo de hierro laminado en el cual se desarrolla un flujo magnético, cuando se conectan las extremidades de la bobina de excitación con una fuente de corriente alterna. Las caras de los polos de este imán presentan una forma apropiada para que se adapten a la superficie curvada del núcleo de los devanados. Al acercarse dicho imán al núcleo de un devanado, sea de corriente continua, sea de corriente alterna, conectado con un conmutador, un flujo alternado atravesará aquel núcleo y, si el devanado se halla en condiciones normales, las fuerzas electromotrices engendradas se balancearán exactamente una a otra, de modo que no pasará por el devanado corriente alguna.

Haciendo pasar una pieza de metal alrededor de la superficie del conmutador, las diferentes bobinas se hallarán puestas sucesivamente en corto circuito; si no existe defecto alguno en el devanado, se producirá una chispa en el momento en que la pieza de metal se separa de cada barra. La falta de esta chispa sería señal de que existe un corto circuito o un circuito abierto, o podría igualmente indicar que una de las bobinas del devanado está invertida. Tanto la presencia de un corto circuito como la inversión de una bobina determinarían la formación de una corriente local en la bobina correspondiente, con producción de un flujo en los

dientes del núcleo entre los cuales la bobina está dispuesta. La existencia de este flujo local puede averiguarse aplicando a la superficie del devanado una faja de plancha de hierro que establezca una comunicación entre los sucesivos dientes. Si este flujo es debido a un corto circuito o a una conexión invertida, se observará que la faja de hierro es atraída en el punto en que pasa por encima de la ranura que encierra la bobina defectuosa. Si esta atracción de la faja no se produce, el defecto cuya existencia ha sido puesta en evidencia por la primera prueba, deberá atribuirse a un circuito abierto.

Para mayor comodidad en las operaciones de comprobación, un electroimán va dispuesto sobre un bastidor fijo, o montado sobre ruedas en la forma que muestra la figura 2. Estos aparatos se construyen generalmente en dos dimensiones, una para los devanados de diámetro inferior a 30 centímetros y otra para los de diámetro de 30 centímetros o más.

S. ANDREU, ingeniero.

Inventos modernos

Sistema de telegrafía de transmisión y recepción rápidas

El aparato en cuestión deriva de un sistema de telegrafía rápida que Guillermo von Siemens presentó en 1903. Este sistema se caracterizaba, por una parte, por la emisión de corrientes susceptibles de cambiar de sentido 12 veces por revolución de los discos emisor y receptor, y por la impresión, por el brillo de chispas eléctricas, de una cinta de papel sensible que pasaba inmediatamente a los baños de desarrollo y fijación.

Los inconvenientes del aparato procedían, de una parte, de su sensibilidad a las corrientes extrañas a la línea de transmisión, que podían ejercer acción sobre la transmisión si su duración llegaba a la de una vigésima cuarta parte de revolución; de otra parte, la lectura sobre la cinta receptora no era posible hasta nueve segundos después de la impresión.

Los autores han dividido, en el nuevo aparato, la revolución en cinco partes, de suerte que se necesita una duración correspondiente a una décima de vuelta para perturbar una emisión. De otra parte, la impresión es obtenida instantáneamente por medios puramente mecánicos, y la lectura puede ser, igualmente, instantánea. El principio de la impresión recuerda el del aparato Baudot. No obstante, la recepción es obtenida por medios puramente eléctricos.

Sabido es que los sistemas de telegrafía llamados rápidos transmiten, por medios eléctricos, signos convencionales practicados bajo forma de perforaciones sobre una cinta de papel. Estas perforaciones, según su disposición, figuran las letras o signos necesarios. Para la expedición de telegramas de prensa, trátase, en efecto, de ocupar las líneas el menor tiempo posible, permitiendo asegurar la mayor rapidez posible.

La preparación de la cinta perforada se hace por medio de una máquina provista de cinco electroimanes para la perforación, y de un sexto que acciona el avance de la cinta.

Cuando la palanca de una letra descendiente, forma

contacto con uno o varios carriles de corrientes perpendiculares a todas las palancas a la vez. El o los electroimanes recorridos en aquel momento por la corriente producen la perforación. Las palancas forman igualmente contacto con una palanca suplementaria cuya misión es la de obrar sobre el circuito auxiliar para cargar un condensador. En el momento que la tecla recobra su posición, el condensador se descarga sobre un electro que, por un relé, lanza la corriente al electro de avance de la cinta. Otros dos condensadores completan los circuitos en cuestión.

La cinta de este modo preparada pasa a un aparato provisto de cinco palancas, cada una de ellas terminada por un punzón o cuña que tiende a penetrar en las perforaciones de la cinta. Cuando esta circunstancia se produce, la otra extremidad de la palanca envía una corriente de un cierto sentido a uno de los cinco segmentos del disco emisor. Al contrario, las palancas cuyo punzón toca la banda sin penetrar en una perforación envían a los segmentos correspondientes del disco emisor una corriente en sentido contrario. Estas corrientes circulan por un relé polarizado, que envía a la línea corrientes que cambian de sentido cada vez que la uña de las palancas penetra en una de las perforaciones de la cinta.

A la llegada, la corriente de la línea obra sobre un relé que envía una emisión de corriente a cinco teclas repartidas sobre un disco receptor girando sincrónicamente con el disco emisor. Cada emisión de corriente pasa de este modo por un relé polarizado correspondiente a la tecla del disco, y este relé traductor toma una posición determinada según el sentido de la corriente que lo atraviesa. Los cinco relés toman pues posición determinada representativa de las perforaciones de la cinta de envío. Estas posiciones determinan otra de contactos que envían una corriente local a ciertos segmentos establecidos a modo de un cilindro registrador sobre cada uno de los cinco discos traductores constituyendo este traductor. El reparto de las porciones aislantes y de las posiciones conductoras es tal, que a cada una de las combinaciones posibles de las posiciones de los contactos, determinados por los relés traductores, corresponde un paso de corriente durante una sola de las treinta y dos partes bien determinadas de la vuelta. La corriente apoya la cinta receptora contra la rueda impresora de los caracteres, que gira a la misma velocidad que los discos, exactamente en el momento en que la letra que responde a una de las 32 combinaciones posibles pasa en frente de la cinta.

Nótase, por ejemplo, que según las posiciones figuradas por los contactos R_1, R_2, R_3, R_4, R_5 , la corriente pasará sobre R_6 durante la segunda mitad de la vuelta; sobre R_1 durante la cuarta parte; sobre R_2 que durante la última octava parte; sobre R_3 durante la última sexta parte, y sobre R_4 durante la última 32ª parte. El dispositivo electro-impresor apoya en el momento requerido la cinta, contra el carácter llevado por la rueda *ad hoc*.

El sincronismo es establecido del modo siguiente: Las teclas 1, 2, 3, 4 y 5 del disco receptor dejan entre ellas intervalos divididos a su vez en tres teclas aisladas.

La reversión de sentido de la corriente de línea debe producirse justamente cuando la tecla del centro

se halla en frente de cierta posición, si se halla en sincronismo perfecto. Si hay retardo o adelanto, el fenómeno se produce antes o después. En este caso una

agujeros *d* cuya separación corresponde a la de un número determinado de agujeros en la plancha *a*. En estas condiciones basta, para asegurar la yuxtaposición

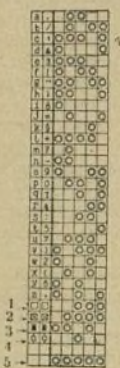


Fig. 1.—Alfabeto Siemens y sus perforaciones.

1, intervalos para el alfabeto;
2, intervalos para cifras y
signos; 3, error; 4, repitase;
5, detener.

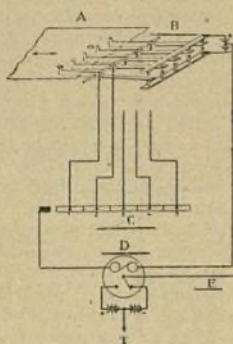


Fig. 2.—Circuitos de la estación emisora y de la receptora.

A, cinta de envío (perforada); B, palancas de contacto; C, disco emisor; D, relé de envío; E, línea; F, relé de recepción; G, disco receptor; H, relés traductores; I, discos traductores; J, rueda de caracteres; K, electro-impresor.

resistencia se halla añadida al circuito del inducido del motor. Además, el motor está acompañado de un pequeño motor auxiliar excitado de un modo fijo, y cuyo inducido puede permanecer inmóvil o girar en sentidos opuestos según que no le atraviese ninguna corriente o sea atravesado por corrientes opuestas dependientes precisamente del mismo mecanismo que el motor, que regula la resistencia en el inducido. Este motor auxiliar hace variar una resistencia introducida en el campo del motor principal. En un próximo artículo terminaremos el estudio de este nuevo sistema de telegrafía rápida, que se distingue por su originalidad.

de los dibujos, disponer los molinos de la plancha *a* a intervalos iguales a los de los agujeros consecutivos de la plancha de picos, y en posiciones respectivamente parecidas y relacionadas.

Decoración de los tejidos

D. A. Contel, ha patentado una máquina para decorar tejidos. El principio de su funcionamiento es el siguiente:

Proyéctase materias pulverulentas sobre depósitos de materias pegadizas, aplicados sobre el tejido por agujas o picos. El empleo de agujas constituye un procedimiento diferente del usado por picos en el sentido de que exige un material algo distinto y que produce una decoración diferente sobre los tejidos, dando dibujos formados de puntos mientras que los picos dan superficies llenas mayores conocidas con el nombre de «pastillas».

Hasta hoy no había sido posible combinar sobre un mismo tejido la ornamentación por agujas con la ornamentación por picos, en razón a que cada uno de estos procedimientos necesita planchas agujereadas de disposición diferente que no era posible ajustar y adaptar para producir motivos decorativos de cada una de dichas planchas.

Sobre la plancha de agujas *a* (fig. 1) son dispuestas las agujas *b* en los agujeros en un orden determinado por el dibujo que ha de establecerse.

La plancha de picos *c* (fig. 2) hállase provista de

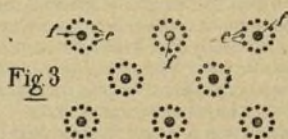
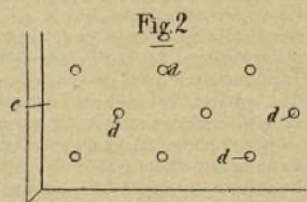
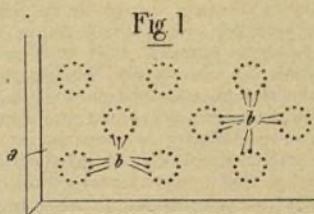


Fig. 3.

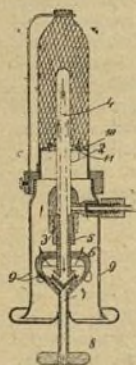
Comiéntase por aplicar sobre el tejido, por los medios conocidos, el dibujo de una de las planchas, la plancha *a* por ejemplo. Adáptase luego sobre la máquina la plancha *c*, y como sus dimensiones y coloca-

ción coinciden con la precedente, la aplicación de las «pastillas» se hace rigurosamente en las posiciones previstas, con relación al primer dibujo. Obtiénese de este modo una aplicación análoga a la representada en la figura 3, en la que *e* designa los puntos aplicados por las agujas de la plancha *a* y *f* las «pastillas» aplicadas por los picos de la plancha *c*.

Mechero Kröning para el alumbrado por incandescencia

El funcionamiento de este mechero se comprende con el examen de la figura que acompaña a estas líneas.

El gas de alumbrado penetra en el mechero de la manera corriente, por un tubo 1 que comunica con el 2 y que se eleva por el centro del manguito. El extremo superior del tubo 2 está cerrado por un casquete esférico, mientras que su base está atornillada fuertemente sobre un record 3. A través de este último pasa el tubo de salida del gas 4, que se eleva hasta la parte superior del tubo 2. La pieza 5 es atornillada con fuerza en el record 3, fileteada exteriormente sobre toda su longitud. Sobre este fileteado viene a fijarse el tubo de admisión de aire 7, terminado en su parte superior por la pieza hueca 6, en forma de pera revertida. El movimiento del tubo 7 le es dado maniobrando el disco 8. La mezcla de aire y de gas atraída por el tubo 7 escápase a la parte superior del 6. Provoca la admisión de una cantidad de aire suplementario que penetra por las aberturas 9 de la montura. La atracción de aire por el tubo 7 se hace por el gas que ha franqueado los tubos 2 y 4. Esta atracción es graduada por medio del ascenso regulable del tubo 7 y de la pieza 6 a lo largo del fileteado de la pieza 3. La extremidad de esta pieza, a tal fin, afecta la forma de cono, como la parte inferior de 6. La mezcla combustible atraviesa los agujeros 10 de la placa perforada 11, encima de la cual se consume.



Mechero Kröning para el alumbrado por gas.

Enología

La filtración de los vinos

Antiguamente se filtraban los vinos sobre mangas de fieltro o tejido, pero la filtración industrial de los vinos, tal como hoy se practica, es de origen reciente.

La clarificación de los jugos de la industria del azúcar ha dado lugar a un estudio completo de los procedimientos mecánicos y rápidos de separación en los líquidos, de las sustancias que éstos tienen en suspensión.

Actualmente se preparan tejidos filtrantes dispuestos sobre marcos estableciendo una serie de cuadros que

permiten en el menor volumen la mayor superficie filtrante.

La vinicultura no ha hecho más que tomar de la cervecería sus aparatos y su práctica de filtración. La filtración se halla muy extendida en las grandes poblaciones, donde el comercio importa de todos los países vitícolas vinos diferentes que mezclados los expende clarificados quince días después de su admisión en los almacenes.

Por el referido procedimiento, el comercio evita la compra y conservación del vino almacenado que exige locales dispuestos al efecto, grandes recipientes y gastos considerables. La filtración presta servicios en la vinificación con respecto al encolado de mayor duración y menos perfecto. La pasteurización de los vinos ha dado lugar a que los propietarios y vinicultores hayan creído indispensable filtrar o encolar el vino, si éste no es transparente, antes de calentarle.

La práctica ha demostrado que basta filtrar el vino antes de su calentamiento, porque los vinos enfermos admiten la cola difícilmente, y, de proceder al encolado al clarificar los vinos y después calentarlos, se observa una turbidez que exige largo tiempo para aclarar por precipitación.

En los años en que los vinos cosechados son mucilaginosos a consecuencia de la podredumbre del racimo o de malas fermentaciones, el encolado no es lo suficientemente enérgico para coadyuvar a una perfecta clarificación natural, en cuyo caso, la filtración puede ser de suma utilidad, pues asegura una defecación o aposamiento inmediato que completa la duración del encolado.

Cuando un vino no toma la cola, una filtración permite dicha operación asegurando la clarificación perfecta del vino. Ambas operaciones se complementan. En efecto, el filtro no separa del vino más que parcial o totalmente los cuerpos en suspensión: sustancias en vía de precipitación, levaduras, fermentos, cristales de táraro y sustancias insolubles tales como los mucilagos, materias colorantes precipitadas y copos de tanato de albumina; pues sabemos que en un líquido en vía de formación de precipitados, la precipitación del encolado, o la separación por filtración del depósito obtenido da lugar al cabo de algún tiempo a la formación de un nuevo precipitado que deja el líquido turbio.

En los vinos jóvenes en los cuales las precipitaciones no se han terminado, aun cuando salen clarificados del filtro se enturbian al cabo de dos o tres días. El encolado no es superior en la filtración pero asegura una sucesiva formación de precipitados con tendencia a un mínimo.

Acción esterilizante de la filtración.—Los fermentos, aunque pequeños con relación a las levaduras y otras impurezas del vino, no son eliminados parcial o totalmente por la filtración, dependiendo la cantidad de fermentos retenidos de la finura del tejido; es más, entre estos fermentos, la filtración produce una selección. Los posos bastoncitos del *Amer* (amargo) son retenidos más fácilmente que los pequeños glóbulos grasos. Estos últimos no son separados más que por las bujías de porcelana o de amianto, y a condición de que sean de paredes muy estrechas. Las bujías muy porosas, los dejan pasar. Las que no dejan pasar dichos glóbulos tienen el inconveniente de tener un gasto tan insignificante que no pueden utilizarse prácticamente. El enco-

lado del líquido filtrado y el funcionamiento del filtro permite aumentar el poder filtrante.

En resumen, las levaduras se retienen casi en su totalidad y los gruesos bastoncitos del *amargo*, los fermentos de grasa pasan, al contrario, en gran número, resultando la filtración impotente contra la *grasa*.

El *Coccus anomalous* atraviesa también todos los filtros menos las bujías «Bondo» aunque no obstante son más difícilmente retenidos que las bacterias filamentosas.

Una filtración repetida, teniendo cuidado de reparar el vino que cuele del aparato hasta que el líquido es denso y bien clarificado, no solo purifica el vino, sino que si bien no asegura una esterilización absoluta, disminuye bastante la masa de los fermentos peligrosos que podrían ejercer una acción nociva inmediata.

Inconvenientes de la filtración.—La filtración no disminuye el alcohol del vino modificando muy poco la acidez por cuanto el filtro no retiene más que los cristales de cremor tártaro que se precipitan normalmente. La materia colorante es más intensa y brillante; pero es generalmente disociable y reprecipitada, en abundancia con el tiempo. Las gomas y mucilagos del vino son retenidos.

El líquido parece perder su aspecto y suavidad dando lugar la extraña división del líquido a una aereación a veces peligrosa, razón que permite aconsejar no se filtren los vinos hechos en contacto del aire, excepción hecha de ciertos vinos enfermos y de olor desagradable y en vinos jóvenes muy duros y confortantes.

Un ligero encolado y el reposo permiten filtrar los vinos fríos.

El desprendimiento del carbónico y la pérdida de mucilago que se produce durante esta operación, es una de las causas de la modificación del sabor.

Conviene limpiar con cuidado los tejidos, pastas de papel y tierras de bujía, susceptibles de comunicar sus gustos al vino.

Acción de las paredes filtrantes.—Cuando el vino atraviesa una pared filtrante deposita sobre esta pared partículas orgánicas o minerales muy gruesas que no pueden atravesar los poros de la pared; mallas de tejidos, intersticios capilares y poros de las porcelanas filtrantes. Las partículas más finas y los fermentos quedan aprisionados en las paredes de las pequeñas canales por atracción o adherencia molecular, resultando por dichas razones un depósito que se elimina de la masa del líquido filtrado y que queda sobre la materia filtrante.

A consecuencia de estos depósitos el diámetro reducido de estos conductos disminuye la velocidad del líquido, cuya fuerza de arrastre va siendo más débil e insuficiente para que atraviesen el filtro las partículas causa del enturbiamiento.

En este momento la pared filtrante funciona, el líquido sale con un gusto determinado. El espesor de la pared filtrante se aumenta de un modo considerable; al mismo tiempo que los canales de circulación del líquido a través de la pared porosa disminuyen su diámetro; llegado este caso, el rendimiento del filtro disminuye así como la velocidad del líquido, pero la clarificación es más perfecta.

N. OLIVÁN.

(Se continuará).

Sección agrícola

Nomenclatura y notación de terrenos

Los materiales térreos son de carácter mecánico, físico-químico y químico. Los primeros son elementos que pueden separarse por procedimientos mecánicos (tamización); los segundos son compuestos mineralógicos procedentes de la destrucción de rocas y los últimos son compuestos químicos cuya riqueza permite valorar el poder fertilizante de un terreno.

Querer dar nombres a los terrenos, sin base científica, sin norma racional, sería amontonar palabras que al no ser reguladas por el uso ni derivadas de principios lógicos, haría difícil retenerlos en nuestra memoria; de ahí que comprendiendo la necesidad de una nomenclatura agrícola de carácter científico y tras de estudios previos sobre la materia y los procedimientos analíticos adoptados, hemos fundamentado una nomenclatura que a modo de ensayo nos permitimos exponer.

El nombre de un terreno no puede hallarse constituido por un nombre genérico y otro específico que sirve como apellido diferencial, pues ello no bastaría para caracterizar un terreno agrícola, por cuya razón los nombres adoptados para una completa diferenciación serán tres: el mecánico, el físico-químico y el químico; todos ellos, derivados de los correspondientes métodos de investigación, dependerán sus nombres de los procedimientos adoptados.

NOMENCLATURA Y NOTACIÓN MECÁNICA

Los constituyentes mecánicos de un terreno son, por orden de grosor, los siguientes: Guijarro, grava, gravilla y tierra fina, todos ellos pueden separarse por tamización y desecando en cápsulas por el procedimiento indicado en nuestro análisis de tierras nos permiten conocer las cantidades, en que dichos componentes integran el terreno analizado.

Existen mecánicamente tres tipos caracterizables por un simple examen organoléptico que son: terrenos guijarrosos, terrenos gravillosos y arenosos, entre estos grupos, caben tipos intermedios como los gravillo-arenosos y los guijarro arenosos.

Al analizar mecánicamente un terreno se encuentran generalmente las cantidades de los constituyentes mecánicos en proporciones que oscilan entre determinados límites y que permiten caracterizar un cuarto grupo de terrenos que llamamos terrenos normales.

La expresión de la fórmula mecánica, se efectuará representando por G, G' G'' y T, los cuatro elementos mecánicos, siendo el orden simbólico según la preponderancia del constituyente máximo proporcional.

Como ejemplo citamos una fórmula normal mecánica:

$$N. — [T_{0.61}, G'_{1.1}, G_{1.2}, G'_{0.8}]$$

Los tipos guijarro-arenosos y los gravillo-arenosos, se indicarán con las letras α y β respectivamente en forma de coeficiente de la fórmula que expresa mecánicamente el terreno investigado.

Este método de notación agrícola nos permitirá de un modo claro y breve conocer exactamente los terre-

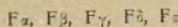
nos agrícolas, completando los datos que expresen las fórmulas físico-químicas; y principalmente, indicándonos el valor real y el futuro de los terrenos objeto del análisis.

NOMENCLATURA FÍSICO-QUÍMICA

Seguimos en ella el criterio adoptado en nuestra clasificación químico-mineralógica en la que establecemos cuatro tipos:

- Suelos arcillosos
— silíceos
— calcáreos
— magnésicos
— humíferos.

Cada uno de estos cuatro tipos se formula por los siguientes símbolos respectivamente:



dichas letras se colocarán fuera del paréntesis a modo de coeficientes de la fórmula correspondiente.

Si las determinaciones realizadas nos permitieron deducir la arena, arcilla, cal y humus, las cantidades obtenidas se expresarán por la parte entera deducida del análisis correspondiente usando como símbolos las letras S (arena) A (arcilla) C (cal) y U (humus).

Si delante de las letras $F\alpha, F\beta, F\gamma$, etc., se colocan los números 2, 3, 4, 5 etc., dígitos, obtendremos la caracterización del grupo a que corresponde el terreno analizado. Así, $F\alpha$ será un terreno arenoso y $2F\alpha$ [$S_2 A_2 C_2 U_2$] representará un terreno areno-arcilloso dando valores a $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \epsilon$, o mejor dicho, sustituyendo tal incógnita por la parte entera deducida del análisis correspondiente.

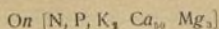
Los grupos correspondientes a los tipos indicados son los siguientes:

- | | |
|------------|----------------------------|
| $F\alpha$ | arcillosos |
| $2F\alpha$ | arcillo-arenosos |
| $3F\alpha$ | arcillo-calcáreos |
| $4F\alpha$ | arcillo-ferruginosos. |
| $F\beta$ | arenosos |
| $2F\beta$ | areno-arcillosos |
| $3F\beta$ | areno-arcillo-calcáreos |
| $4F\beta$ | cuarzosos |
| $5F\beta$ | volcánicos |
| $6F\beta$ | areno-arcillo-ferruginosos |
| $7F\beta$ | areno-humíferos. |
| $F\gamma$ | calcáreos |
| $2F\gamma$ | gredosos |
| $3F\gamma$ | margosos. |
| $F\delta$ | magnésicos. |
| U | turbosos. |
| $U\alpha$ | pantanosos. |

NOMENCLATURA Y NOTACIÓN QUÍMICA

Los terrenos químicamente están caracterizados por sus elementos químico-fertilizantes que son nitrógeno (N), fosfórico (P), Potasa (K), cal (Ca) y Magnesio (Mg) los cuales simbólicamente se expresan por el elemento químico que caracteriza el compuesto a fin de obtener una expresión breve de la fórmula.

El tipo normal «Joulié» se expresará del siguiente modo:



No se indica K_2 porque hemos convenido en no expresar la parte decimal correspondiente.

La carencia de subíndice representa la unidad; y el subíndice n , en la letra o número que representa el carácter de la notación o expresión del grupo, normalidad en la cantidad de elementos.

El estudio de la notación y nomenclatura de terrenos es de una importancia y utilidad notables, pues no solo facilita el estudio agronómico, sino que es una iniciación de un formulismo internacional llamado a fijar los límites de los elementos térreos y químicos de las plantas cultivables.

N. O.

Procedimientos industriales

Aplicaciones industriales de los residuos del maíz

La investigación de nuevas clases de celulosa ha conducido a la utilización de los productos secundarios de los grandes cultivos que hasta la fecha habían sido desechados. Conviene, pues, dar a conocer la comunicación recientemente presentada por M. Ed. Heckel a la Sociedad Nacional de Agricultura de Francia.

M. Heckel llama la atención sobre una variedad especial de maíz, el *Maíz gigante de Servia*; esta variedad se distingue por la altura de sus cañas, que pueden llegar a tres o cuatro metros. Estas tienen un gran diámetro y sostienen tres o cuatro espigas de 0'20 a 0'25 de longitud, llevando gruesos granos de dos colores, amarillos y ligeramente rojizos. Estos se llaman por sus dimensiones, o mejor dicho, caracterizan las variedades, *Diente de Cuball* y *Cuzco*. Las espigas son mucho más largas en la base que en el vértice. En la región de la Provenza, esta variedad se sostiene por regla general con sus caracteres primitivos.

Observando M. Heckel el gran desenvolvimiento y resistencia muy manifiesta de los tallos de esta variedad de maíz, pensó que podía ser de algún interés el verificar determinados ensayos para ver el grado de aprovechamiento de éstos para la fabricación de pasta de papel. Estos ensayos dieron felices resultados en cuanto a la calidad de papel, pero su rendimiento práctico fué tan escaso que los Estados Unidos tuvieron que renunciar a utilizar dicha materia en la industria indicada.

M. Heckel se dirigió a la escuela francesa de la industria papelera, aneja a la Universidad de Grenoble; remitiendo a dicho establecimiento 250 kilogramos de caña, de maíz gigante comunicando en el Boletín que acompañaba a su remisión, que enviaba a su vez un paquete de papel de 30 kilogramos procedente de los ensayos por él verificados.

«El rendimiento en celulosa es de 51 por 100, según análisis, pero será necesario calcular sobre un 40 por 100 con el tratamiento industrial. Los tallos contienen 6 por 100 de cenizas.»

El papel fabricado resulta un poco manchado por

porciones *crudas*, que no existirían aplicando un tratamiento en gran escala con aparatos apropiados. El papel resulta muy resistente.

«En resumen, la pasta de cañas de maíz de Servia es buena y se emplea con éxito en la fabricación de papeles finos, mezclada con otras pastas».

No es necesario perder de vista—añade Heckel—que este papel es el resultado de un ensayo de laboratorio, no de una operación industrial. Pero, tal como se presenta actualmente, su empleo, como papel de embalaje, es de indudable utilidad. El primer resultado de los ensayos del maíz gigante de Servia, es satisfactorio, tanto desde el punto de vista cultural (región de la Provenza), como desde el punto de vista de la aplicación industrial. Este papel, tal como sale de los laboratorios de la Escuela de Grenoble, presenta cualidades reales y ventajosas. Los negociantes que le han examinado en Marsella, en comparación con los papeles de embalaje más corrientes, han reconocido que su valor, bien justipreciado, podría ser vendido al precio de estos últimos, es decir, a 20 o 30 francos los 100 kilogramos.

«Sería muy conveniente se verificasen ensayos de estos cultivos en las regiones del departamento de L'Isère y La Garone, como también en todas aquellas zonas de clima caluroso próximas a las fábricas de papel en nuestra Península; pues de esta manera, seguros de la producción normal, tanto en el grano como en la caña, mediante ensayos culturales, se podría subvenir a las necesidades de esta gran industria, no sólo con la economía de los transportes, sino con la presentación en el mercado de una nueva materia prima tan necesaria, dada la creciente demanda de papel, sólo satisfecha actualmente con la despolación de nuestros bosques, lo cual constituye pérdidas irreparables presentes y futuras.

Aun cuando los americanos del Norte han afirmado que los ensayos verificados con las variedades locales han resultado infructuosos; no obstante, si se tiene en cuenta lo generalizado de la planta y que lo aprovechable, con ser poco, supondría pérdidas de consideración en los grandes cultivos, podemos aconsejar que no deben desecharse estos residuos, cuya importancia todavía se ha puesto más de relieve con el descubrimiento del americano M. Russel Couth, el cual ha inventado la utilización de los zuros, una vez separado el grano. «Asistiendo un día, por casualidad, nos dice M. Francis Narre en el *Correspondant*, a la combustión de un grueso tallo de maíz, al parecer inútil, vió con sorpresa el enorme desprendimiento de óxido de carbono durante el curso de la combustión.

«Teniendo en cuenta los enormes rendimientos del maíz, las superficies considerables cultivadas en las tierras americanas, y sabiendo que después del desgranado, los zuros son considerados como un sub-producto inútil», M. Couth calcula que, se pierden cada año cantidades enormes de estos zuros, y, por consiguiente, hay una pérdida de consideración en el combustible inutilizado.

«Inspirándose en los métodos empleados para la fabricación del gas del alumbrado, el químico yankee carga cuernos con paja y zuros de maíz, transformados, según una pintoresca expresión, en *hulla vegetal*.

«El gas obtenido por la destilación en vaso cerrado, purificado por lavado, posee un poder calorífico de

5.870 calorías por metro cúbico, o sea 1.000 calorías más que el gas del alumbrado.

M. Russel Couth calcula que los productores de maíz podrán vender a razón de 8,7 céntimos el metro cúbico de zuros.

«Puede preverse que el gas de los residuos del maíz puede hacer una seria competencia a la esencia de petróleo, principalmente en América y sobre todo para los motores de maquinaria agrícola. Es un nuevo combustible que la industria encuentra a su disposición».

Las aguas industriales y su reconocimiento

Las aguas destinadas a un uso industrial no sólo debe reconocerse cualitativamente sino su proporción en ácido sulfúrico, cloro, cal, sulfatos y bicarbonatos.

En toda industria debe ser un problema previo el reconocimiento de las aguas destinadas a la alimentación de las calderas, pues conviene que aquéllas se encuentren exentas de sales de cal, sulfatos y bicarbonatos en disolución, así como de sales magnésicas, pues éstas en las máquinas de gran poder térmico que funcionan a altas presiones, dan lugar a disociaciones que comprometen el estado de conservación de las paredes interiores, constituyendo un serio peligro de no reconocerse el agua que tales compuestos salinos lleva en disolución.

Dosificación del ácido sulfúrico.—En un matraz de 750 cc. se introducen 500 cc. del agua problema; se añade 1 cc. de ácido clorhídrico, se lleva a la ebullición, y se precipita el ácido sulfúrico por adición de un exceso de solución de cloruro bórico. El precipitado se recoge sobre un filtro, calcina y pesa; el peso encontrado multiplicado por 0,686 indica la proporción en SO_2 ; este mismo peso multiplicado por 1,116 indica la cantidad de sulfato cálcico contenido en un litro de agua.

Dosificación del cloro.—Se concentran 2 litros de agua a 200 cc. aproximadamente; se filtra y en el líquido filtrado se añade un exceso de una solución de nitrato de plata; el precipitado de cloruro argéntico recogido sobre un filtro tarado, se lava, seca a la estufa y pesa; el peso de cloruro argéntico hallado multiplicado por 0,1235 indica la proporción en cloro por litro.

Dosificación de la cal.—Esta dosificación no se utiliza más que en el caso de contener el agua muchas sales cálcicas en disolución; se opera en este caso sobre 500 cc. de agua, a los cuales se añade 5 cc. de ácido acético, se lleva a la ebullición y en el líquido hirviendo se proyectan algunos cristales de oxalato amónico; el oxalato de cal precipitado se recoge sobre un filtro, calcina y pesa; el peso de cal viva obtenido, multiplicado por 2, da la proporción en cal por litro de agua.

Dosificación de la magnesia.—Se concentran hasta 100 cc. 2 litros de agua, a los cuales se añade 2 cc. de ácido clorhídrico; en el líquido concentrado, se vierte amoniaco hasta reacción alcalina y después se acidifican de nuevo por la adición de 10 a 15 cc. de ácido acético; se lleva a la ebullición y, en el líquido hirviendo, se precipita la cal mediante algunos cristales de oxalato amónico, se filtra y el líquido filtrado se evapora.

ra en sequedad en una cápsula de platino; se calcina al rojo sombra para destruir las sales amoniacales agotando el contenido de la cápsula por 5 cc. de ácido clorhídrico y 20 cc. de agua. Dejando digerir al baño de arena, durante cinco o diez minutos, filtrando la disolución y lavando con la menor cantidad de agua, se precipita la magnesia con 5 cc. de citrato amónico, 5 de fosfato y 30 de amoníaco. Por lo general se favorece la formación del precipitado de fosfato amónico magnésico, dejando en reposo durante 24 horas.

El peso de pirofosfato de magnesia obtenido, multiplicado por $\frac{0.3603}{2}$ da la proporción en magnesia por litro.

Dosificación del hierro.—Las sales de hierro en disolución en el agua son perjudiciales en la industria cervecera y en tanería a consecuencia del calor que comunican a los líquidos que contienen tanino, estas sales son también perjudiciales en las aguas utilizadas para la obtención industrial de la fécula, pues el depósito de óxido de hierro que se forma en los recipientes, al mismo tiempo que el de fécula, comunica a ésta un color amarillo.

Para dosificar el hierro se evapora a sequedad en una cápsula de porcelana 2 litros de agua; se trata el residuo por 4 o 5 cc. de ácido nítrico y 1 cc. de ácido clorhídrico, se evapora de nuevo a sequedad y se agota por agua acidulada con ácido clorhídrico; se filtra sobre un vaso de 100 cc. en el cual se precipita el hierro por el amoníaco; el peso de este precipitado dividido por 2, representa la proporción en FeO por litro de agua.

Se puede asimismo dosificar el hierro, titulando por el permanganato las sales de hierro reducidas al estado de protóxido, según el método corrientemente utilizado.

La industria del radium

La importancia de la industria del radium representa hoy algunos millones.

En Francia se utilizan principalmente minerales procedentes de la provincia de Guarda (Portugal) habiendo producido la novedad de Saint Denis algunos gramos de radio y algunas toneladas de uranato de sosa ya que son minerales de uranio los que se tratan con preferencia. Pocos gramos de producción por año representan el tratamiento de millares de toneladas de mineral el cual suele contener de $\frac{1}{2}$ a 2 miligramos por tonelada: esto hace comprender que la industria necesita capitales importantes y un continuo esfuerzo científico.

Los yacimientos se encuentran ordinariamente entre granulitos descompuestos próximos al wolfram y a la casiterita; el mineral se presenta con frecuencia en forma de pajuelas cristalinas de autunita bastante brillantes y de color amarillo verdoso. Para llegar a un mineral conteniendo solamente medio miligramo de radium metal, por tonelada, precisa una cuidadosa selección a mano no llegándose más que excepcionalmente a dicha riqueza. Los otros yacimientos que se han encontrado no han recibido todavía verdadera explotación continua, habiéndose llegado a obtener

penosamente algunas toneladas de minerales aceptables. Solo se trata un mineral procedente del Colorado el cual llega a contener hasta 5 miligramos por tonelada: es un urovanadato que se encuentra en yacimientos sedimentarios al que se le conoce mineralógicamente con el nombre de carnotita.

No se puede por ahora esperar que baje el precio del radium el cual deriva de su escasez y precio de los minerales y del coste enorme de su tratamiento; los minerales ricos son muy caros y los minerales pobres, abundantes, como son los de Portugal, difíciles de explotar: los ensayos de enriquecimiento mecánico no han dado resultado alguno.

Para conocer la radioactividad, se emplea un aparato compuesto de un condensador y un electroscopio. El condensador está formado por un disco de plomo de 0'40 diámetro y 6 m/m de espesor entre otros dos de aluminio de 1.2 m/m lo cual forma una placa del condensador: la segunda placa del condensador es un disco de aluminio de 0,35 diámetro suspendido de la espiga aislada de un electroscopio tipo Curie, todo cerrado en una caja bastante reducida para que el volumen de aire sometido a la ionización sea reducido. El cuerpo a examinar está colocado debajo del disco de plomo a fin de que solo las radiaciones más penetrantes puedan atravesar la placa de 6 m/m de grueso, siendo comprobado que la intensidad de la radiación es proporcional a la cantidad de radium colocada detrás o debajo del condensador: además la cantidad de radium absorbida por el plomo hace despreciable la absorbida por la ampolla de cristal que contendrá la muestra o bien la ampolla «patrón» que se tendrá para la comparación, la cual se colocará situada en las mismas condiciones que la muestra. El aparato es sensible de $\frac{1}{2}$ miligramo a 200 miligramos de cloruro de radium.

En el congreso de Bruselas de 1910 se fijaron las bases para el establecimiento del patrón medida de la radioactividad y en 1911 se preparó para la oficina internacional de pesos y medidas de París un patrón conteniendo 20 miligramos de radium metal en una ampolla. Se ha comprobado que la pérdida es de 0'04 por cada año; se puede, pues, considerar el patrón como invariable durante 10 años y utilizarlo aún 30 o 40 años más mediante corrección.

El radium se emplea en medicina para el tratamiento de cánceres y sarcomas habiendo dado notabilísimos resultados, pudiéndose decir que ha salvado, a lo menos temporalmente, 50 por 100 de los enfermos inoperables sin producir el menor dolor. La acción del radium bien empleada no es destructora de los tejidos, sino al contrario, produce el efecto de un agente químico o psicológico apropiado a obrar sobre ellos o a combinarse para modificar su estado morfológico, su evolución y facilitar su nutrición.

En los espieliomas y lupus, manchas violadas, etc., los resultados han sido muy eficaces, muchos cánceres y tumores profundos han sufrido regresión completa sin reproducirse en bastantes casos y facilitando la intervención quirúrgica en otros, lo cual ha hecho decir al Dr. Darier en el congreso de Londres que un cáncer superficial tratado a tiempo, puede ser curado.

Otra aplicación del radium es la medida del voltaje a distancia sin contacto con la línea eléctrica. El fundamento del sistema es hacer conductor el aire entre el aparato de medida voltímetro estático y el cable con-

ductor: una corriente de pequeñísima intensidad que atraviesa el aire es suficiente para provocar las indicaciones del aparato.

Para llegar prácticamente a este resultado se recubre un disco metálico con una sal de radium uniéndola al aparato de medida. Acercando el disco al conductor la desviación de la aguja indica el voltaje. La distancia varía de 1 centímetro a 3 metros.

La electrolización de un trozo de ebonita frotado puede con esta disposición hacerse notar a 50 centímetros de distancia.

Es un procedimiento semejante al que hace años se emplea para medir el estado eléctrico de la atmósfera por medio del voltímetro sistema Szilard.

La verdadera aplicación industrial del radium es la deselectrización de las materias textiles y de los órganos de las máquinas de preparación de hilaturas que los han de trabajar sobre cuyo punto hay ya numerosas patentes habiendo dado resultados satisfactorios.

Después de repetidos ensayos se ha resuelto solo impregnar la materia con una solución radioactiva como también impregnando los cilindros de presión. La impregnación de la materia, lana, schappe, algodón es de muy poco coste y produce su efecto durante todas las operaciones que ha de sufrir en la fabricación, no alterando la materia para nada, lo cual se ha comprobado con los tintes más delicados.

El coste del tratamiento de los cilindros es variable, mayor para los de caucho y menor para el cuero y pergamino; el efecto se trasmite y conserva en toda la masa sin variar la elasticidad pudiendo los cilindros ser torneados o repasados sin perder condiciones.

En algunos casos ha dado también resultado la aplicación de pantallas radioactivas y también la emanación radioactiva de un recipiente colocado en el punto donde se produce la electrización.

Con objeto de comprobar los efectos de electrización se han elaborado procedimientos adecuados de medida determinando los efectos a cada operación, habiéndose observado que la mejor marcha de las máquinas coincidía con la electrolización mínima. Los prácticos con sus indicaciones han permitido determinar la proporción de la impregnación más favorable permitiendo suprimir la electrolización juzgada perjudicial hasta llegar a su anulación completa.

Los ensayos en cardas, máquinas de hilar y otras han sido realmente decisivos obteniendo la anulación completa de la tendencia a pegarse el hilo a los cilindros y otros órganos, obteniendo la marcha perfecta de las máquinas a su máximo de producción, evitando por completo la humificación que tras de no ser completamente eficaz ni mucho menos para estos efectos, es cara y tiene numerosos inconvenientes sobradamente conocidos.

O. BRUNET.

La fabricación de las lámparas de filamento metálico

La diferencia entre las temperaturas a las cuales pueden someterse los filamentos metálicos y los filamentos de carbón no parece depender prácticamente de los puntos de fusión de las diversas sustancias. Los fila-

mentos de carbono, al régimen de 3'5 vatios por buja, alcanzan una temperatura próxima a los 1.806°, no pudiendo sobrepasar esta temperatura sin destruir los filamentos. La fragilidad de éstos es consecuencia de la temperatura diferencial entre el centro del mismo y su superficie, pudiéndose reblandecer y fundir el centro; tanto más, cuanto más grueso sea el filamento. Este es el caso del filamento de carbono.

La fragilidad de los antiguos filamentos metálicos formados por una especie de aglomerado de partículas metálicas, procedía del caldeo irregular en ciertos puntos de contacto de superficies delgadas. El tungsteno es el metal que posee el punto de fusión más elevado, y, por consiguiente, es el más indicado para constituir los filamentos de lámparas de incandescencia. El metal puro, fundido, es por otra parte tan frágil que se pulveriza bajo la acción del martillo. El antiguo procedimiento de fabricación de filamentos para el alumbrado incandescente, consistía en mezclar el metal con una materia plástica: carbonizar esta mezcla, y luego hacer pasar la corriente por el filamento emplazado dentro de una atmósfera de hidrógeno y nitrógeno.

La fabricación de filamentos de metal puro y estirado es en la actualidad muy corriente. Las condiciones que hay que llenar para que el metal sea dúctil, son las siguientes: El metal debe ser puro y exento de óxidos. La proporción en carbono no debe exceder de 0'05 por 100 (aproximadamente 2'3 por 100 de Tu^2 C, lo mismo que para el hierro). El metal no debe poseer hierro ni níquel, que ennegrecerían las bombillas, y depurado al máximo de azufre, fósforo, arsenico, telurio y selenio. En su preparación, el metal debe alcanzar temperaturas a su punto de fusión. No debe trabajarse más que por un medio mecánico y al abrigo del aire.

La fabricación comprende seis operaciones:

1.º *Preparación de un polvo de metal puro, por reducción del trióxido de tungsteno por el hidrógeno a los 1000°.*—Este polvo contiene aún 1 a 2 por 100 de oxígeno.

2.º *Formación de varillas.*—El polvo es sometido a la presión de 5.006 kgs. por centímetro cuadrado en matrices que permiten formar varillas de 4 milímetros de grueso y de 13 de longitud. Para aglomerarlos de este modo y evitar en lo posible la oclusión de excesiva cantidad de aire, es preciso que los cristales no sean ni demasiado grandes ni excesivamente delgados.

3.º *Endurecimiento de las varillas.*—Las varillas son muy frágiles. Somételas, al rojo, a una corriente de hidrógeno durante una hora, y luego se eleva la temperatura hasta la de la reducción primitiva.

4.º La concentración de las varillas tiene por objeto obtener la soldadura de todos los pequeños cristales. Suspendese verticalmente la varilla entre dos electrodos de llegada de corriente. El electrodo superior se equilibra por un contrapeso, que produce una ligera tensión dirigida hacia arriba. La varilla ocupa el eje de una especie de tubo refractario cuyos fondos son los soportes de los electrodos de llegada de corriente. Este tubo es atravesado por una corriente de hidrógeno. Los dos fondos se enfrían por una corriente de agua fría. Procédese muy lentamente hasta alcanzar una temperatura próxima a la de fusión (o sea, para secciones de 16 a 20 milímetros cuadrados 53 amperios por milímetro

cuadrado para 2.550°; y 57 amperios por milímetro cuadrado para 2.730°).

La reducción del volumen en el curso de esta operación es de un 14 por 100.

5.º *Preparación de los filamentos por martillos o rodillos.*—Las varillas son de tal modo quebradizas que se rompen cayendo de una altura de 30 a 40 centímetros, a pesar de que se logra romperlos difícilmente a mano. La forja mecánica debe hacerse hacia 1.200° o 1.300° en el hidrógeno. Para ello se hace uso de una matriz agujereada en su centro. Una pieza concéntrica al eje es arrastrada por una polea que posee dos gualderas comprendiendo entre ambas diez dedales. En el interior de estas gualderas un manguito portamartillo tiende a ser arrastrado por el movimiento. Los dos martillos se separan bajo la acción de la fuerza centrífuga, pero su extremidad golpea contra uno de los dedales, que le comunica un choque que lanza el martillo hacia el centro. Los martillos caen simultáneamente sobre el eje de rotación, en cuya dirección introduce la varilla. Para 400 revoluciones por minuto de la polea, el número de golpes es de 4.000. La varilla es caldeada a 1.300° en un horno, bajo una corriente de hidrógeno y luego introducida en el aparato descrito, en donde también es puesta en presencia del oxígeno. El diámetro es reducido a cada operación de 3 por 100 (para pasar de 6 milímetros a 1 ^{mm}/m hay necesidad de repetirla 30 veces). Cada matriz sirve para tres de estas operaciones. Para 50 operaciones necesitan 16. Llegase a un diámetro de 0,75 milímetros.

El hilo, en estas condiciones, es lo suficientemente dúctil para ser estirado en la hilera de diamante o de carborundum. Necesitanse 100 hileras para pasar de 0,65 a 0,25 milímetros. La temperatura varía, en el curso de la operación, por medio de la calefacción por gas, de 650° a 400°.

El filamento de tungsteno, terminado, es de color blanco de plata. Sostiene 420 a 460 kg. por milímetro cuadrado. Es maleable y no magnético. Oxidase en el aire al rojo. La mayor parte de los agentes químicos no le atacan, salvo la mezcla de ácido fluorhídrico y nítrico. No le atacan los álcalis, salvo los cloratos de cal y de potasa, que lo oxidan, y el nitrato de potasa.

El filamento móntase en la lámpara del modo conocido. Su duración normal es de 1000 horas, y la intensidad luminosa se reduce a un 20 por 100.

Recientemente se ha patentado una nueva composición de filamento de tungsteno dúctil. El inventor pretende que se puede llegar a construir filamentos perfectamente resistentes y dúctiles sin emplear martillado ni estiraje mecánico de los hilos de tungsteno. Sería un error, según él, recurrir al tungsteno puro; pues demuestra se puede comunicar una gran ductilidad por una proporción de 1 a 5 por 100 de óxidos de ciertos metales: óxidos de metales alcalino-térreos, magnesio, tierras raras, zirconio, etc.

Si se toma uno de estos filamentos, puede ejercerse sobre ellos una presión con la uña, sin quebrarlos, formando con ellos un ángulo muy agudo, enderezando luego fácilmente el filamento sin romperlo. Ninguna rotura ocurre ni durante la manipulación, ni en el transporte de las lámparas.

Se han realizado ensayos sobre un filamento de 0,048 milímetros de diámetro, sujetándoles a un recipien-

te dentro del cual se vierte con cuidado mercurio. La resistencia hallada en estos experimentos fué de 100 kg. por término medio por milímetro cuadrado de sección (tántalo 90 kg., níquel 69 kg.). Una lámpara Sirio, bajo 220 voltios, de 16 bujías, con un consumo de 1'4 vatios por bujía, instalóse 1.000 horas bajo una tensión de 220 voltios de corriente alterna. Rota la bombilla, midióse la resistencia del filamento, que se rompió a 0'023 kg. dando por lo tanto un coeficiente de 90 kg. por milímetro cuadrado en la rotura.

Las causas de la influencia de los óxidos sobre la ductilidad del tungsteno no han sido explicadas aún por la teoría. Sea como fuere, si la práctica corrobora las esperanzas del inventor, la técnica de la fabricación de los filamentos habría cambiado por completo.

Niquelado de los reflectores

Se tenía la costumbre de platear la superficie de los reflectores de los faroles de las locomotoras para hacer la superficie más unida y brillante. Por razón de economía se ensayó sustituir la plata por el níquel, y en la actualidad se ha sustituido el petróleo por el gas en la alimentación de los faroles, ya que el níquel tiene la ventaja sobre la plata de resistir mejor que esta última la acción del calor.

Experimentase, sin embargo, algunas dificultades en el niquelado de los reflectores; y es frecuente, que el depósito de níquel no sea todo lo unido que fuera de desear; ello procede de la profundidad de los reflectores. Estos se hallan casi siempre constituidos por plancha de cobre de variable grueso, midiendo de 35 a 56 centímetros por 25 a 31 de profundidad. El depósito de níquel se realiza en buenas condiciones en reflectores cuya profundidad no sea mayor de 56 centímetros; más allá, el depósito salta fácilmente en el curso del pulimento que sigue a la operación de niquelado.

Para evitar este inconveniente los reflectores están dispuestos en recipientes separados, de barro, de una capacidad suficiente para que aquéllos puedan quedar sumergidos 10 centímetros por debajo de la superficie del baño, con la parte ancha o boca hacia arriba. La pared exterior de los reflectores se embadurna de asfalto, de modo que el baño no pueda arrebatar óxidos adheridos a esta superficie, pues ello contaminaría la solución. Emplease ánodos de níquel cuya forma sea sensiblemente la misma que la de los reflectores.

Los recipientes están dispuestos en series de seis, en líneas rectas; una sola varilla proyectándose encima de los recipientes, sostiene los ánodos. Dicha varilla está animada de un ligero movimiento.

La ventaja que representa el empleo de recipientes separados consiste en la facilidad que en tal caso presenta la filtración. La solución tiene la composición siguiente:

Sales dobles de níquel	90	gramos
Sales simples de níquel	30	—
Cloruro de sodio	15	—
Cloruro de amonio	15	—
Agua	2'26	—

Compruébase por medio del papel de tornasol si la acidez es suficiente; en el caso contrario, añádese al-

gunas gotas de una solución concentrada de ácido cítrico.

Cuando se desee niquelar de nuevo un reflector viejo, se le limpia primero por medio de un baño de cuatro partes de ácido sulfúrico, una parte de ácido nítrico y una cantidad de agua tal, que el ataque dé una superficie unida; mántiense este baño a una temperatura bastante elevada por medio de un serpentín de plomo; el recipiente en que esta operación se realiza, debe poseer en su parte superior un ventilador aspirante destinado a eliminar con rapidez los vapores que se produzcan.

Procedimiento rápido para impermeabilizar tejidos

Este procedimiento se basa sobre el empleo del blanco de ballena. Ofrece, sobre los demás conocidos hasta el día que tienen el mismo principio, la ventaja de no exigir disolvente alguno, que, cuando no es de gran coste, es peligroso.

Para obtener la impermeabilización de un tejido transfórmase primero el blanco de ballena en su derivado sódico soluble, caldeando por los alrededores de los 200° este producto en contacto con sosa concentrada.

Hácese entonces una solución diluida del derivado sódico de este modo obtenido, en el cual se inmerge rápidamente el tejido, que se sumerge seguidamente, después de escurrir, en una solución de acetato de alúmina al 5 por 100.

Después de seco, la impermeabilización es perfecta.

El linóleo

El aceite de linaza es una de las primeras materias que entran en la fabricación de este producto, y es de este aceite de donde el mismo toma su nombre. Según que se preñen las semillas de linaza en caliente o en frío, obtiéndose un aceite amarillo pardo o amarillo claro, que, bajo la influencia del oxígeno, se transforma rápidamente en una sustancia elástica, parecida al caucho. Esta sustancia apellídase linolina. Ciertos cuerpos oxidantes (secantes) activan esta oxidación. Las naciones productoras son la Argentina, Rusia (provincias del mar Báltico), Canadá, India y Egipto. En los Estados Unidos viénense a destinar al cultivo del lino grandes extensiones, toda vez que en algunos años el precio de las semillas y por consiguiente de los aceites, ha aumentado considerablemente.

Desde hace tiempo empléase el aceite de lino en la fabricación de los tejidos encerados, que no es otra cosa que un tejido de cáñamo, yute o algodón, revestido de una capa de barniz a base de aceite de lino. Como revestimientos de los suelos, la tela encerada ofrece grandes inconvenientes; es delgada y fría, y la capa de barniz salta al poco tiempo de uso.

Débase considerar al inglés Federico Walton como al inventor del linóleo. Sus patentes, de fecha 1860 y 1863, contienen todos los mismos procedimientos utilizados aún en la actualidad. Además del aceite de lino, empléase como primeras materias el corcho, resinas y colorantes. El corcho es un componente muy impor-

ante del linóleo, y se emplea los desechos de la fabricación de los tapones, comprimidos en la prensa hidráulica, formando balas con ellos y siendo de este modo expedidos a los centros productores desde España y norte de África, principales productores de corcho. En las fábricas de linóleo estos desechos son triturados y pulverizados por molinos especiales. La elasticidad del linóleo es debida, en gran parte, al corcho. El gran consumo de estos desechos de corcho ha hecho aumentar su precio en proporciones tales que en ciertas calidades de linóleo se reemplaza el corcho por serrín de madera, pero el producto de este modo obtenido carece de elasticidad.

Dos resinas entran en la fabricación del linóleo: la colofonia, producto muy conocido, y el copal Kauri (*Dammara Australis*), resina fósil que se encuentra en Australia y Nueva Zelanda. Esta última resina es opaca, parda, incrustada de yeso; punto de fusión elevado y olor agradable. Las dos resinas sirven de mezcla en la fabricación del linóleo, pero el copal Kauri sirve principalmente para dar dureza y solidez al producto.

Según la coloración que deba poseer la masa de linóleo, empléase diferentes colores. Óxido de hierro para el rojo, verde de cromo para el verde; diferentes negros de humo para el negro y el gris y óxido de cinc o litofonio para el blanco. El color rojo que casi siempre posee el revés de los pavimentos de linóleo es producido por un barniz de litargirio, que tiene por efecto proteger el producto contra la humedad.

Después de haber dejado el aceite de lino en reposo durante tres meses en vastos recipientes, introdúcese en calderas de hierro. El aceite con adición de litargirio, y algunas veces de cloruro de cal, es caldeado lentamente con fuego directo hasta los 300° y hasta más. Al propio tiempo atraviesa la masa de aceite una corriente de aire. Después de algunas horas de caldeo, el aceite, transformado en barniz, es enfriado y enviado luego a las cámaras de oxidación. Éstas, caldeadas a 30 y 40°, contienen centenares de bandas de tejido de algodón suspendidas verticalmente. Estas bandas tienen 0'90 a 1 metro de anchura y de 5 a 7 metros de longitud. El aceite de lino preparado del modo que queda descrito mana a lo largo de estas bandas, y una parte de él es absorbido por el tejido, mientras la otra vuelve al punto de partida, o sea a la parte superior de la cámara de oxidación. Bajo la influencia del oxígeno del aire, fórmase al cabo de varios meses una capa densa de varios centímetros de una sustancia llamada linolina, que presenta el aspecto del caucho. Estas placas de linolina son separadas, espolvoreadas de yeso, trituradas y pulverizadas junto con el tejido que las retiene.

Este procedimiento de fabricación, que da un linóleo de excelente calidad, tiene el defecto de ser muy lento. Por esta causa se ha buscado el medio de activar la oxidación, y para ello un autor, Pernacott, caldea fuertemente el aceite de lino, adicionando secantes y oxidando por una corriente de agua caliente. Obtiéndose de este modo una sustancia elástica y rugosa que absorbe fácilmente el polvo de corcho, pero esta sustancia ofrecía el inconveniente de despedir un olor desagradable y tener una duración muy limitada. En estos últimos tiempos algunas fábricas han combinado los dos procedimientos, pero sus productos se aceptan con dificultad.

La linolina molida es inmediatamente introducida en

recipientes de cocción especiales de doble cubierta que contienen la colofonia en estado líquido. Añádese el copal Kauri finamente molido y se funde el todo. Estos productos sirven de mezcla, dando flexibilidad y brillo al producto. Al cabo de algunas horas de cocción, a la presión de diez atmósferas, el «cemento linoleo» es retirado del recipiente y prensado entre dos cilindros; recíbesele en recipientes o cajas de plancha y allí se le deja reposar varias semanas. Inmediatamente después de su fabricación, el cemento de linoleo es pardo, blando y viscoso; ya maduro, pierde esta última cualidad y se vuelve duro y adherente.

El cemento se introduce con el corcho en polvo y las materias colorantes en aparatos de mezcla. La masa pastosa del linoleo, obtenida de este modo, sirve para embadurnar un tejido de yute por medio de la calandra, y saliendo de este aparato el revés de la pieza recibe la capa de barniz rojo destinada a impedir que la humedad eche a perder el tejido de yute.

Procedimiento de fabricación de la seda artificial de algodón

Son conocidos los defectos que presenta la seda artificial: falta de estabilidad y de homogeneidad en la tintura. Si se añade a ello un tacto desagradable y poco sedoso que forzosamente ha de restringir el uso de la seda artificial a base de colodión, se dará la debida importancia a un procedimiento que resuelva estas dificultades.

Después de muchas investigaciones, el autor del procedimiento que nos proponemos reseñar ha hallado el modo de obtener seda al colodión perfecta desde todos los puntos de vista. Ha comprobado que, cuando se caldea la seda ya por completo elaborada, es decir, desnitrada, cambia por entero. Investigaciones más completas y profundas han mostrado también que este cambio de cualidad se produce más rápidamente y de un modo más perfecto si se añade al baño cantidades variables de ciertos cuerpos, como los ácidos por ejemplo.

Estos cambios se obtienen aplicando este tratamiento especial ya sea al nitro-algodón, ya a la seda no desnitrada, ya al uno y a la otra a la vez.

En su realización práctica, el tratamiento consiste en la acción a una temperatura conveniente y durante un cierto tiempo, de un baño ácido cualquiera, preparado por medio de un ácido mineral, sulfúrico, clorhídrico, etc., o de un ácido orgánico, fórmico, acético, oxálico, sulfo-ácido, aromático, etc., ya también de una sal ácida (bisulfato de sosa o de potasa o de acetato de sosa, cloruro de aluminio, etc.), o bien de una mezcla de estos cuerpos. Añadiendo al baño ciertas sales o cuerpos que desprenden fácilmente oxígeno, como por ejemplo el clorato de potasa, el agua oxigenada, etc., la reacción no solo se hace más rápidamente sino que se obtienen aún otros resultados interesantes: entre ellos, la seda, después de la desnitración, se blanquea mejor y más fácilmente. Para mejorar dar a entender la aplicación del procedimiento, damos a continuación un ejemplo explicativo.

La seda no desnitrada, preparada para la desnitra-

ción, es sumergida de modo conveniente dentro de un baño. Este baño contiene por litro de agua 100 gramos de ácido sulfúrico. La temperatura del baño es mantenida durante seis horas aproximadamente a los 70° por un sistema de caldeo cualquiera, vapor por ejemplo. Lávase a fondo la seda por decantación, después de lo cual se la desnitra y termina del modo ya conocido. Púedese añadir igualmente al baño indicado una débil cantidad de clorato de potasa, por ejemplo en las proporciones de una décima de la cantidad de ácido sulfúrico empleada. Los datos antes indicados sirven simplemente de indicación y ejemplo; en efecto, la concentración del baño, la duración de la acción y la temperatura son factores que pueden variar mucho, pudiendo el uno compensar al otro en límites más o menos dilatados.

Por consecuencia del tratamiento indicado en las anteriores líneas, la seda fina se distingue al primer golpe de vista de toda otra seda al colodión, por su brillo y su tacto dulce. La duración de esta seda es por decirlo así indefinida, y el autor, Sr. Wislicki, posee muestras de ella desde hace muchos años, que se han conservado con las mismas cualidades iniciales. Esta seda contiene, por otra parte, cinco veces menos de cenizas que la seda ordinaria. Para establecer la diferencia de estabilidad de esta seda, con relación al producto ordinario del mismo género, basta caldear las muestras durante una hora a una temperatura de 140 a 150° C. La seda fabricada según el procedimiento antiguo se vuelve fuertemente ácida y se carboniza, mientras que la nueva seda permanece intacta con estructura y brillo sin acusar la menor reacción ácida.

La afinidad de esta nueva seda para los productos colorantes es también mucho más moderada que la de la otra seda, y por consiguiente su tintura es mucho más fácil y más uniforme.

Niquelado sin pila

Prepárase una mezcla de estaño, tártaro y agua, que se lleva a la ebullición; añádase una pequeña cantidad de óxido puro de níquel llevado al rojo. Una parte de níquel se disuelve rápidamente y colorea el líquido de verde. Los objetos de cobre, latón, hierro y hojalata son recubiertos en algunos minutos de un brillante depósito de níquel casi puro. Si se añade al baño una pequeña cantidad de carbonato o de tártaro de cobalto, la capa de cinc toma una coloración azulada más o menos intensa.

Protección de los dibujos de tinta china

Prepárase una especie de barniz mezclando colodión del que usan los fotógrafos con $\frac{1}{100}$ de estearina. Colóquese el dibujo sobre una placa de vidrio y échese encima la mixtura, extendiéndola bien pero sin tocarla (inclinando más o menos la placa a uno y otro lado), y hágase escurrir el exceso.

Plateado sin corriente eléctrica

Conviene este procedimiento sobre todo para los objetos de volumen reducido.

Principiase por limpiar estos objetos frotándolos con arena en un saco. Sujétaseles acto seguido con un alambre, y se les sumerge en un recipiente ocupado por cianuro de plata líquido e hirviendo, en el que se los tiene uno o dos minutos. A continuación se les lava en agua fría, se les pasa por agua hirviendo y se les seca con serrín de madera.

Papel luminoso

Se prepara un papel que es a la vez luminoso y transparente en la obscuridad con las siguientes materias:

Agua.	10 partes
Pasta de papel.	40 —
Polvo fosforescente	10 —
Gelatina.	1 —
Bicromato de potasa.	1 —

El polvo fosforescente se halla formado por una mezcla de sulfuros de calcio, bario y estroncio. El bicromato de potasa da la impermeabilidad. La preparación es idéntica a la del papel ordinario.

Capa cerámica

El yeso ofrece dificultades de amasado y empleo muy conocidas y sabido es, por otra parte, que es poco resistente, y que se raya al menor esfuerzo. El yeso cerámico presenta cualidades de resistencia, de adherencia, de facilidad de empleo, dureza y posibilidad de pulimento que no posee el yeso.

Las primeras materias para la constitución de esta capa cerámica son el yeso, la cal, el ácido bórico, y el cloruro de cinc, a cuyas materias se añade, si hay necesidad, materias colorantes, y el producto se obtiene por el amasado de las materias sólidas en un líquido especial, preparando la mezcla según los detalles que a continuación se mencionan:

1.º La parte sólida es formada por los $\frac{3}{4}$ aproximadamente de yeso, comprendiendo el resto la cal, preferentemente hidráulica, ácido bórico o boratos solos o combinados con el yeso, cementos, materias pulverulentas de diversa naturaleza, carbonatos de cal, mármoles, caolín, talco, dextrina, gelatina, formol, serrín de madera, polvos coloreados de pinturas o bien óxidos o sales de cinc, de magnesio, de manganeso u otros cuerpos químicos, etc. Pulverízase y se mezcla íntimamente.

2.º La parte líquida es preparada por disolución en el agua de una mezcla formada por las $\frac{1}{3}$ partes aproximadamente de cloruro de cinc solo o en combinación con una tercera parte de amoniaco y vestigios de formol.

Si el producto debe colorearse, añádese a esta disolución la cantidad necesaria de alcohol coloreado en el matiz deseado.

Amasada la parte pulverulenta con la proporción de líquido necesaria, prodúcese entre el amoniaco y el ácido bórico de una parte, y entre el exceso de amoniaco y el cloruro de cinc, una reacción que transforma el yeso en un cuerpo duro. Es preferible preparar dos líquidos en vez de uno solo.

El primero fórmase esencialmente de amoniaco, ácido bórico y sal de cinc en cantidad mínima, mientras que el segundo es casi exclusivamente constituido de cloruro, en el cual se ha introducido en pequeña cantidad ácido bórico o borato y amoniaco.

El primer líquido sirve en tal caso para el impregnado de las materias pulverulentas, y el amasado es terminado por la adición del segundo líquido, a condición de que el yeso haya recibido previamente la cantidad de agua necesaria para el amasado ordinario del mismo.

El método de empleo antes descrito no tiene más valor que el de un ejemplo, pues se pueden variar las proporciones, las materias y hasta el medio de incorporación de los ácidos o de las sales, añadiendo otras nuevas materias minerales u orgánicas en relación con el objeto que se persigue sin modificar sensiblemente el producto, cuya característica reside en el hecho de poderse emplear como capa que ofrece una gran resistencia después de seca. La desecación es muy breve, comparándola con la del yeso ordinario.

Del modo descrito se obtiene un yeso para revestimientos muy barato y de cualidades nuevas, ofreciendo cierta elasticidad cuyas características varían con las proporciones de los constituyentes, lo que permite obtener yesos cerámicos de constitución diferente según el uso a que se destinen y según se desee mayor dureza o rapidez de solidificación, o según también la naturaleza de las materias que hayan de recubrirse o el estado barométrico de los locales.

Otras cualidades esenciales del nuevo revestimiento son su solidificación rápida, fácil de regular, la adherencia a las partes sub-yacentes, etc., etc.

La cohesión íntima de la masa, la posibilidad de pulimentarla, lavarla, limpiarla, aplicarle barniz, encaústico y pinturas son también ventajas importantes del producto. Este es higiénico por su composición misma, por la facilidad que ofrece de adquirir la forma que se desee darle y por suprimir todos los ángulos según las necesidades de la higiene moderna.

Puede moldearse, y se presta perfectamente a la ornamentación, tanto más cuanto se coloca fácilmente en masa, pudiendo recibir no obstante capas de pintura o permitir darle el aspecto de mármol artificial y elaborarse lo mismo que el yeso armado.

Esponjas artificiales de cuero

La masa consiste en una mezcla de fibras de cuero, mejor desengrasado, en mezcla con caucho líquido que sirve de unión. En razón de la fuerza de cohesión de las fibras de cuero, posee infinidad de cavidades o poros, lo que la hace capaz en alto grado de absorber y retener los líquidos.

El procedimiento de preparación de estas esponjas se realiza del modo siguiente:

Desengrásase primero, del modo conocido 30 a 80 partes, en peso, de fibras de cuero, empapando en una lechada de azufre y dejando secar. Seguidamente se las mezcla con 20 a 70 partes en peso de caucho líquido y carbonato de amoniaco, de suerte que las fibras de cuero se hallan rodeadas por todas partes y empapadas por esta mezcla, formando una masa resistente de la forma de las esponjas que se desee obtener.

Caldéase seguidamente la masa obtenida, mejor en el vacío, primero lentamente y luego elevando gradualmente la temperatura hasta 125-140° aproximadamente. Durante esta operación el carbonato de amoníaco se evapora después de haber dado origen a los poros y numerosas cavidades dentro de la masa que la rodea, escapándose luego.

La masa porosa y resistente, preparada del modo indicado, es vulcanizada por el azufre que procede del tratamiento de las fibras por la lechada de azufre y de este modo se le hace suficientemente elástico.

Para facilitar el escape de los gases que podrían hallarse aún en el interior de la masa vulcanizada, es conveniente prensar el producto enfriado contra una superficie provista de numerosas puntas finas, para permitir a los gases retenidos en los huecos escaparse por los agujeros practicados. El caucho se colorea a voluntad.

Tejidos impermeables

Pasta de papel.	1,000 gr.
Gelatina o cola.	200 —
Glicerina, glucosa, melaza.	6,500 —
Agua.	5,000 —

El presente procedimiento tiene por objeto preparar tejidos obturando los huecos formados en ellos con pasta de papel, y haciéndolos impermeables.

La pasta de papel es preferible sea pasta de madera adicionando cola para darle adherencia sobre el tejido. La glicerina no tiene otro objeto que darle flexibilidad.

Esta pasta, destinada a formar una capa sobre el tejido, puede colorearse a voluntad.

Añádese a esta mezcla una sustancia tánica cualesquiera, por ejemplo: formol, alumbre, cromo, bicromato de potasa, etc.

La adición de una sustancia tánica no tiene otro objeto que el de impedir que por la humedad se haga la pasta pegadiza, de modo que la insolubiliza. La capa impermeable se aplica del mismo modo que las pastas de encerados y hules. Una vez el tejido completamente seco, laminaseles para darles uniformidad.

El Fibroleum

Este nuevo producto se fabrica con cuero o desechos de cuero de cualquier naturaleza, desmenuzados, en seco o húmedo, por medio de un triturador de cualquier sistema. Púedesele mezclar con materias textiles, cáñamo, lino, yute, celulosa de madera y toda otra materia fibrosa en estado filamentosos. Adiciónase luego cola, vegetal o animal, para darle resistencia e impermeabilidad, y formando hojas a mano o por medio de máquinas, comprimiendo, secando y laminando para darle el aspecto del cuero.

Barniz para papel aislante

Disuélvese 1 parte de bálsamo del Canadá en 2 de esencia de trementina. Hágase en seguida digerir a un calor suave en un frasco, y fíltrese antes del enfriamiento.

Extinción del fuego producido por materias inflamables, alcohol, bencina, petróleo, barniz, etc.

El uso del petróleo y de la bencina se extiende cada día más, y con él crece el peligro de incendios. Existe un modo simple, rápido y eficaz de dominar el fuego: tan pronto éste se inflama en una masa de petróleo, bencina, alcohol, barnices, etc., derrámase una botella de amoníaco pues los vapores que se desprenden dominan las llamas de un modo instantáneo. Esta propiedad del amoníaco puede comprobarse sobre todo género de materias inflamables y combustibles. Es pues de la mayor utilidad tener siempre al alcance de la mano, en los garages, automóviles y en todos los locales en los que se almacenen este género de materias, una simple botella de amoníaco (álcali volátil).

Sabido es también que la arena seca es una de las sustancias que puede emplearse para apagar un comienzo de incendio producido por el alcohol o bencina y por esta causa en los talleres, fábricas, y locales en que existe este combustible se dispone en varios parajes de sacos llenos de arena.

Purificación del ácido sulfúrico

El ácido sulfúrico del comercio encierra muchas impurezas, cuya presencia es perjudicial. Estas impurezas consisten en arsénico, plomo, etc.

Para desembarazarle de estos cuerpos extraños, basta con agitarle con aceite del que se utiliza en el alumbrado, mezclado en la proporción de 4 a 5 centímetros cúbicos de aceite por litro de ácido. Todas las impurezas se precipitan.

Aleación resistente a los ácidos

Reitz recomienda la siguiente:

Cobre.	15 partes
Estaño.	2,34 —
Antimonio.	1 —
Plomo.	1,82 —

Estañado (fraude del estaño por el cinc)

Señálase con frecuencia, en la industria del estañado, un fraude sobre el cual es conveniente llamar la atención a causa de los peligros que puede originar. Industriales sin conciencia, se sirven frecuentemente del cinc en vez del estaño para el estañado de utensilios de cocina, en virtud de que el cinc tiene un valor siete veces menor que el estaño. A simple vista el fraude no es fácil de descubrir, porque la capa de cinc es tan blanca y brillante como la del estaño: pero se puede denunciar la verdadera naturaleza del metal empleado haciendo hervir en una cápsula el estañado sospechoso con un poco de vinagre. Si el estañado resiste sin reblandecerse, puede tenerse por seguro que está constituido por estaño puro; pero si el brillo desaparece, en parte o en totalidad, puede tenerse la seguridad que se ha empleado cinc.

Estañado de la fundición

Para estañar la fundición, límpiese completamente su superficie con el ácido sulfúrico diluido, y hágase hervir seguidamente en una solución concentrada de estannato de sosa y de estaño en granos. Para los pequeños objetos de fundición, puede efectuarse el estañado haciéndolos hervir en una solución de cremor tártaro con pequeños trozos de estaño puro, sin aleación alguna.

Estañado (procedimiento inglés)

Los objetos, limpiados con el ácido sulfúrico, son sumergidos en un baño de estaño fundido, recubierto de una capa de cloruro de cinc; pasan luego a un segundo baño de estaño recubierto con una mezcla grasa de la composición siguiente:

Aceite vegetal.	25 partes
Sebo.	25 —
Aceite mineral (petróleo).	55 —

Y finalmente en un baño de estaño fundido.

Grasa consistente

El procedimiento más corriente para la fabricación de la grasa consistente es como sigue.

Se hace disolver 500 gramos de sosa cáustica en un hectólitro de agua. Filtrese la disolución y añádase un hectólitro de aceite o de grasa, amasando la mezcla, y con ello se obtiene un producto más o menos denso según las proporciones que puede ser naturalmente más consistente con el sebo que con el aceite mineral o vegetal.

Grasa antifricción

(Procedimiento Delaunay-Belleville)

Esta grasa está compuesta de:

100 partes grasa mineral verde, tipo aceite para cilindros;

120 partes de grafito.

El conjunto se mezcla en recipientes caldeados a 60 ó 70°, amasando lo más posible para que la mezcla sea íntima. El lubricador Dixon es un grafito de tacto suave, muy apreciado por sus cualidades lubricantes y por la ventaja que ofrece de poder resistir a las temperaturas altas y ser inatacable por los ácidos. Resiste igualmente a los gases, pero su grado de pulverización es tan elevado que el más pequeño soplo hace perder una gran cantidad.

El aceite mineral verde es originario de los Estados Unidos. Es muy untoso y no desprende vapor alguno inflamable. Su mezcla con el lubricador Dixon es muy fácil y económica.

Esta grasa antifricción se emplea para mantener los grifos de gas, vapor y agua; su uso remedia las imper-

fecciones de ajuste, ablandando los frotamientos de las varillas, ejes, pernos, etc., sirve igualmente para preservar a todos los órganos mecánicos de la acción de los líquidos y gases amoniacales y otros que oxiden los metales, preservando de la oxidación los pasos de tornillo que hay necesidad de desmontar con frecuencia lo que hace el desmontaje fácil, incluso cuando las piezas han permanecido largo tiempo en lugares húmedos.

Para combatir el caldeo de las piezas mecánicas sujetas a un trabajo intenso, es muy recomendable el producto objeto de las presentes líneas.

Las proporciones indicadas pueden variar según las necesidades y especialmente según la temperatura. Hay que aumentar la proporción de grafito en los países templados y disminuirla en los fríos.

Grasa para grifos

Fundir en proporciones iguales caucho natural y sebo en caliente. Cuando el caucho está disuelto añádese un 50 por 100 de grafito finamente pulverizado.

Como la disolución del caucho exige operaciones prolongadas, puede hacerse uso de la disolución de caucho en bencina que en la actualidad se halla con facilidad, fundiendo seguidamente el sebo y haciendo la mezcla a distancia del fuego. Para aplicar la grasa se caldea ligeramente ésta, embadurnando suavemente la llave del grifo.

Para ennegrecer el hierro

Caldéase al rojo oscuro en un hogar de forja un tubo cerrado por uno de sus extremos, dentro del cual se han colocado las piezas de hierro que han de operarse. Tan pronto las mismas ofrecen una coloración azulada oscura, se retira el tubo y las piezas de su interior, dando una capa de la siguiente composición por medio de una muñeca de cáñamo:

Trementina.	5 gramos
Alquitrán	20 —
Aceite de linaza.	5 —

Si la coloración obtenida no es lo suficientemente intensa se dará una segunda capa, después de haber caldeado un poco las piezas. Finalmente se las seca y da una capa de aceite de oliva.

Para dar al acero el color azul por medio de un baño metálico

En vez de caldear las piezas y oxidarlas bajo la acción del calor en una estufa o al fuego directo, pueden sumergirse en un baño metálico que funda a una temperatura determinada: la pátina preséntase de este modo muy unida e igual por consecuencia de la mayor regularidad del caldeo. Una aleación en fusión compuesta de 25 kilogramos de plomo y 1 kilogramo de estaño permite de este modo obtener sobre el acero una hermosa coloración azulada.

La educación del obrero en Alemania

Mucho se ha escrito desde algunos años en pro de la educación técnica, atribuyéndose a la falta de enseñanza superior, o a sus deficiencias, los males de que padece nuestro sistema de explotación industrial. Muchos son los que piensan que tales males se remediarían fácilmente con la creación de colegios y universidades técnicas. Hechos recientes han demostrado, en efecto, hasta la evidencia, que la instrucción de los que podrían ser llamados «capitanes de la industria» es muchas veces insuficiente. Para que el progreso industrial pueda ser verdadero, económico y constante, sería preciso que la formación del ejército de los trabajadores fuese cuidadosamente atendida. Alemania nos da el ejemplo de una nación económica e industrialmente joven, vigorosa y poseída de un entusiasmo potente, aunque tal vez algo superficial, cuyo progreso y desarrollo industrial ha sido rápido y relativamente ordenado; es, pues, interesante y provechoso el estudio de este desarrollo.

Considerando el asunto bajo el punto de vista histórico, del cual pueden sacarse enseñanzas útiles, y comparando los métodos alemanes con los que se siguen en Inglaterra, pueden notarse entre unos y otros diferencias importantes y, por otra parte, muchos puntos de contacto.

En los primeros siglos de la era cristiana, la enseñanza se reducía casi exclusivamente al noviciado para el ingreso en las órdenes religiosas. En la edad media, se fundaron escuelas que si bien conservaban un carácter religioso, tenían por objeto la preparación de los alumnos para el ejercicio de una carrera u oficio. El principio del siglo XVI y la Reforma fueron testigos de un renacimiento de la instrucción religiosa con la difusión de la enseñanza del catecismo de Lutero, hasta en los distritos rurales más apartados de todo centro de población. Tiempos más pacíficos trajeron el desarrollo de las corporaciones y la formación de agrupaciones de oficios; los mercaderes de las ciudades no tardaron en darse cuenta de la insuficiencia de la enseñanza de que los conventos poseían el monopolio; disminuyó el interés por el conocimiento del latín, a medida que se iba comprendiendo la necesidad del estudio de las ciencias del cálculo y de las prácticas mercantiles. Una fase ulterior de la evolución social es marcada por la apreciación cada vez más exacta de los inconvenientes de la ignorancia y de la importancia de la educación en sí. El reino de Wurtemberg llevaba la delantera cuando, en el año 1695, instituyó escuelas públicas en las que, por razones de economía, la enseñanza se daba sólo los domingos. En 1740 estas escuelas habían llegado a ser consideradas como una institución necesaria e indispensable para la continuación de la enseñanza para ambos sexos. En el Ducado de Baden se fundaron en 1760 escuelas análogas, y una ley bávara del año 1771 obligó a los patronos a mandar a sus aprendices a los cursos del domingo. En 1716, el rey Federico Guillermo de Prusia intentó obligar a los adultos, especialmente a los solteros de ambos sexos, a asistir a las es-

cuelas dominicales; lo propio hizo Federico el Grande. Sin embargo, la asistencia a estas escuelas fué siempre irregular, lo que hizo prevalecer cada vez más por parte de los poderes públicos la aplicación de medios coercitivos hasta el punto que, en 1803, la ley obligaba a todos los ciudadanos a asistir con regularidad a las escuelas hasta su 18.º aniversario, no concediéndoles, sin el cumplimiento de esta obligación, licencia para contraer matrimonio, dedicarse a los negocios o ejercer un oficio. La aplicación de tales métodos no podía dar resultados muy satisfactorios, por favorecer únicamente ciertas enseñanzas especiales en perjuicio de la cultura general. Hubo, por ejemplo, escuelas privadas que lograron formar dibujantes muy hábiles; sabido es que la enseñanza del dibujo goza todavía en Alemania de merecido favor.

El siglo XIX vió la muerte de las corporaciones y de su autoridad omnímoda y muchas veces tiránica, sustituyéndoles los gremios o asociaciones. La severa disciplina que reinaba en las antiguas corporaciones no les sobrevivió y las nuevas escuelas parecen haber desempeñado de modo imperfecto la misión de educadoras y formadoras del carácter de sus alumnos que, después de la desaparición de aquéllas, les correspondió. Mientras que, en Inglaterra, la familia y la Iglesia ejercen una influencia preponderante en la educación de los jóvenes, en Alemania la función de educadora está encargada, en gran parte, a la escuela. En 1870 se otorgaron facultades a las autoridades locales para hacer obligatoria la asistencia a las escuelas de «continuación», y algunos años después se votaron leyes encaminadas a realizar una más completa organización de tales escuelas en cada distrito. En 1900 se promulgó una ley extensiva a todos los estados del Imperio, que obligó a todos los patronos a dejar a todos sus empleados menores de 18 años el tiempo necesario para asistir a las escuelas. Esta ley está todavía vigente y, como se verá luego, abarca no solamente las clases nocturnas, sino también cursos que ocupan días enteros de la semana.

Tales son, brevemente reseñadas, las principales etapas del desarrollo de la instrucción del obrero en Alemania. Para hacerse cargo del sistema educativo actualmente en vigor en dicho país, nada como seguir al obrero mismo en las varias fases de su vida que, durante los primeros años, no se diferencia mucho de la de su hermano de Inglaterra. Bajo el punto de vista de la organización y administración, las escuelas elementales inglesas son probablemente las mejores; ocurre en efecto, con harta frecuencia, en los distritos rurales de ciertas provincias de Alemania, que las escuelas deben permanecer cerradas en invierno por falta de calefacción, o en verano a causa de la escasez de brazos para las faenas del campo. Algunas diferencias, hijas de la especial idiosincrasia de cada pueblo, se notan desde luego al comparar los sistemas de educación seguidos en los dos países, sobre todo en ciertas materias especiales como las prácticas de canto al aire libre. Las re-

laciones entre alumno y maestro son también, en Alemania, muy distintas de lo que son en Inglaterra. En Alemania mismo se observan diferencias de método o de organización resultantes de causas históricas, de naturaleza religiosa o política, propias de los diferentes estados que constituyen el Imperio. Pero el examen y discusión del sistema educativo alemán considerado en toda su complejidad, teniendo en cuenta todas las variaciones que la caracterizan en las distintas provincias del país, no sería interesante ni provechoso; para sacar la mayor utilidad de un estudio de esta índole es preferible concretarse a la educación del obrero alemán bajo su aspecto más perfecto, tal como se practica en Berlín, el centro fabril más importante de Europa.

La vida del futuro artesano, a su salida de la escuela elemental a la edad de 14 años, se halla regulada por diferentes preceptos, uno de los cuales obliga a todo trabajador varón, empleado dentro de los límites del término de Berlín, a asistir con regularidad a las escuelas municipales de segundo grado hasta la terminación del semestre escolar en que cumpla 17 años. Esta regla alcanza a todos los trabajadores, ya sean obreros industriales o dependientes de comercio, con una excepción o dos: se aplica, pues, no sólo al obrero técnico o de arte, sino al peón, al escribiente y al tendero. Rige además con igual fuerza para aquellos jóvenes que se hallen en periodos de holganza forzosa, como ocurre durante su paso de la escuela al taller, o al dejar un empleo para tomar otro. En estas escuelas municipales de «continuación» se presenta a la elección del alumno una gran variedad de carreras, modificándose naturalmente para cada una de ellas el régimen de estudios. Las materias consignadas en los programas son el idioma alemán, el cálculo y el dibujo, variando desde luego su enseñanza en relación con la carrera que se persigue. Así, por ejemplo, mientras los alumnos de la sección de ingeniería hacen ejercicios de medición y de dibujo geométrico, los que han de seguir carreras mercantiles se familiarizan con el cálculo de las proporciones y la correspondencia comercial. Las horas de estudio son limitadas a un máximo de 300 por año, sin poder bajar de un mínimo de 200; la enseñanza es gratuita. El alumno debe presentarse limpio y decentemente vestido y el patrono debe no solamente facilitarle la salida del taller, de la fábrica o del almacén a una hora que le permita mudarse y lavarse antes de asistir a la escuela, sino también proporcionarle los libros de estudio que las autoridades docentes designen. Una cláusula del Estatuto exige de la obligación de asistir a la escuela oficial a aquellos jóvenes que justifiquen estar suficientemente instruidos o que atiendan los cursos de una escuela libre aprobada por la autoridad, o de las que podríamos llamar escuelas gremiales. Estas últimas son muy interesantes y, en muchos casos, dan excelentes resultados.

Existen, por ejemplo, escuelas para los lampistas, los carpinteros, los ebanistas, los herreros, guarnicioneros, joyeros y hasta para los oficios más sencillos o despreciados, como el de desholllinador. Estas escuelas se hallan bajo la inmediata inspección o dirección del gremio o corporación correspondiente, condición excelente para que sean tenidas en cuenta las necesidades especiales de cada industria; la enseñanza técnica es, en efecto, sin duda alguna, mejor en tales escuelas de lo que podría ser en centros de instrucción dependientes

de la autoridad municipal. Los cursos están establecidos en ellas de conformidad con el moderno sistema alemán de especialización que, importado de América con toda la fe que un espíritu científico es capaz de abrigar, es venerado como un ídolo intangible.

En la escuela de lampistas se dan cuatro clases, en la primera de las cuales se enseña la medición y la teneduría de libros, siempre teniendo en cuenta las necesidades del oficio; sigue un curso de geometría práctica abarcando aquellas partes de dicha ciencia que son más necesarias para el trabajo del metal laminado, especialmente las que se refieren a la interpenetración y al desarrollo. Se destina mucho tiempo al estudio del dibujo de motivos ornamentales de plomo y cinc, obteniéndose resultados verdaderamente notables. Tal vez sea excesivo el tiempo que se dedica al dibujo en color, pero las horas empleadas en estos ejercicios no son, de todos modos, perdidas para los alumnos; el estudiante toma mayor interés en su trabajo y se esfuerza más en perfeccionarlo si se le anima para producir un dibujo hermoso, lográndose de este modo cierta cultura artística. En las clases inferiores la enseñanza se da al tabletero y los alumnos son llamados uno a uno para resolver problemas delante de sus compañeros. En las clases superiores, cada alumno trabaja por sí, aplicándose cada uno a resolver un problema diferente; la instrucción es individual, no por conferencias. Además de estos estudios que casi invariablemente ocupan las mañanas de los domingos, se verifican ejercicios prácticos, por la noche, una o dos veces por semana. Los talleres, bien provistos de maquinaria y funcionando bajo la dirección de excelentes profesores, ofrecen al aprendiz buenas ocasiones para ensanchar el campo de su experiencia más allá de la rutina a menudo estrecha de su patrono.

En Alemania los aprendices son contratados generalmente a la edad de 14 años y siempre para un periodo de cuatro años. Anteriormente, el aprendiz vivía con su patrono; hoy vive habitualmente con su propia familia y recibe durante estos cuatro años una indemnización para manutención que varía generalmente de 4 a 8 marcos por semana. Las horas de trabajo son de 9 a 10 por día durante seis días por semana. Terminado el tiempo de aprendizaje, el joven debe sufrir el examen de teoría y práctica de su oficio y presentar una muestra de su trabajo. Sufrido con éxito este examen, recibe un certificado que lo acredita como oficial, empezando entonces su «Wanderjahre» periodo durante el cual gana de 70 a 95 céntimos por hora. Después de algunos años de práctica durante los cuales la experiencia se completa generalmente por ulteriores estudios, el obrero puede solicitar el título de «meister» o maestro, el cual se obtiene después de un examen teórico y práctico, debiendo también presentar una muestra de su trabajo a la cual se da el nombre de «pieza de maestro» que es casi siempre una obra de verdadero mérito. Si es aprobado, merece el título de *maestro*, aunque no le es permitido hacer uso de él hasta que haya cumplido los 24 años. Puede entonces emprender un negocio por cuenta propia o tomar por cuenta de un industrial la dirección de un taller.

Las demás escuelas técnicas están organizadas sobre bases análogas y su régimen es el mismo que el de la escuela de lampistas; hay, sin embargo, algunas excepciones derivadas de las exigencias propias de ciertos

oficios; los cerrajeros, por ejemplo, en cuyo gremio los aprendices acostumbra vivir, como antiguamente, en casa de los patronos, los métodos son ligeramente diferentes, aunque la instrucción es igualmente individual y la especialización de la enseñanza tan completa. Se les da también una instrucción muy perfecta en la dirección de los negocios, y ello no es superfluo en un país en el cual las reglas y los reglamentos administrativos contribuyen en gran manera a la complejidad de la vida. Se enseña, por ejemplo, al alumno, a efectuar un giro postal, a hacer una expedición por ferrocarril, a escribir una carta, a extender una factura y a dar parte a la policía en ciertos asuntos que se presentan con frecuencia en la vida mercantil alemana. El curso tiene por base un compendio que contiene casi todo lo que un cerrajero debe saber y muchas cosas de que deberían estar enterados todos los hombres, aun sin pertenecer a dicho gremio. En sus páginas el joven cerrajero encuentra advertencias relativas a higiene y ética, así como consejos prácticos sobre la limpieza, los cuidados que deben observarse en el manejo del fuego, de la luz, etc. La enseñanza comprende el alemán, la aritmética y el dibujo y, en cuanto a la parte técnica del oficio, hay una clase de una hora, por la noche cada semana.

Pero es de notar que, a pesar de tan completa organización, las escuelas técnicas obligatorias dejan mucho que desear bajo el punto de vista de la aplicación y la disciplina, comparadas con las escuelas voluntarias, en Berlín mismo, y con las clases nocturnas en Inglaterra y Escocia. La opinión pública acoge irónicamente ciertas medidas que no guardan justa relación con el fin que se pretende lograr, y algunas instituciones, como por ejemplo, la escuela de desholinadores, no pueden menos de excitar la risa de las personas sensatas.

Como se indicó más arriba, el Ayuntamiento sostiene una escuela «de continuación» donde la enseñanza es gratuita, y todo aprendiz debe asistir a esta escuela o alegar motivos valederos de dispensa, como lo son una educación suficiente o la asistencia a otra escuela de categoría equivalente. En las escuelas municipales, las clases ocupan unas seis horas por semana y, siendo diurnas, los alumnos deben abandonar momentáneamente su trabajo para poder asistir a ellas. Esta circunstancia explica en gran parte la falta de homogeneidad que se nota, en Berlín, en la educación del artesano, falta de homogeneidad pocas veces observada en las instituciones alemanas. Es también en parte la razón por la que varios gremios sostienen escuelas que funcionan los domingos por la mañana y un día de la semana por la noche, a fin de obviar los inconvenientes que ofrece la ausencia de los aprendices en días laborables. Hay también para ello otra razón más poderosa, y es que un plan de estudios especiales puede ser establecido y desarrollado con mayor perfección en una escuela gremial o particular que no en una escuela municipal. La descentralización, bajo este punto de vista, se lleva muy lejos; una casa de Berlín, la de los señores Ludwig Løwe y Cia., entre otras, tiene establecida en sus propios talleres una escuela para sus aprendices.

En Berlín no existe el gremio de ajustadores y torneros; la educación respectiva a estos oficios está confiada a la Junta Municipal de Educación y a la Cámara de la Industria. En las clases organizadas por estas entidades la asistencia es voluntaria para los aprendices

mayores de 17 años; en estas condiciones, la disciplina y el comportamiento de los alumnos son buenos. Asisten también a dichas escuelas, que no son gratuitas, algunos alumnos más jóvenes que desean ser eximidos de la obligación de asistir a la escuela municipal. Comprenden clases de matemáticas, mecánica, resistencia de materiales, etc., que se dan durante la semana; las mañanas de los domingos, de 8'30 a 12'30, se dedican a ejercicios de dibujo de maquinaria. Los resultados obtenidos en estas escuelas son realmente excelentes y los patronos se declaran generalmente satisfechos de los servicios que les prestan como delineantes los alumnos de estos cursos. La disposición de las clases es digna de retener la atención. En una clase, por ejemplo, pueden verse trabajando juntos, tres alumnos: un ajustador tornero, un cerrajero y un delineante. El ajustador idea, por ejemplo, una transmisión complicada y mientras el delineante establece planos detallados de dicha pieza, el cerrajero confecciona las herramientas más a propósito para ejecutar aquélla. De este modo se estimula el interés de cada obrero, fomentando al mismo tiempo entre ellos el espíritu de cooperación. En general, el ajustador hace por escrito una descripción detallada de la pieza o aparato que ha ideado, con los cálculos respectivos, y la agrega al dibujo. Muchas veces se extiende una lista-orden de las piezas que deben confeccionarse, para que la construcción proyectada pueda realizarse con mayor facilidad y rapidez, siguiendo en ello el procedimiento adoptado en los talleres de la gran industria. Los alumnos aprovechados que han seguido estos cursos y quieren perfeccionar su instrucción pueden asistir luego, mediante el pago de 20 marcos al año, a las clases de una escuela diurna, al salir de la cual se hallan aptos para prestar sus servicios en oficinas de dibujo industrial. La tendencia dominante en la moderna educación técnica alemana es marcadamente práctica. Los maestros son casi siempre hombres formados por la práctica; en las clases para artesanos los profesores suelen ser obreros muy trabajadores que aceptan con gusto, mediante una retribución muy modesta, el aumento de trabajo que representa para ellos la enseñanza. No es excepcional el caso de los dibujantes que, aparte de su trabajo de cada día en una oficina técnica, dedican a la enseñanza cinco noches de la semana y además toda la mañana del domingo.

La carrera de los maestros, como la de los alumnos, es mucho menos rápida que en Inglaterra; el salario de los maestros acostumbra ser de 3 marcos por hora en Berlín, mientras que en Inglaterra difícilmente se encontraría un buen profesor sino cobrando por lo menos el doble de esta cantidad. Pero no deja de ser verdad que los salarios exiguos producen frutos también exigüos y que la calidad de esta enseñanza a 3 marcos por hora es muy inferior a la de las lecciones de los profesores ingleses que perciben sueldos mucho mayores. Los métodos alemanes de enseñanza son, en efecto, radicalmente diferentes de los que se aplican en Inglaterra; el axioma «más valen ejemplos que argumentos» es una verdad que los alemanes han tardado mucho en comprender, si es que han llegado a comprenderla. Gustan de usar de argumentos y discutir; les atrae el así llamado orden lógico, cuya lógica es a menudo más aparente que real. Dan definiciones de cosas que los espíritus humanos más profundos han

declarado no admiten definición alguna y que hasta los niños comprenden por intuición. Usan una lógica tan cruda y elemental como la economía política de ciertos socialistas que hacen caso omiso de las necesidades de la vida real y de la naturaleza de la humanidad.

El dibujo de maquinaria es considerado en Alemania como una aplicación de las matemáticas y se enseña como corolario a un curso de geometría descriptiva, sin tener en cuenta que, para un montador, la sección de un pistón o de un cilindro ha de ofrecer mucho mayor interés que la sección de un cono u otro sólido de forma geométrica. La relación de lo concreto a lo abstracto, formulada por Spencer, se halla muy a menudo desconocida o invertida. Hay muchos obreros y capataces ingleses que interpretan perfectamente el dibujo de maquinaria aunque no hayan hecho ningún estudio filosófico de las proyecciones; los alemanes tienen de la ciencia aplicada otro concepto: quieren ahondar en los fundamentos de las cosas. Bien están el orden y la lógica en los principios, pero de un exceso de lógica no resulta mayor claridad, sino antes bien lo contrario.

Las clases del domingo que a algunos parecerán una institución engorrosa, presentan, sin embargo, muy reales ventajas. Incitan al alumno a levantarse temprano el domingo y le permiten retirarse más temprano a descansar los días laborables. Además, el obrero, un herrero por ejemplo, después de un día pasado delante del yunque, martillo en mano, se halla casi impedido, por la insensibilidad de sus manos, de dedicarse por la noche a un trabajo más delicado; otras veces le falta tiempo para limpiarse convenientemente y mudarse antes de la hora de la clase, cuidados a los que le es fácil atender desde la noche del sábado hasta la mañana del domingo. En cuanto al trabajo en casa, puede decirse que, en Alemania, no existe; es un caso excepcional el del alumno que traiga a la escuela, para ser corregido por el maestro, algún trabajo hecho en casa.

Por lo que se refiere a exámenes, se siguen también en Alemania métodos muy diferentes de los que se aplican en Inglaterra; hace pocos años, la educación técnica inglesa estaba sobrecargada de exámenes: resultaba ser una preparación a los exámenes, rápida y algo artificial, más bien que una instrucción real y sólida. Las condiciones van ahora cambiando. En Alemania el obrero y el maestro deben sufrir un examen que consiste en la presentación de una muestra de su trabajo y la discusión verbal de un asunto de su especialidad. Para los obreros que han obtenido en su examen notas excelentes, la duración del servicio militar puede ser reducido de dos o tres años a uno. Para ciertos oficios, sin embargo, como el de ajustador o tornero, no hay examen alguno, pero el candidato puede obtener un certificado de estudios y seriedad que acredite sus capacidades.

Los alemanes, después de desagradables experiencias, repetidas con excesiva frecuencia, como los suicidios de escolares, se han dado cuenta de los peligros

que entraña el exceso de trabajo y han adoptado reglamentos encaminados a impedir que el esfuerzo exigido a los estudiantes exceda de lo que la naturaleza normalmente permite. Harto conocido es, en efecto, el caso del hombre que, después de brillantes exámenes, defrauda las esperanzas que habían hecho concebir sus éxitos, lo que sólo puede explicarse por un agotamiento prematuro debido a un exceso de trabajo en el curso de los estudios.

Existe en Alemania un Comité para el estudio de asuntos relativos a la educación técnica, compuesto principalmente de representantes de numerosas sociedades de ingeniería, que ha estudiado con mucho cuidado el problema de la instrucción del joven artesano. Este Comité ha dado a la publicidad ciertos consejos que son muy dignos de consignarse; recomienda la supresión de los premios y la retención temporal de una parte del salario del aprendiz, con la facultad de retener definitivamente, en caso de mala conducta, la cantidad reservada, o en el caso contrario, de entregársela a la terminación de sus estudios. El Comité alemán insiste para que los patronos pongan a sus aprendices en las condiciones más favorables para que puedan completar su instrucción; recomienda que se procure evitarles todo exceso de trabajo y que se les faciliten los medios de realizar visitas a otros talleres o fábricas. En varias partes de Alemania se han instituido ya tales visitas o excursiones con verdadero éxito, consiguiéndose que las empresas importantes inviten a los alumnos de las clases técnicas a proyecciones cinematográficas de procedimientos industriales.

Los maestros y profesores, según opinión del Comité, deben ser hombres prácticos pero con conocimientos de pedagogía; aquellos a quienes está encargada una enseñanza general no deben tampoco desconocer las exigencias de la práctica. Los comités directores de las escuelas deben contar entre sus miembros representantes de la industria local para que sean tenidas en cuenta las necesidades de cada comarca. El Comité insiste en que se sometan a un mismo examen obreros de diferentes oficios, como cerrajeros, ajustadores, torneros, etc. con lo cual se conseguiría elevar el nivel medio de la instrucción entre los trabajadores técnicos. Otra de las recomendaciones del Comité tiende a que se generalice el ejercicio del dibujo de memoria, adoptado ya en diferentes escuelas con resultados innegables. Para ello se facilita una pieza de maquinaria al alumno, que puede examinarla durante un cuarto de hora, debiendo luego dibujarla e indicar sus dimensiones con la mayor exactitud que le sea posible. Ha habido alumnos que han logrado dibujar de este modo mecanismos muy complicados, indicando con toda exactitud casi todas sus dimensiones. El dibujo de memoria es probablemente un excelente ejercicio mental, como los japoneses lo han observado desde mucho tiempo, pero es notorio que la facilidad adquirida se pierde rápidamente, de no ser entretenida por una práctica constante. La memoria, como los músculos, debe ser ejercitada.

(Concluída).

H. S. ROWELL.

EL TORNO (Véase modelo desmontable)

GENERALIDADES.—La industria exige una transformación variadísima en las líneas externas de los materiales que constituyen la base de su manufactura y producción, para adaptarlos al objeto, servicio, empleo o uso, según las aplicaciones requeridas por la economía humana en sus múltiples formas de actividad.

Toda acción industrial modificativa que no implica una transformación química o interna de los materiales puede decirse que cae bajo el concepto o condición de transformación externa o adaptación de líneas y superficies a una utilidad y aplicación previamente definida.

El instrumento primordial de esta modificación, es decir, el medio que se emplea para *dar forma* al material primitivo es la *herramienta o útil*.

Es casi vulgar el conocimiento de la mayoría de las herramientas empleadas en las diferentes industrias agrupadas o clasificadas por oficios, según la naturaleza de los materiales objeto del trabajo de transformación, unas veces, y otras veces según la índole de los objetos que se proponga construir o fabricar. Pero podemos considerar en primera categoría de importancia, la construcción de esas mismas herramientas y los órganos de las máquinas, de todas clases, que, en cierto sentido, podríamos considerarlos como herramientas de orden superior.

La precisión y uniformidad exigidas, exquisitas muchas veces, admirables en muchas herramientas y mecanismos, por los progresos de la industria, la complejidad de aplicación y funciones operativas de la maquinaria moderna, los esfuerzos necesarios para la talla de los grandes troncos, superiores por sus dimensiones y dureza del material a la aptitud y potencia manual del hombre, la rapidez y economía impuestas a la manufactura, han transformado la *herramienta o utensilio manual* creando una verdadera *máquina operadora* de la que, en sus diferentes aplicaciones existen hoy día variedad de formas, habiéndose subdividido y especificado en tipos notables de que es ejemplo el *torno revólver* que representamos en el modelo desmontable.

Así transformado el primitivo utensilio manual de trabajo, una *máquina operadora* no es más que un conjunto de organismos adecuados para recibir la acción de un motor y transmitirla a la herramienta o a la pieza que se trabaja o bien a entrambas simultáneamente. De esta disposición se deduce, para toda máquina operadora, la existencia de tres movimientos: *movimiento de preparación* o colocación de la pieza y de la herramienta y aún de los organismos de la máquina en la disposición relativa más conveniente para la obtención de las formas previamente fijadas; *movimiento de alimentación*, mediante el cual se van presentando sucesivamente las distintas partes de la pieza que se trabaja a la acción cortante de la herramienta; *movimiento principal* que es el que podríamos llamar de guía y conducción de la herramienta, capacitándola para la realización cabal del trabajo que se la impone. El primer movimiento o *de preparación*, se ejecuta generalmente sin intervención del motor, el segundo o *de alimentación*, puede ser manual o automático y el tercer movimiento o *principal*, se produce siempre por

medio del motor caracterizando a las máquinas operadoras la índole de este movimiento según sea continuo o alternativo.

Por su especial aplicación, las *máquinas operadoras* se clasifican en máquinas para *limar, cepillar, fresar, taladrar, barrenar, torneear, roscar, amolar, copiar y esmerilar*. Nos interesan hoy, especialmente, las de torneear, para cuyo trabajo está adecuada la máquina operadora llamada *torno*.

Torneado.—El trabajo de torneear consiste en construir superficies de revolución según generatrices que varían al infinito. El principio de este trabajo estriba en hacer girar la pieza en movimiento de rotación alrededor de un eje y con una herramienta cortante, fija o dotada de ciertos movimientos, arrancar de la pieza, progresivamente, las partes de material sobrantes de la forma definitiva que se trata de obtener, siendo naturalmente preciso, en todo caso, que el tronco o bloque de material que se ha de trabajar, exceda en todos los sentidos las dimensiones de aquella forma definitiva.

En el trabajo del torneado se ofrecen dos grados progresivos: el *desbaste* y el *alisado*, requiriendo cada uno de ellos herramientas diferentes. Para la primera operación se emplean las herramientas de punta y para la segunda las de filo mayor y algo convexo. El eje de la pieza que se ha de trabajar se marca en los extremos de ésta con un golpe de punzón. El impulso de rotación de la pieza accionada contra el filo de la herramienta que avanza gradualmente hacia el eje de rotación del bloque hasta la línea o superficie circular previamente determinada, produce la formación de la viruta y, por lo tanto, el desgaste material de toda la masa sobrante.

Clasificación de los tornos.—Existe una extensa variedad de esta clase de máquinas operadoras que se distinguen, bien por su tamaño y trazado, bien por su especial objetivo, bien por la naturaleza de la fuerza con que se accionen o la de los movimientos de la herramienta, procedimientos de sujeción de las piezas, etc.

Aparte de los tornos ordinarios de taller, existen tornos especialmente destinados a la fabricación de botones, taladros, tornillos, tuercas y otra infinidad de aplicaciones relativas a todos los órdenes de la industria y de la manufactura.

Tomando por base la clase de fuerza aplicada al accionamiento del torno, los tornos ordinarios de taller se clasifican en *tornos de pedal o de mano* y en *tornos mecánicos*, siendo los primeros movidos por la fuerza muscular y los segundos por una fuerza cualquiera industrial constituida generalmente por el motor del taller, que comunica a la pieza el movimiento principal de rotación.

Considerando la manera de guiar y producir el movimiento de la herramienta, los tornos se clasifican en: *tornos de herramienta independiente, tornos de carrillo movido a mano y tornos de carrillo automático*.

Los tornos adecuados para torneear piezas de poca

altura o longitud y de mucha base o diámetro, se llaman tornos *al aire* o *de plato*, *mandril* o *platina* e inversamente, los tornos dispuestos para tornear piezas de mucha longitud, son los llamados tornos *de puntas*.

Existen también tornos *de banco partido*, en los que el cabezal con el plato de gran diámetro en que se sujeta la pieza, está montado independientemente del banco y queda entre ambos un espacio para permitir la rotación de la pieza, que a veces se puede aumentar si el banco está dispuesto para correrse en sentido de su longitud.

Como tornos *especiales* hay que citar los *copiadores* que se emplean para labrar superficies de revolución de generatriz curva, montando el carrillo sobre guías del mismo perfil; los *tornos revólver* que van presentando sucesivamente diferentes útiles en prolongación del eje de la pieza, empleándose para muchos trabajos que exigen gran precisión; los *tornos de roscar* o *filetear*, etcétera.

Tornos de pedal y herramienta independiente.—Son los más sencillos y de menores dimensiones, estando circunscrito su trabajo a piezas pequeñas y sencillas pero contienen ya en principio todos los elementos de los grandes tornos más perfectos, sirviendo por lo tanto el conocimiento de sus órganos principales y nomenclatura, de base y guía para alcanzar el de éstos, mucho más complicados.

La figura 1 representa un *torno de pedal y herramienta independiente*. El pedal P imprime movimiento a los volantes V que lo transmiten a las poleas superiores montadas sobre el eje *e* y *f* del cabezal C. Este eje está montado sobre cojinetes *cc* y termina en una punta acerada *j*. Otra punta móvil *p* forma el extremo acerado de un tornillo roscado y acanalado que puede avanzar o retroceder haciendo girar a mano la rueda R; este sistema se apoya sobre una peana que puede deslizarse a lo largo de las guías horizontales G, disponiendo de un perno *s* para poder fijar su posición. En el centro del banco se encuentra el apoyo *a* cuyo pie puede deslizarse a lo largo de las mismas guías G que el anterior sistema, para situarlo en la posición más conveniente en cada caso. El *plato* C del cabezal está dotado de los dispositivos necesarios a base de ranuras y tornillos para sujetar las piezas que se hayan de torneear.

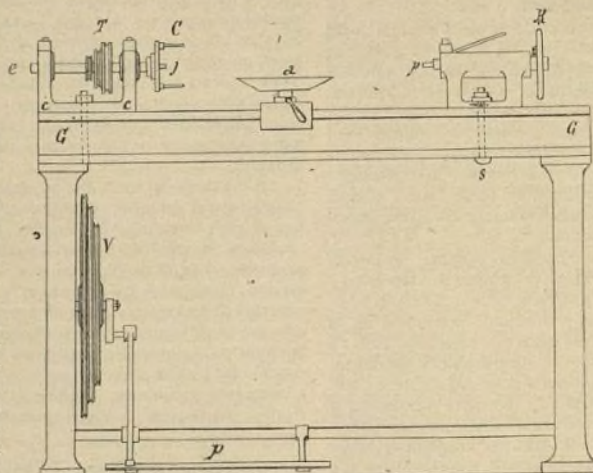


Fig. 1.—Torno de pedal.

Preparado el bloque o pieza en bruto que se ha de trabajar señalando con un punzón, como hemos dicho, los polos o puntos extremos del eje de la pieza, se monta en el torno colocando uno de estos extremos encajado por la pequeña hendidura labrada por el punzón, en la punta fija *j* y el otro extremo, en la misma forma, en la punta móvil *p*, cuya situación se habrá dispuesto de antemano haciendo correr el estuche sobre las guías en el sentido y porción necesaria para que la punta móvil quede a una distancia aproximada de la fija *j*, a la de la longitud del eje de la pieza. Fijo el estuche por medio del perno *s*, se acaba de ajustar la punta móvil *p* sobre el extremo correspondiente de la pieza, haciéndola avanzar moviendo la rueda *R* en el sentido y porción necesarios. Finalmente se sujeta la pieza al plato, con tornillos o pernos, asegurándola el movimiento de rotación, unida así al eje del cabezal con apoyo en el punto *p*.

Tratándose de piezas de poca longitud se puede prescindir del punto de apoyo *a* punta móvil *p*, apoyándolas solo en el cabezal, el cual las sujeta por entero. En este caso se dice que la pieza está montada *al aire*.

Sujeto en una u otra forma el bloque que se ha de trabajar, queda en disposición de funcionar el torno tomando entonces el

obrero una herramienta que generalmente afecta la forma de la representada en la figura 2, armada de dientes en el lomo para facilitar la fijeza o sujeción necesaria sobre el apoyo *a*, aproximando paulatinamente el filo a la superficie de la pieza en rotación, algo por encima del plano horizontal del eje de ésta, hasta que empiece a arrancar pequeñas virutas, continuando después con cierto tacto el avance, hasta conseguir un perfil aproximado que se comprueba diferentes veces con plantillas o láminas metálicas recortadas con el perfil matriz de la pieza que se trata de obtener, llegando así por aproximaciones sucesivas en la talla, al perfil exacto con auxilio de las herramientas de alisado.

El roce del material de la pieza en rotación con la herramienta, produce un calentamiento que se evita con baño de agua siempre que se hace necesario.

Tornos mecánicos.—En los talleres de importancia, donde se trabajan piezas muy pesadas, se emplean los tornos mecánicos accionados por el motor general del taller para producir el movimiento principal de rota-

ción de la pieza. En estos tornos el carrillo porta-herramienta puede ser *movido a mano* o *automático*. En uno y otro caso el carrillo es de doble movimiento a corredera y está compuesto de dos cajas superpuestas, moviéndose la inferior en sentido perpendicular al eje del torno y la superior paralelamente a este eje, además del movimiento que todo el sistema puede efectuar a lo largo de las guías del banco para fijarse sobre éstas en la posición más conveniente. Este último movimiento es el que en unos tornos se verifica a mano, como en el representado en la figura 3 y en otros me-

tornillos la herramienta en la posición conveniente.

El movimiento del carrillo automático se verifica por medio del husillo H (fig. 4) montado en cojinetes CC solidarios del banco, cuya rotación se produce por un sistema de engranajes E que lo enlazan al eje del cabezal del torno que es el que recibe por el cono de poleas sobre él montado, la acción motora de las transmisiones. Mediante la tuerca T el carrillo se desplaza sobre las guías del banco, debido a lo cual este carrillo recibe también el nombre de *paralelo*. El cono de poleas facilita el variar las velocidades de rotación del

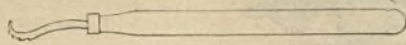


Fig. 2. Herramienta independiente ordinaria de los tornos de pedal.

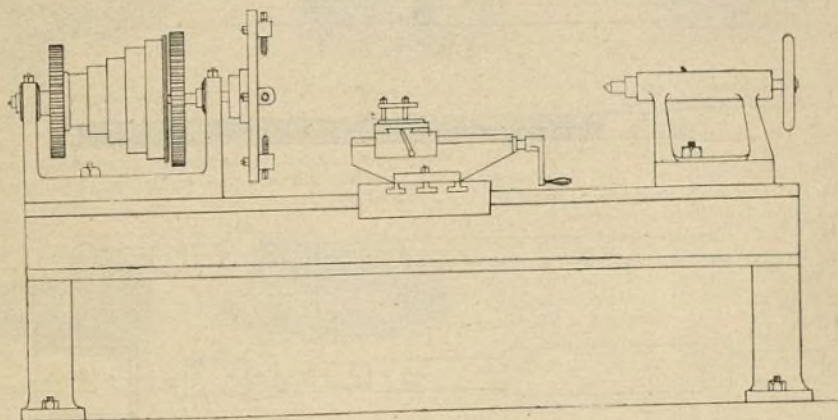


Fig. 3.—Torno mecánico con carrillo porta-herramienta movido a mano.

cánicamente, como en el torno de la figura 4. Los carrillos de los tornos mecánicos, teniendo en cuenta las grandes reacciones que han de desarrollar durante el trabajo de pesadas piezas y dada la índole móvil de su disposición, han de ser de una construcción muy sólida y ofrecer una gran resistencia; todos van armados en su parte superior de una mordaza para sujetar con

cabezal, apropiándolas a los diferentes diámetros y resistencias de las piezas que se trabajen.

Tornos de roscar.—Los tornos mecánicos con carrillo automático son aplicables a la construcción de tornillos y husillos de paso determinado, pudiendo variar, dado el paso fijo del husillo del torno, el avance

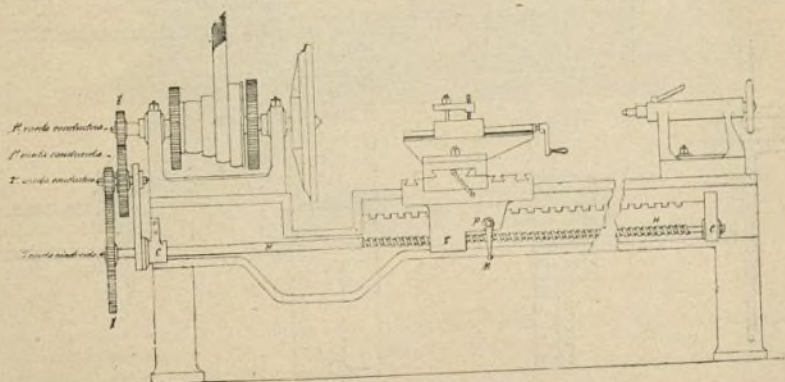


Fig. 4.—Torno mecánico con carrillo automático.

ciones, a un grado extraordinario de perfección. La particularidad típica de este torno es la torre revólver cuyo objeto es presentar sucesivamente diferentes útiles en prolongación del eje de la pieza que se trabaja. Sería prolijo y fuera de lugar describir las particu-

también de fricción, para la ejecución de trabajos de fileteado de tornillos o tuercas, disponiéndose entonces de 18 velocidades en el árbol. El avance de la barra y el mandril se gobiernan simultáneamente por una palanca única (6) durante la marcha. El mandril está dis-

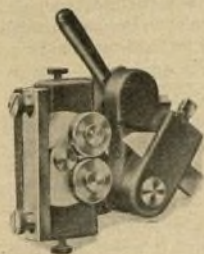


Fig. 7. — Util universal para trabajar fijo entre las mordazas del soporte de carro.

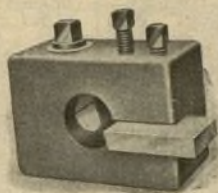


Fig. 8. — Porta-util de plancha plana.



Fig. 9. — Terraja con arranque automático de marcha.

laridades, muy esenciales algunas, de los varios tipos de tornos revólver que hoy existen. El que representamos en la lámina desmontable es un modelo ejemplar

puesto de manera que puede compensar las ligeras diferencias del diámetro de las barras.

Los avances de la torre y del carrillo transversal se gobiernan positivamente, pero de modo independiente en cuanto a su valor y dirección, disponiendo para ambos de cuatro avances normales y obteniéndose un quinto avance por medio de ruedas de recambio. Los dos carros están apropiados para el fileteado de los pasos métrico y de Whitworth.

La torre revólver, cuadrada, abierta, colisa directamente sobre las correderas prismáticas del banco, por cuyo centro verifica el recorrido. La cremallera (18) encaja igualmente en la placa haciendo pivotar automáticamente a la torre cuando llega al final del curso.

El carrillo transversal es de desplazamiento trans-



Fig. 10. — Mandril con cono Morse.



Fig. 11. — Manguito cónico.

que dará una idea general de esta clase de tornos. Con él se pueden trabajar y filetear las pequeñas piezas de las máquinas, útiles, máquinas eléctricas, de coser, etc. y permite trabajar no solo árboles, sino también piezas de forja o de fundición.

El banco y la muñeca, que es el dispositivo o conjunto de dispositivos que sirven de apoyo a la pieza que se trabaja, forman una sola pieza. El banco es de sección rectangular y está provisto de una cubeta destinada a recoger el lubricante y los residuos; en el extremo exterior de la muñeca, existe un cono sujetador escalonado (13). El árbol recibe 12 velocidades por medio de un cono de tres pisos, de un juego de engranajes de fricción y de un doble cambio, de fricción (1) (fig. 5) susceptible de un triple cambio,

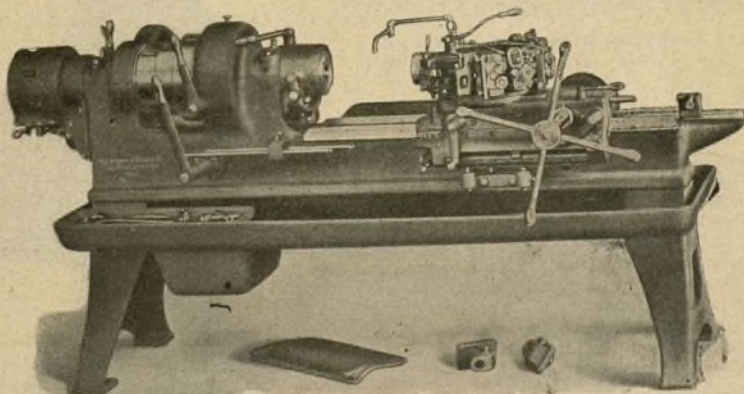


Fig. 12. — Torno revólver americano «Warner & Swasey» con torre hexagonal abierta.

versal (21) y longitudinal (22) automáticos con fijación (8) en cualquier punto. Las correderas se prolongan más allá de la nariz del árbol permitiendo conducir el carrillo hasta tropezar con la muñeca. Los cuatro porta-útiles de la torre cuadrada pueden regularse en altu-

ra, independientemente. Del trabajo de este torno dan idea las diferentes piezas ejemplares reproducidas en la figura 6. Las figuras 7 a 11 representan diferentes útiles que se emplean con el mismo torno.

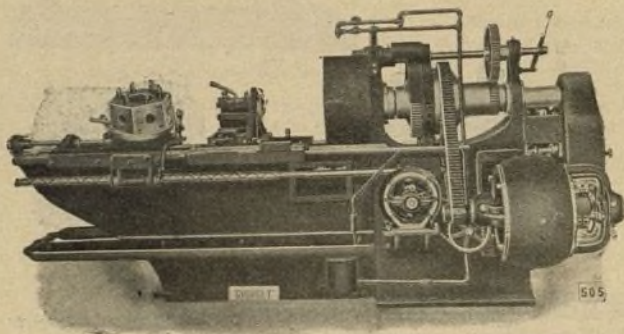


Fig. 13.—Torno revólver americano «Gisholt» con gobierno eléctrico.

Como complemento de ilustración de esta clase de tornos reproducimos en las figuras 12 y 13 las vistas de conjunto de dos tipos también notables: los tornos revólver, americanos «Warner & Swasey» de torre hexagonal abierta y el «Gisholt», movido por motor eléctrico de corriente continua y velocidad variable. La figura 14 es una vista de los engranajes de los avances de este último motor.

CONDICIONES DE TRABAJO DEL TORNO MECÁNICO

Velocidad tangencial.—La velocidad de trabajo de desbaste más conveniente en la superficie de las piezas que se trabajan, es en milímetros por segundo:

En el trabajo del hierro.	90 a 100
— de la fundición.	80 a 90
— del acero.	40 a 60
— del bronce.	160 a 200

En el trabajo de alisado o conclusión se pueden aumentar estos valores hasta los de las siguientes velocidades: Para el hierro, 160 mm.; para la fundición, 140 mm.; para el acero, 150 mm. y para el bronce, 240 milímetros.

La variación de velocidad entre los límites expresados, se obtiene mediante el amplio cono de poleas y el doble engranaje de que disponen los buenos tornos mecánicos. Con arreglo a las velocidades indicadas y al radio de la pieza, se calcula la velocidad angular correspondiente, determinando con este dato el diámetro de la polea que debe emplearse.

AVANCE LATERAL.—El avance lateral del carrillo o de la herramienta a cada vuelta de la pieza para el desbaste, el término medio más adecuado es de 0,5 mm. por segundo y en los demás casos 0,2 a 1,5 mm. El espesor máximo del material arrancado no debe exceder de 10 mm. para la fundición, 7 mm. para el hierro, 4 mm. para el acero y 3 mm. para el bronce.

En el trabajo de piezas de acero la presión máxima

que sobre ellas ejerza la herramienta, no debe exceder, en los tornos pequeños, de 500 kgs. y en los grandes de 1.500 kgs.

La instalación de los tornos conviene disponerla en forma que el número de vueltas que hayan de dar las piezas por minuto, esté comprendido entre los siguientes límites:

$$n = \frac{60 v}{\pi D} \quad N = \frac{60 V}{\pi d}$$

en que D y d son los diámetros máximo y mínimo de trabajo del torno; V y v , las velocidades correspondientes de la herramienta o sea la velocidad tangencial de la pieza.

Para el mejor aprovechamiento del trabajo, los ángulos más convenientes de incidencia i de la herramienta y el del filo de ésta, f , son:

Para el hierro.	$i = 5^\circ$	$f = 51^\circ$
— la fundición.	$i = 4^\circ$	$f = 51^\circ$
— el bronce.	$i = 3^\circ$	$f = 50^\circ$

POTENCIA.—La potencia total T en caballos necesaria para el trabajo de los tornos, se descompone en potencia absorbida T_a y potencia útil T_u . Para hallar los valores de la potencia absorbida, se utilizan los si-

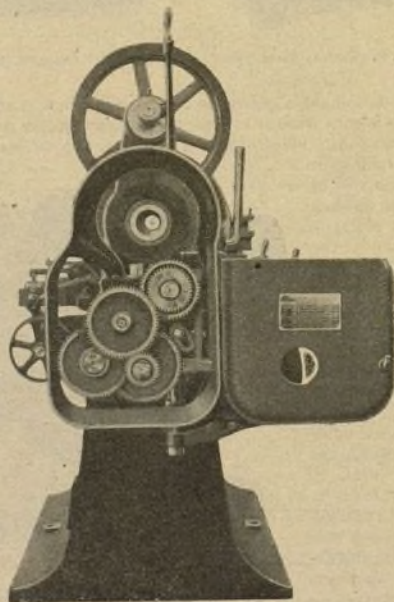


Fig. 14.—Engranajes de los avances del torno «Gisholt».

guientes datos, representando N el número de vueltas por minuto que da el eje del torno y E el número de engranajes o árboles colocados entre el principal y dicho eje:

E	VALORES DE T_u EN TORNOS		
	Pequeños	Medianos	Grandes
0	0,05 + 0,0005 N	0,10 + 0,0023 N	0,25 + 0,0041 N
2	0,05 + 0,0012 N	0,10 + 0,0150 N	0,25 + 0,053 N
3 o 4	0,05 + 0,05 N	0,13 + 0,11 N	0,25 + 0,18 N

Ejemplo.—Supongamos $E = 3$ y $N = 10$:

$T_u = 0,05 + 0,05 \times 10 = 0,55$ cab.³ en torno pequeño.
 $T_u = 0,13 + 0,11 \times 10 = 1,23$ » en » mediano.
 $T_u = 0,25 + 0,18 \times 10 = 3,05$ » en » grande.

Para hallar los valores de la potencia útil T_u se emplea la fórmula $T_u = FP$. El factor F representa la fuerza en caballos necesaria para arrancar un kilogramo de viruta en una hora, y P el peso total de la viruta arrancada en igual tiempo. El ancho de la viruta oscila entre 3 y 6 mm. Si se supone una sección media de viruta $s = 2,8$ mm.², los valores de F serán:

$F = 0,069$ para la fundición;
 $F = 0,072$ » el hierro;
 $F = 0,104$ » el acero.

Tomando por base una velocidad de trabajo de la cuchilla de 100 mm., avance del carrillo en el desbaste 0,5 mm. y 10 mm. de espesor máximo de metal arrancado, se calcula $P = 13,5$ kgs. en una pieza de fundición, y entonces:

$$T_u = 0,069 \times 13,5 = 0,931 \text{ caballos.}$$

Para el valor de T , se puede adoptar como término medio, $T = 1,48 T_u$.

La potencia total necesaria en caballos, puede también determinarse aproximadamente por la fórmula

$$T = 0,0025 v v' a,$$

siendo v la velocidad tangencial de la pieza; v' la del avance de la herramienta y a el ancho de la viruta.

El efecto útil o rendimiento medio de los tornos, es $e = 0,675$.

La siguiente tabla resume algunos datos prácticos de los tornos mecánicos, simbolizando A , la altura de centros; L , la distancia entre puntas o longitud máxima de la pieza en trabajo; d , el diámetro del plato; D , el diámetro máximo de la pieza:

TORNOS DE PUNTAS				TORNOS DE PLATO			
Clase	A. (mm.)	L. (mm.)	Peso (kgs.)	A. (mm)	d (mm)	D. (mm.)	L. (mm.)
Ordinarios	160	1.500	450	370	1.600	2.500	400
	225	3.000	1.250	460	1.750	3.100	450
	265	3.000	1.700	550	2.120	3.500	500
	129	1.500	700	700	2.500	4.200	500
Paralelos.	190	2.000	1.150	900	2.900	4.700	550
	370	3.000	4.550	1.100	3.200	5.200	630
	550	3.000	8.000	1.300	3.600	6.000	750

CÁLCULO Y COMBINACIONES DEL ENGRANAJE PARA CONSTRUIR ROSCAS DE PASO DETERMINADO.—El principio fundamental que sirve de base para resolver este problema que continuamente se ofrece en la práctica

de taller, se enuncia: *La relación entre el paso de rosca del husillo del torno y el del tornillo que se haya de construir, es igual a la relación entre el producto de los dientes de las ruedas conducidas (fig. 4) y el de las conductoras.* Este principio se resume en la fórmula siguiente:

$$\frac{n}{N} = \frac{p}{P}$$

en la que p es el paso de la rosca que se haya de producir; P , el paso de la rosca del husillo del torno, que suele ser de 10 mm.; n , el número de dientes de la rueda del cabezal o primera conductora y N , el número de dientes de la rueda fija al husillo o segunda conducida.

Los valores n y N de la fórmula anterior siempre podrán considerarse como productos de otros valores. Teniendo esto en cuenta, y supuesto que el paso del husillo es, como hemos dicho, de 10 mm., pondremos un ejemplo para determinar qué ruedas habrá que elegir entre las de la serie de 23 que hemos especificado, para construir una rosca de 2 mm. de paso:

$$\frac{n}{N} = \frac{2}{10} = \frac{1}{5} = \frac{15}{75} = \frac{20}{100} = \frac{30}{150}.$$

Disponemos, pues, de tres juegos de ruedas: 15 y 75, 20 y 100 o 30 y 150 de la serie. El numerador corresponde a la primera rueda conductora y será, por lo tanto, la que se monte en el eje del cabezal y el denominador representa la correspondiente del husillo. Como, por lo general, sucederá que las dos ruedas no engranarán, se enlazarán en este caso con otra rueda cualquiera de la serie.

Otro ejemplo: Determinar qué ruedas de la serie se habrán de emplear para construir una rosca de paso de 21 mm.

Como en la serie no hay ninguna rueda cuyo número de dientes sea divisible por 21, no puede construirse este paso solo con dos ruedas, siendo preciso descomponer dicho número:

$$\frac{n}{N} = \frac{21}{10} = \frac{3 \times 7}{2 \times 5} = \frac{3}{2} \cdot \frac{7}{5} = \frac{30}{20} \cdot \frac{70}{50} = \frac{45}{30} \cdot \frac{70}{50} = \frac{120}{80} \cdot \frac{70}{50}.$$

Se necesitan, pues, cuatro ruedas, pudiendo emplear cualquiera de las tres combinaciones planteadas.

La siguiente tabla da directamente el número de dientes de cada rueda que ha de entrar en combinación en cada caso, para construir los pasos decimales más corrientes. La primera casilla es la de los pasos que se han de construir; la primera columna de la segunda casilla da el número de dientes que ha de tener la primera rueda conductora; la segunda columna, los de la segunda rueda conductora; la primera columna de la tercera casilla, los de la primera rueda conducida y la segunda columna de la tercera casilla, los dientes de la segunda rueda conducida. Esta tabla está calculada para cuando la razón o progresión del número de dientes entre las que, como hemos visto, forman la dotación del torno, es 5; es decir, cuando la diferencia de dientes entre rueda y rueda en el orden sucesivo de la serie es este número, como sucede en la que hemos mencionado de 15, 20, 25, etc.

Paso en mm.	Ruedas conductoras	Ruedas conducidas	Paso en mm.	Ruedas conductoras	Ruedas conducidas	Paso en mm.	Ruedas conductoras	Ruedas conducidas	Paso en mm.	Ruedas conductoras	Ruedas conducidas
0,5	20	30	120	5,	25	40	20	10,2	30	85	25
0,5	20	25	100	5,	25	70	35	10,2	60	85	50
0,75	20	45	120	5,055	65	70	90	10,35	45	115	50
0,75	20	30	80	5,055	35	65	45	10,4	65	80	50
0,8	20	30	75	5,1	30	85	50	10,4	40	65	25
0,8	20	40	100	5,1	45	85	75	10,5	35	75	25
1,	25	30	75	5,2	40	65	50	10,5	35	60	20
1,	20	45	90	5,2	60	65	75	10,8	30	90	25
1,2	20	30	50	5,25	35	60	40	10,8	60	90	50
1,2	20	45	75	5,25	35	75	50	11,	40	55	20
1,25	25	45	90	5,4	30	90	50	11,	50	55	25
1,25	25	40	80	5,4	45	60	50	11,2	40	70	25
1,4	30	35	75	5,5	60	110	120	11,2	70	80	50
1,4	20	35	50	5,5	30	110	60	11,25	45	75	30
1,5	30	40	80	5,6	40	70	50	11,25	50	90	40
1,5	25	45	75	5,6	60	70	75	11,4	30	95	25
1,6	30	40	75	5,7	30	95	50	11,4	60	95	50
1,6	20	40	50	5,7	45	95	75	11,55	55	105	50
1,75	35	40	80	5,75	30	115	60	11,7	45	65	25
1,75	35	45	90	5,75	35	115	70	11,7	65	90	50
1,8	30	45	75	5,85	45	65	50	11,9	35	85	25
1,8	20	45	50	5,95	35	85	50	11,9	70	85	50
2,	35	40	70	6,	40	90	60	12,	40	60	20
2,	30	60	90	6,	30	40	20	12,	40	90	30
2,1	35	45	75	6,25	25	75	30	12,1	55	110	50
2,1	30	35	50	6,25	50	75	60	12,25	35	70	20
2,2	30	55	75	6,3	35	45	25	12,35	65	95	50
2,2	20	55	50	6,3	35	90	50	12,5	50	75	30
2,25	30	60	80	6,4	40	80	50	12,6	35	90	25
2,25	30	45	60	6,4	20	80	25	12,6	60	105	50
2,4	30	60	75	6,6	30	55	25	12,8	40	80	25
2,4	30	40	50	6,6	30	110	50	12,8	80	120	75
2,5	45	50	90	6,65	35	95	50	13,	40	65	20
2,5	40	50	80	6,75	30	90	40	13,	65	70	35
2,6	20	65	50	6,75	45	75	50	13,2	60	110	50
2,6	30	65	75	6,8	20	85	25	13,2	30	110	25
2,7	30	45	50	6,8	40	85	50	13,3	35	95	25
2,7	60	45	100	6,9	30	115	50	13,3	70	95	50
2,75	40	55	80	6,9	45	115	75	13,5	30	90	20
2,75	45	55	90	7,	35	60	30	13,5	45	75	25
2,8	35	60	75	7,	35	40	20	13,6	40	85	25
2,8	35	40	50	7,15	55	65	50	13,6	80	85	50
3,	35	60	70	7,2	30	60	25	13,75	50	55	20
3,	40	60	80	7,2	40	90	50	13,75	55	75	30
3,15	35	45	50	7,35	35	105	50	13,8	30	115	25
3,2	20	80	50	7,5	45	50	30	13,8	60	115	50
3,2	40	60	75	7,5	25	60	20	14,	40	70	20
3,3	45	55	75	7,6	40	95	50	14,	60	70	30
3,3	30	55	50	7,6	60	95	75	14,25	30	95	20
3,34	35	105	110	7,7	35	55	25	14,25	45	95	30
3,4	30	85	75	7,7	55	70	50	14,3	55	65	25
3,4	20	85	50	7,8	30	65	25	14,3	65	110	50
3,5	25	70	50	7,8	60	65	50	14,4	40	90	25
3,5	40	70	80	8,	40	60	30	14,4	60	120	50
3,6	30	90	75	8,	40	70	35	14,7	35	105	25
3,6	30	60	50	8,1	45	90	50	14,7	70	105	50
3,75	35	75	70	8,25	45	55	30	15,	50	60	20
3,75	45	50	60	8,25	55	75	50	15,	50	75	25
3,8	20	95	50	8,4	35	60	25	15,2	40	95	25
3,8	30	95	75	8,4	60	70	50	15,2	80	95	50
3,9	30	65	50	8,55	45	95	50	15,3	45	85	25
3,9	45	65	75	8,75	25	70	20	15,3	85	90	50
4,	30	60	45	8,75	35	75	30	15,4	55	70	25
4,	30	60	45	8,8	40	55	25	15,4	70	110	50
4,2	35	90	75	8,8	55	80	50	15,6	60	65	25
4,2	35	60	50	9,	45	50	25	15,6	65	120	50
4,25	30	85	60	9,	30	60	20	15,75	35	90	20
4,25	35	85	70	9,1	35	65	25	15,75	45	105	30
4,4	40	55	50	9,1	65	70	50	16,	40	80	20
4,4	20	55	25	9,2	20	115	25	16,	60	80	30
4,5	30	60	40	9,2	40	115	50	16,1	35	115	25
4,5	35	90	70	9,45	45	105	50	16,1	70	115	50
4,55	35	65	50	9,6	40	60	25	16,15	85	95	50
4,6	30	115	75	9,6	60	80	50	16,2	45	90	25
4,6	20	115	50	9,75	30	65	20	16,25	50	65	20
4,75	35	95	70	9,75	45	65	30	16,25	65	75	30
4,75	30	95	60	9,8	35	70	25	16,5	55	90	30
4,8	40	60	50	9,8	70	105	75	16,5	60	110	40
4,8	30	40	25	9,9	45	55	25	16,8	60	70	25
4,9	35	70	50	9,9	55	90	50	16,8	70	120	50
4,9	35	105	75	10,	40	50	20	17,	50	85	25
4,95	45	55	50	10,	50	70	35	17,	60	85	30
El número de dientes de la segunda rueda conducida será igual al de décimos del husillo del torno.			El número de dientes de la segunda rueda conducida será igual al de décimos del husillo del torno.			El número de dientes de la segunda rueda conducida será igual al de décimos del husillo del torno.			El número de dientes de la segunda rueda conducida será igual al de décimos del husillo del torno.		
						</					

Paso en mm.	Ruedas conductoras		Ruedas conducidas	Paso en mm.	Ruedas conductoras		Ruedas conducidas										
								5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
33,	60	110	20	38,5	70	110	20	20	16	12	8	4	85	68	51	34	17
33,	75	110	25	38,5	105	110	30	25	20	15	10	5	90	72	54	36	18
34,	80	85	20	39,	65	120	20	30	24	18	12	6	95	76	57	38	19
34,	85	120	30	39,6	90	110	25	35	28	21	14	7	100	80	60	40	20
34,5	60	115	20	39,9	95	105	25	40	32	24	16	8	105	84	63	42	21
35,2	80	110	25	40,25	70	115	20	45	36	27	18	9	110	88	66	44	22
35,7	85	105	25	40,8	85	120	25	50	40	30	20	10	115	92	69	46	23
36,	60	120	20	41,25	75	110	20	55	44	33	22	11	120	96	72	48	24
36,	75	120	25	41,8	95	110	25	60	48	36	24	12	130	104	78	52	26
36,75	70	105	20	42,	70	120	20	65	52	39	26	13	135	108	81	54	27
37,4	85	110	25	42,75	90	95	20	70	56	42	28	14	140	112	84	56	28
37,8	90	105	25	43,7	95	115	25	75	60	45	30	15	150	120	90	60	30
38,	80	95	20	44,	80	110	20	80	64	48	32	16					
38,	95	120	30	44,	110	120	30										

Ejemplo: Supóngase que se haya de construir una rosca de 3,6 mm. de paso y que el paso del husillo del torno es de 12 mm. En la primera columna de la tabla anterior, se busca el número del paso 3,6 y en la misma línea horizontal hallaremos en la segunda columna vertical, los números 30 y 90 que representan los dientes respectivos de la 1.ª y 2.ª rueda conductoras; en la tercera columna el número 75 nos da el de dientes de la primera rueda conducida, el de la segunda rueda conducida, siendo el paso del husillo de 12 mm. el número de décimos será 120 y por lo tanto el de dientes.

Esta misma tabla sirve para el caso en que la razón o diferencia de dientes entre las ruedas sucesivas de la serie, sea 4, 3, 2 ó 1, auxiliándose de la tabla inserta en la columna de la derecha.

En la primera columna vertical que corresponde a la razón 5, se busca el número o números que representen el de dientes de cada una de las ruedas hallados por la tabla anterior, y el número situado en la misma línea horizontal en la columna vertical encabezada por el que represente la razón de la serie o dotación del torno, indicará el número de dientes que se busca.

Así, por ejemplo, si suponemos el mismo caso anterior de un paso de 3,6 mm., pero que, en vez de ser la razón de los engranajes, 5, es, por ejemplo, 3, no tendremos que hacer más que, en la columna 5 de la última tabla buscar los números hallados en la anterior o sean 30, 90, 75 y 120 y ver cuales corresponden, respectivamente, en línea horizontal en la columna de razón 3 y hallaremos en el mismo orden los números

TABLA para la construcción de los tornillos a panes cuadrangulares

Diámetro exterior del tornillo en mm.	Paso del tornillo en mm.	Diámetro interior del tornillo en mm.	Profundidad de la espira en mm.	Carga de seguridad en kg.	Peso por pulgada lineal de la barra en lb.	Diámetro exterior del tornillo en mm.	Paso del tornillo en mm.	Diámetro interior del tornillo en mm.	Profundidad de la espira en mm.	Carga de seguridad en kg.	Peso por pulgada lineal de la barra en lb.
10	2	8	1	150	0,6	41	8,2	32,8	4,1	2534	10,2
11	2,2	8,8	1,1	182	0,7	42	8,4	33,6	4,2	2659	10,7
12	2,4	9,6	1,2	217	0,8	43	8,6	34,4	4,3	2787	11,3
13	2,6	10,4	1,3	254	1	44	8,8	35,2	4,4	2919	11,8
14	2,8	11,2	1,4	295	1,1	45	9	36	4,5	3053	12,3
15	3	12	1,5	339	1,3	46	9,2	36,8	4,6	3191	12,9
16	3,2	12,8	1,6	386	1,5	47	9,4	37,6	4,7	3330	13,5
17	3,4	13,6	1,7	435	1,7	48	9,6	38,4	4,8	3474	14
18	3,6	14,4	1,8	488	1,9	49	9,8	39,2	4,9	3618	14,6
19	3,8	15,2	1,9	544	2,2	50	10	40	5	3769	15,2
20	4	16	2	603	2,4	51	10,2	40,8	5,1	3921	15,8
21	4,2	16,8	2,1	664	2,6	52	10,4	41,6	5,2	4077	16,7
22	4,4	17,6	2,2	729	2,9	53	10,6	42,4	5,3	4235	17,2
23	4,6	18,4	2,3	797	3,2	54	10,8	43,2	5,4	4397	17,8
24	4,8	19,2	2,4	868	3,5	55	11	44	5,5	4561	18,5
25	5	20	2,5	942	3,8	56	11,2	44,8	5,6	4728	19,2
26	5,2	20,8	2,6	1019	4,1	57	11,4	45,6	5,7	4899	19,8
27	5,4	21,6	2,7	1099	4,4	58	11,6	46,4	5,8	5070	20,6
28	5,6	22,4	2,8	1182	4,7	59	11,8	47,2	5,9	5249	21,3
29	5,8	23,2	2,9	1268	5,1	60	12	48	6	5428	22
30	6	24	3	1357	5,5	61	12,2	48,8	6,1	5610	22,7
31	6,2	24,8	3,1	1449	5,8	62	12,4	49,6	6,2	5796	23,5
32	6,4	25,6	3,2	1544	6,2	63	12,6	50,4	6,3	5985	24,3
33	6,6	26,4	3,3	1642	6,6	64	12,8	51,2	6,4	6176	25
34	6,8	27,2	3,4	1743	7	65	13	52	6,5	6371	25,8
35	7	28	3,5	1847	7,4	66	13,2	52,8	6,6	6567	26,6
36	7,2	28,8	3,6	1954	7,9	67	13,4	53,6	6,7	6768	27,5
37	7,4	29,6	3,7	2064	8,3	68	13,6	54,4	6,8	6972	28,3
38	7,6	30,4	3,8	2177	8,8	69	13,8	55,2	6,9	7179	29,1
39	7,8	31,2	3,9	2292	9,3	70	14	56	7	7389	29,9
40	8	32	4	2412	9,7						

NOTA.—La carga de seguridad es calculada en tres kilogramos cada mm. cuadrado.

18, 54, 45 y 72 que representarán, en este caso, el número de dientes que deberán tener las ruedas.

Completamos las anteriores instrucciones prácticas para la construcción de pasos decimales con tornos decimales, con la tabla (pág. 77) que será de gran utilidad en la construcción de los tornillos a panes cuadrangulares, para los que, según el paso, las ruedas de serie se determinarán en la misma forma que dejamos indicada.

Pasos aproximados y ruedas de corrección.—Los husillos de los tornos ingleses o americanos vienen medidos en pulgadas y es frecuente el caso de tener que construir con estos tornos, pasos expresados en milímetros. Las dimensiones más corrientes de los pasos de esos husillos, suelen ser de $\frac{1}{16}$, $\frac{3}{32}$ y $\frac{1}{2}$ pulgada o sea 6,3492, 9,5248 y 12,6997 mm. y como las fracciones $\frac{400}{63}$, $\frac{600}{63}$ y $\frac{800}{63}$ son respectivamente iguales a 6,3492, 9,5238 y 12,6984 mm., cuyos valores se diferencian de los primeros tan solo en 0,0006 mm., 0,001 mm. y 0,0013 mm., pueden tomarse dichas fracciones como valor de P, en la forma siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Husillo de } \frac{1}{16} \text{ pulgada: } \frac{n}{N} &= \frac{P \times 63}{400} = \frac{P}{10} \cdot \frac{63}{40} \\ &= \frac{n}{N} = \frac{P \times 63}{600} = \frac{P}{10} \cdot \frac{60}{60} \\ &= \frac{n}{N} = \frac{P \times 63}{800} = \frac{P}{10} \cdot \frac{63}{80} \end{aligned}$$

Estas relaciones permiten proceder como hemos hecho anteriormente, con sólo el empleo constante de dos *ruedas de corrección*, de 63 y 40 dientes, de 63 y 60 o de 63 y 80, según el husillo sea de $\frac{1}{16}$, $\frac{3}{32}$ o $\frac{1}{2}$ pulgada.

Algunas veces, el paso del husillo del torno, no tiene un número exacto de milímetros. Es fácil resolver esta aparente dificultad. Supongamos que el paso del husillo, medido *exactamente* es $P = 10,122$ mm. lo que es igual a $10122 : 1000 = 5061 : 500$. Siendo irreducible esta relación, para tener una *fracción*

aproximada más sencilla la desarrollaremos en fracción continua:

$$\frac{5061}{500} = 10 + \frac{1}{8} + \frac{1}{5} + \frac{1}{12}$$

cuyas tres primeras reducidas son: $10 : 1$, $81 : 8$ y $415 : 41 = 10,12195$. Esta tercera reducida no se diferencia del verdadero valor de P más que en 0,00005 por defecto; por consiguiente podemos plantear:

$$\frac{n}{N} = \frac{p}{P} = \frac{p \times 41}{415} = \frac{p \times 41}{5 \times 83} = \frac{p}{5} \cdot \frac{41}{83}$$

Las ruedas de corrección que habrá que emplear, son pues de 41 y 83 dientes, procediendo como si el paso del husillo fuese de 5 milímetros.

Cerraremos estas líneas con una tabla para la construcción de los tornillos y pernos de espira triangular de la serie Withworth hoy muy empleados.

TABLA para la construcción de los tornillos y pernos a espira triangular

Dímetro exterior del tornillo en pulgadas	Dímetro exterior del tornillo en mm.	Dímetro interior del tornillo en mm.	N.º de las espiras por pulgada inglesa	Paso del tornillo en mm.	Dímetro interior del hexágono en mm.	Dímetro exterior del hexágono en mm.	Altura del dado en mm.	Altura de la cabeza del perno en mm.
$\frac{1}{16}$	6,35	4,7	20	1,269977	13	17,5	7	3
$\frac{3}{32}$	7,94	6,1	16	1,41108555	17	19,7	8,5	6
$\frac{1}{8}$	9,52	7,4	16	1,58747125	19	22	10	7
$\frac{9}{32}$	11,11	8,6	14	1,81425285	21,5	25	12	8
$\frac{5}{16}$	12,7	9,9	12	2,11662833	24	28	14	10
$\frac{3}{8}$	14,3	11,5	12	2,11662833	25,5	29,5	15	11
$\frac{7}{16}$	15,9	12,9	11	2,30904909	27	31	16	12
$\frac{1}{2}$	17,46	14,5	11	2,30904909	30	34,5	18	13
$\frac{5}{8}$	19,05	15,7	10	2,539954	33	38	20	14
$\frac{3}{4}$	20,64	17,4	10	2,539954	35,2	41	21,5	15
$\frac{7}{8}$	22,22	18,5	9	2,8221711	38	44	23	16
$\frac{15}{16}$	23,81	20,2	9	2,8221711	40	46,2	24,5	17
1	25,4	21,3	8	3,1749425	42	48,5	26	18
$1 \frac{1}{8}$	28,6	23,0	7	3,6289057	45	52	29	20
$1 \frac{1}{4}$	31,75	26,9	7	3,6289057	50	58	32	22
$1 \frac{3}{8}$	34,9	29,5	6	4,23325666	54	62,5	35	24
$1 \frac{1}{2}$	38,1	32,7	6	4,23325666	60	69,5	39	27
$1 \frac{5}{8}$	41,3	35,3	5	5,079908	64	74	42	29
$1 \frac{3}{4}$	44,45	37,8	5	5,079908	68	78,5	45	32
$1 \frac{7}{8}$	47,6	40,4	4 $\frac{1}{2}$	5,6443422	72	83	48	34
2	50,8	43,4	4 $\frac{1}{2}$	5,6443422	76	88	51	36

A. MENÉNDEZ CABALLERO.

Máquinas para la propulsión marina (Véase lámina central)

Recientemente, se ha hecho entrega por los constructores Mc. Kie y Baxter, al Gobierno colonial holandés para uno de sus buques de vapor, de un equipo completo de máquinas para la propulsión marina, del cual damos una ilustración en la lámina central. La disposición general de la planta, se representa en las figuras 1 a 4, pudiendo en ellas observarse que el buque es del tipo de una sola hélice. Las dos calderas Yarrow, están colocadas en el centro del barco y provistas de aparatos Howden de aspiración forzada. El ventilador, movido por una máquina de vapor con lubricación circundante forzada, está colocado sobre la cubierta principal como se muestra en las figuras 1 a 3.

Un aspecto interesante de la planta de la caldera es la disposición del hogar, puesto que puede emplearse indistinta y alternativamente, carbón o aceite por com-

bustible con muy pequeñas modificaciones en la disposición de sus elementos.

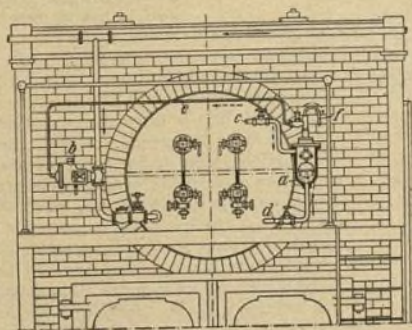
Teniendo en cuenta la pobreza de calidad de carbón que se puede obtener en las regiones orientales de destino del buque, las calderas son especialmente grandes para la potencia exigida, pero los resultados de las amplias cámaras de combustión son eficaces trabajando satisfactoriamente con combustible de aceite en caso de necesidad o si así se desea. El dispositivo o aparato para el combustible de aceite, es del sistema Wallsend Slipway Company, y trabaja en unión con el sistema de tiro forzado y de suministro de aire caliente. Dos juegos de bombas de alimentación están situados uno en la mampara delantera de la cámara de la máquina trabajando en unión de un *float tank*; el segundo juego está colocado en el lado de babor de la cámara de los hornos. Sobre el lado de estribor está colocado

un evacuador de cenizas, mientras en el mismo lado y en la cámara de la máquina están las bombas de achique y saneamiento. En la parte extrema de la popa de cámara de la máquina, sobre los lados de babor y estribor, están respectivamente situados, la planta de vaporización y el filtro de agua de alimentación, mientras sobre la mampara delantera hay dispuesto un compresor de aire Westinghouse para emplearlo en conexión con la limpia del hervidor.

Las máquinas son del tipo cuatro cilindros, triple expansión, teniendo los cilindros, 16, 26, 30 y 30 pulgadas de diámetro con un recorrido de 24 pulgadas. El condensador que está colocado sobre el lado de babor de la cámara de máquinas, tiene una caja de bronce de fundición, estando construido por el sistema «Contraflo» de Morison. La instalación de bombas de circulación centrífuga está también construida por los señores Mc. Kie y Baxter. Los motores principales desarrollan 1,500 caballos indicados con 200 revoluciones por minuto. La tubería principal de vapor es de acero y la cámara más importante de vapor y calderas son de acero fundido.

Progresos en la construcción de los reguladores automáticos de alimentación de agua para calderas de vapor

Conócese las ventajas que trae consigo una alimentación regular de las calderas. A pesar de ello es frecuente encontrar calderas en las que el nivel de agua



varía de 15 a 20 centímetros y que, por consiguiente, no trabajan en favorables condiciones económicas.

El sistema de regulador automático que describimos suprime este inconveniente, ya que permite suministrar a la caldera, de un modo constante, el agua que consume en la vaporización, asegurando una alimentación ininterrumpida.

El aparato *a* está empalmado a la caldera por dos tuberías, una de las cuales, *c*, desemboca en el espacio de vapor y la otra, *d*, en el agua. Una tercera tubería *e*, de menor diámetro, reúne el aparato con una compuerta *b* para regular la alimentación.

Una cuarta tubería *f* sirve para la evacuación del aire y desemboca ordinariamente debajo del emparillado.

El funcionamiento del aparato es el siguiente:

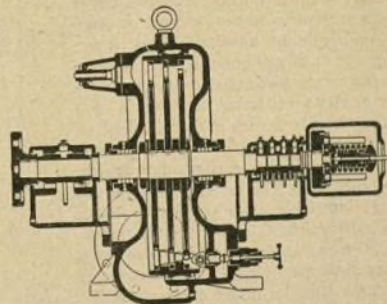
Tan pronto el nivel del agua baja en la caldera, desciende el flotador y cierra la válvula en la parte superior de la cubierta *a*. La llegada del vapor al cilindro de la compuerta *b* interrumpe, mientras que se establece la comunicación entre el cilindro de la compuerta *b* y la tubería de evacuación *f*. El pistón de la compuerta de alimentación *b* no se halla, pues, sometida a la presión del vapor, y el resorte levanta completamente el disco de la compuerta. El agua entra en la caldera, y cuando el nivel se ha restablecido, el flotador sube igualmente dentro de la cubierta *a*, de suerte que la válvula de vapor hállese de nuevo abierta. La comunicación con la tubería *f* queda cortada, y es restablecida con el cilindro de la compuerta *b*, lo que tiene por efecto cerrar esta última. Por los detalles precedentes se ve, pues, que la compuerta *b* es alternativamente abierta por el resorte antagonístico y cerrado de nuevo por la presión del vapor.

Si se quiere alimentar la caldera sin el auxilio del regulador, basta cerrar la compuerta emplazada bajo el tubo *e*, encima del aparato *a*. La compuerta *b* permanece a la sazón abierta y la alimentación efectúase del modo ordinario.

Turbina Laval con dos rotores acoplados, comprendiendo entre ambos un tercer rotor de palas inversas

Distínguese esta turbina de las del sistema corriente por poseer dos rotores, compuestos cada uno de ellos por una rueda de turbina Laval ordinaria, y montados como las dos ruedas de una turbina Curtiss. Entre ambos rotores hállese una corona de palas fijas, dispuestas en sentido inverso. La figura muestra el conjunto de la turbina. Como se ve, las inyecciones de vapor son regulables cada una por una compuerta de tornillo, accionada por un volante a mano. Púedese de este modo poner en servicio un número indeterminado de inyectores de vapor, según la carga. El regulador es del tipo ordinario.

Las palas son susceptibles de recambio parcialmente. El carter divídese en dos, siguiendo un plano horizontal, y la parte superior no posee ni tuberías ni bri-



das. El árbol es llevado por cojinetes de bolas, uno de ellos extremo. Cada línea de palas está fija sobre un disco independiente. Las turbinas de este tipo se construyen desde 1 a 750 caballos de fuerza.

Electricidad industrial

PROBLEMAS TÉCNICOS

Problema n.º 1.—Para accionar motores se desea emplear, funcionando en paralelo con factor de potencia igual a 0,7, dos transformadores trifásicos del tipo de núcleo, conectados en estrella, de 150 kilovoltios-ampereos uno y de 50 el otro. La caída de voltaje en plena carga, con factor de potencia igual a la unidad es de 2 por 100 en el transformador de 150 k. v. a. y de $2\frac{1}{2}$ por 100 en el transformador de 50 k. v. a. La eficacia, con factor de potencia igual a 1, es de 97,5 por 100 para el transformador de 150 k. v. a. y de 97 por 100 con el transformador de 50 k. v. a.

¿Podrán estas dos máquinas funcionar en paralelo sobre la misma línea y, si no es así, qué sucederá? ¿De qué modo la eficacia y la caída de voltaje serán afectadas por el factor de potencia 0,7? Dar ejemplos de diferentes eficacias. Se supone que en el punto donde están emplazados los transformadores hay energía aprovechable, pero que no se puede obtener carga. Indicar las pruebas (si las hay) que podrán hacerse para averiguar si los transformadores podrán funcionar en paralelo.

Solución 1.ª—Para dar exacta idea del funcionamiento de los transformadores en paralelo y del modo con que la carga queda repartida entre ellos, basta saber cómo los voltajes secundarios son afectados por la carga, o en otros términos, hacerse cargo del reglaje de los transformadores. A medida que la carga impuesta a un transformador crece, quedando constantes el voltaje primario y el factor de potencia de la carga, se observa una caída del voltaje secundario cuyas variaciones pueden considerarse, prácticamente, como directamente proporcionales a las de la carga. Para una carga invariable existe también un voltaje secundario definido. Con dos transformadores cuyas curvas de reglaje sean A y B respectivamente (fig. 1) funcionando en paralelo bajo la misma carga y siendo el voltaje secundario igual a E_2 , el rendimiento del transformador A será Oa y el del transformador B será Ob . En otros términos, la carga queda dividida entre los dos transformadores en la proporción de Oa a Ob . Puesto que las curvas de reglaje son líneas rectas, la relación de

los rendimientos de los transformadores, bajo todas las cargas, será siempre $\frac{Oa}{Ob}$, el transformador que tenga

el mejor reglaje tomando la mayor parte de la carga. Consideremos, por ejemplo, el transformador de 50 k. v. a. y el de 150 k. v. a. objeto de este problema. El reglaje del transformador grande corresponde a 2 por 100 de caída a 150 kilovatios y el del transformador pequeño a $2\frac{1}{2}$ por 100 de caída a 50 k. v. a., esto es 2 por 100 a 40 k. v. a. $\cos \Phi$ 1,0. Por consiguiente, con una carga de 190 kilovatios $\cos \Phi$ 1,0 el transformador grande será 150 kilovatios y el pequeño 40 kilovatios; con factor de potencia igual a la unidad, la carga estará siempre dividida en la proporción de $\frac{150}{190}$ de la carga total, para el transformador grande y $\frac{40}{190}$ para el transformador pequeño.

El único punto que es preciso tener en cuenta para el funcionamiento de estos transformadores con una carga cuyo factor de potencia sea 0,7 es que la distribución de la carga no sea demasiado desigual, lo que podría hacer que el transformador grande se halle sobrecargado.

Ahora bien, para determinar la forma de distribución de la carga, siendo conocido el factor de potencia, es necesario conocer el reglaje de los transformadores bajo la carga correspondiente a dicho factor de potencia. Debemos, por consiguiente, tratar de determinar por aproximación el reglaje de los transformadores en plena carga de 150 k. v. a. $\cos \Phi$ 0,7 y 50 k. v. a. $\cos \Phi$ 0,7, respectivamente. La caída de voltaje es debida, en parte, a la fuerza electromotriz de resistencia en fase con la corriente y a la fuerza electromotriz de reacción y, siendo conocidas estas dos fuerzas, la fuerza electromotriz secundaria en carga puede obtenerse por el procedimiento que se indica en la figura 2, en la cual OA representa dicha fuerza electromotriz secundaria, AB la caída de voltaje por resistencia (ángulo $BAN = \Phi$), BC el voltaje de reacción, OC el voltaje secundario en circuito abierto. Con factor de potencia igual a la unidad, la caída de voltaje es debida únicamente a la resistencia, por ser insignificante el efecto de la reacción.

En los transformadores de construcción moderna, la reacción varía habitualmente entre 1,0 y 1,8 veces la resistencia o, en otros términos, BC varía de 1,0 a 1,8 veces AB . A falta de datos exactos, admitiremos que el voltaje de reacción es equivalente al voltaje de resistencia multiplicado por 1,25 para el transformador de 150

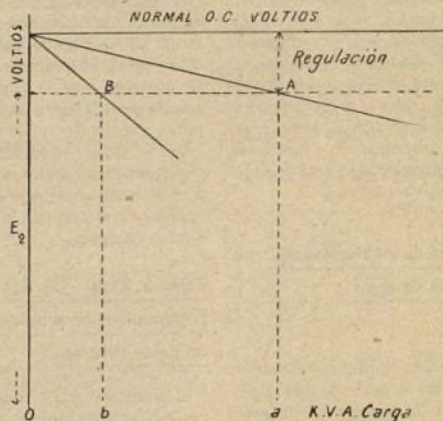


Fig. 1.

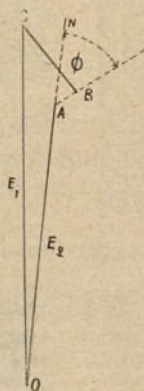
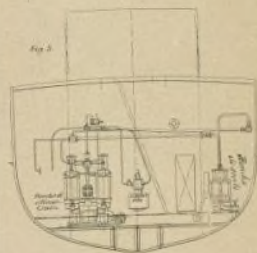
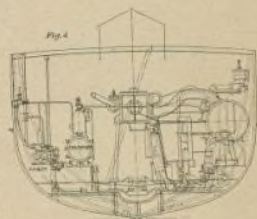
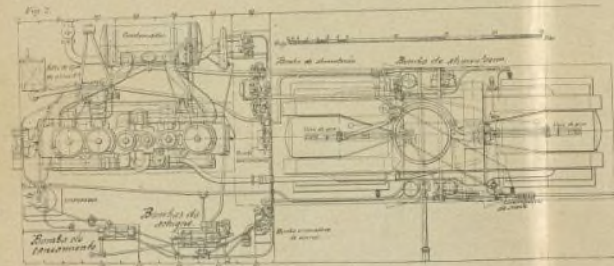
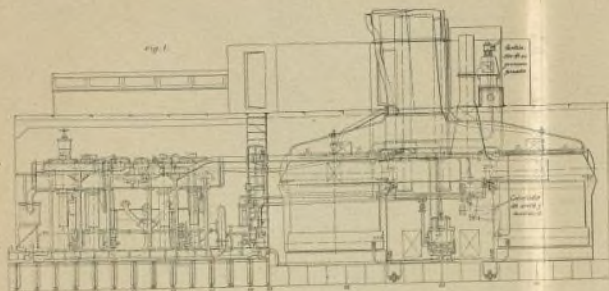


Fig. 2.

todas las
ue tenga
la carga.
lor de 50
problema.
ponde a 2
nsforma-
0 k. v. a.,
or consi-
s Φ 1'0 el
grande
atios y el
ilovativos;
potencia
ad, la car-
re dividi-
orci3n de
rga total,
formador
para el
pequeño.
unto que
r en cuen-
ionamien-
ansforma-
carga cu-
tencia sea
tribuci3n
o sea de-
al, lo que
er que el
e distribu-
e potencia,
e los trans-
pondiente
emos, por
por apro-
ormadores
cos Φ 0'7
mente. La
parte, a la
cia en fase
ctromotriz
estas dos
secundaria
el procedi-
ra 2, en la
za electro-
de voltaje
 Φ), BC el
ltaje secun-
factor de
ida de vol-
resistencia,
la reacci3n.
a moderna,
1'8 veces la
de 1'0 a 1'8
emos que el
de resisten-
ador de 150

Máquinas para la propulsión marina



TORNO REVÓLVER

(Tipo A H Schütte)

- 11.—Fijación del carro porta cabeza-revólver.
- 12.—Fricciones en el cabezal.
- 13.—Palanca para avance y sujeción del material.
- 14.—Cono sujetador escalonado.
- 15.—Cabeza del husillo.



TORNO REVÓLVER

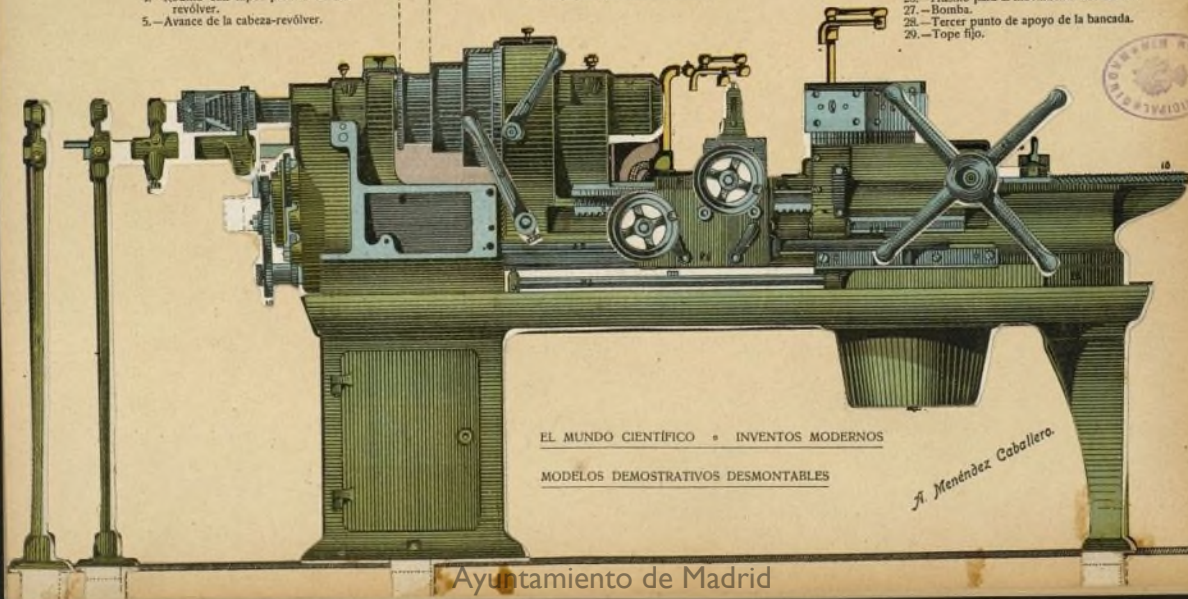
(Tipo A. H. Schütte)

ESCALA 1 : 10

- 1.—Contramarcha triple.
- 2.—Poleas o fricción.
- 3.—Cambio de dirección del avance:
 { cabeza-revólver.
 { chariot transversal.
- 4.—Rodillo con topes para la cabeza-revólver.
- 5.—Avance de la cabeza-revólver.

- 6.—Palancas de avance para: { cabeza-revólver.
 { chariot transversal.
- 7.—Palanca para avance y sujeción del material.
- 8.—Fricciones en el cabezal.
- 9.—Fijación del chariot transversal.
- 10.—Fijación de la cabeza-revólver.

- 11.—Fijación del carro porta cabeza-revólver.
- 12.—Fricciones en el cabezal.
- 13.—Palanca para avance y sujeción del material.
- 14.—Cono sujetador escalonado.
- 15.—Cabeza del husillo.
- 16.—Tope para la conmutación de la cabeza-revólver.
- 17.—Crucecita a mano.
- 18.—Ruedas de cambio.
- 19.—Cremallera para la cabeza-revólver.
- 20.—Ruedas de cambio.
- 21.—Crucecita a mano.
- 22.—Movimiento transversal del chariot.
- 23.—Movimiento longitudinal del chariot.
- 24.—Rodillo con topes para el chariot.
- 25.—Cremallera para el chariot.
- 26.—Husillo para el movimiento del chariot.
- 27.—Bomba.
- 28.—Tercer punto de apoyo de la bancada.
- 29.—Tope fijo.



EL MUNDO CIENTÍFICO • INVENTOS MODERNOS

MODELOS DEMOSTRATIVOS DESMONTABLES

J. Menéndez Caballero

Ayuntamiento de Madrid

k. v.
Es d
por
k. v.
el tr
n.º 2
form
será
k.v.:

carg
part
OY
de
este
tran
en p
repr
del
y el

3/2
regl
tran
los
de
pec
k.v.
40r

50
k.
mie
dos
sig
+
v. r
de
Φ
tra
gra

×
los
tra
su
so
10
pe
qu
ce
20
m
tu

co
d
ci
n
a
r
l
ti
n

k. v. a., y por 1/5 para el transformador de 50 k. v. a. Es decir que el voltaje de reacción es igual a $(1\frac{1}{2} \times \frac{1}{5})$ por 100, o $2\frac{1}{5}$ por 100, para el transformador de 150 k. v. a., y de $(1\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{5})$ por 100, o $3\frac{1}{5}$ por 100, para el transformador de 50 k. v. a. Trazando el diagrama n.º 2, observaremos que la caída de voltaje en el transformador grande, en plena carga a 150 k.v.a. $\cos \Phi 0,7$, será $3\frac{1}{2}$ por 100; en el transformador pequeño, a 50 k.v.a. $\cos \Phi 0,7$ será de 4/4 por 100 aproximadamente.

Podemos ahora determinar el modo con que la carga, con factor de potencia igual a 0,7, quedará repartida entre los dos transformadores. En la figura 3, OY representa el voltaje secundario del transformador de 150 k. v. a. en función de la carga en kilovatio; este voltaje está representado por OX para el pequeño transformador y por OZ para los dos transformadores en paralelo ($WZ = WX + WY$). Luego, con la carga representada por WZ en el conjunto, el rendimiento del pequeño transformador será representado por WX y el del grande por WY.

Admitiendo que sean correctas las cifras de 4/4 y 3/2 por 100 como reajuste de los dos transformadores, los rendimientos de éstos serán respectivamente: 150 k.v.a. para el transformador grande y $50 \times \frac{3^2}{4^4} = 36,3$ k. v. a. El rendimiento total de los dos será, por consiguiente, de $150 + 36,3 = 186,3$ k. v. a. Y, con carga de 200 k. v. a. cos Φ 0,7, la carga del transformador grande será de 200 $\times \frac{150}{186,3} = 161$ kilovatios, y la del

transformador pequeño, $200 \times \frac{36'3}{186'3} = 39$ k.v.a. Resulta, pues, que los dos transformadores se hallarán sobrecargados: el grande lo será ligeramente ($7 \frac{1}{2}$ por 100) y el pequeño en proporción mucho mayor (22 por 100). El funcionamiento en paralelo de las dos máquinas con una carga de 190 k. v. a. cos Φ 0'7 ofrecerá, por lo tanto, completa seguridad. Con carga de 200 kilovatios, la sobrecarga soportada por el transformador grande no sería suficiente para que la temperatura de esta máquina se eleve de un modo peligroso.

Prácticamente, no se necesita ningún ensayo para confirmar lo antedicho porque, en cuanto a todas las demás circunstancias, los transformadores *deben* funcionar normalmente. Podría verificarse un ensayo por medio de cortocircuito, en el caso de disponer de un aparato mediante el cual un reducido voltaje de corriente alterna, representando aproximadamente 4 por 100 del voltaje normal, pueda aplicarse al primario, estando puestos los secundarios en cortocircuito. Si se miden las corrientes de los cortocircuitos secundarios

para los dos transformadores, quedando el voltaje primario constante en los dos ensayos, la relación de las dos corrientes puede tomarse como una aproximación bastante exacta de la proporción en que la carga, con el factor 0,7, se hallará repartida entre los dos transformadores.

En cuanto a la eficacia, es una cuestión sencilla y que no tiene relación con el funcionamiento en paralelo. En un transformador, las pérdidas por un rendimiento dado en k. v. a. son prácticamente constantes e independientes del factor de potencia. Por consiguiente, conociendo las pérdidas con un factor de potencia igual a la unidad, tomando por base de cálculo la eficacia, puede fácilmente determinarse la eficacia con factor de potencia igual a 0.7.

Con un transformador de 150 k. v. a., tendremos:
 eficacia $\cos \Phi = 97.5$ por 100; corriente recibida

$$= \frac{150}{0.975} = 153.9 \text{ kilovatios; pérdidas (corriente reci-}$$

bida — corriente devuelta) = 153·9 — 150 = 3·9 kilovatios. Por consiguiente, con factor de potencia igual a 0·7, las pérdidas son de 3·9 kilovatios; el rendimiento es de $0·7 \times 150 = 105$ kilovatios; la corriente absorbida, de 108·9 kilovatios y la eficacia, de 96,4 por 100. Del mismo modo se calcularía la eficacia del transformador de 50 k. v. a. que, en plena carga cos Φ 0·7 resulta ser de 95·8 por ciento.

Solución 2.ª—

Se pregunta si dos transformadores dependientes de la misma línea funcionarán de modo

satisfactorio con sus secundarios en paralelo. Para contestar esta pregunta sólo han de considerarse los reglajes respectivos de las máquinas, haciendo caso omiso de sus eficacias. Para que cada transformador pueda, con cualquier factor de potencia, tomar la parte de la carga que le corresponde, sólo es preciso que el reglaje de la caída de voltaje de cada máquina, con dicho factor de potencia, sea el mismo. Así, si la caída de resistencia de un transformador es mayor que la del otro, su caída de voltaje de reacción debe ser más pequeña y, en este caso, las dos máquinas no podrán funcionar en paralelo de modo satisfactorio sino con un factor de potencia determinado; al contrario, si fueran idénticas en cuanto a las caídas de sus voltajes de resistencia y de reacción, podrían funcionar en paralelo con cualquier factor de potencia. Generalmente hablando, cuando dos transformadores funcionan en paralelo, la carga se divide entre ellos de tal modo que la caída de voltaje, debida a la corriente propia de cada máquina, sea la misma en las dos. Puede calcularse aproximadamente la caída de voltaje correspondiente a cada factor de

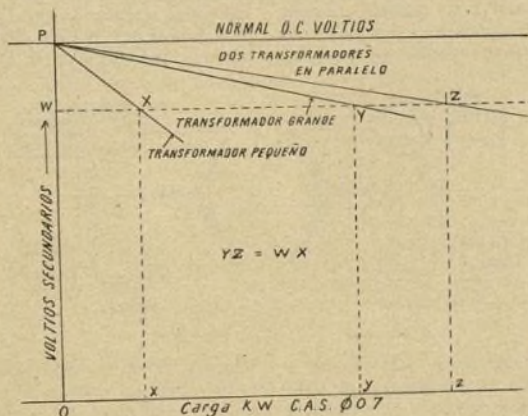


Fig. 3

potencia por medio de la fórmula siguiente:

$$V = \sqrt{(R + P)^2 + (L + W)^2} - 100$$

en la cual:

$$\begin{aligned} V &= \text{caída de voltaje, por 100;} \\ R &= \text{caída de resistencia, por 100;} \\ L &= \text{caída de reacción, por 100;} \\ P &= \text{factor de potencia, por 100;} \\ W &= \sqrt{100^2 - P^2}. \end{aligned}$$

Se ve, pues, que las indicaciones contenidas en la pregunta no son suficientes para poder determinar los reglajes de los dos transformadores con un factor de potencia de 70 por 100, puesto que sería necesario para ello conocer las reacciones respectivas. Se desprende de ello que los ensayos que deberían verificarse para saber si los transformadores podrán funcionar en paralelo son los siguientes: (a) determinación de las resistencias de los devanados primario y secundario, conocidas las cuales puede calcularse la «caída de resistencia», o si se trata de transformadores ordinarios de bajo voltaje, la caída observada con factor de potencia igual a la unidad puede tomarse como caída de resistencia. (b) determinación de la inercia de cada transformador con devanado secundario en corto-circuito, conocida la cual puede calcularse la reacción y luego la caída de reacción. No es probable que dos transformadores de rendimiento tan diferente tengan el mismo reglaje, a no ser que hayan sido contruidos expresamente para funcionar en paralelo; y si los ensayos anteriores han demostrado que tal es realmente el caso, el resultado deseado puede obtenerse procurando que la cantidad necesaria de inercia se halle puesta en serie con el primario o el secundario del transformador que presente la caída de voltaje más reducida con un factor de potencia igual a 70 por 100.

Para poner en evidencia la influencia de una carga con factor de potencia de 70 por 100 sobre la eficacia de un transformador, pueden tomarse como ejemplos los transformadores de que se trata. Con el transformador de 150 k. v. a., la eficacia, con factor de potencia igual a la unidad, es de 97.5 por 100 y la pérdida es, por tanto, de 2.5 por 100 de la corriente recibida, o 2.56 por 100 del rendimiento, esto es 3.84 kilovatios. Ahora bien, con factor de potencia de 70 por 100, el rendimiento a 150 k. v. a. será solamente de 105 kilovatios, pero la pérdida será la misma que antes, o sea 3.84 kilovatios, equivalente a 2.53 por 100 de la corriente recibida: la eficacia será, por consiguiente, de 96.5 por 100 aproximadamente. Con el transformador de 50 k. v. a. instalado en iguales condiciones y funcionando en plena carga o sea bajo 35 kilovatios, la pérdida sería de 4.23 por 100 de la corriente recibida, correspondiente a una eficacia de 95.8 por 100 aproximadamente.

Solución 3.—Para que dos transformadores pue-

dan funcionar en paralelo de modo satisfactorio, es preciso que las curvas de reglaje de las dos máquinas sean idénticas, es decir que, en todas las condiciones de carga, existan en los bornes de los dos transformadores las mismas diferencias de potencial. La carga debe ser dividida proporcionalmente entre los transformadores; por consiguiente, la caída en cada secundario debe ser la misma. El transformador más pequeño absorberá menos corriente pero sus devanados ofrecerán mayor resistencia que los del transformador grande. Las pérdidas magnéticas son mucho más pronunciadas con factores de potencia reducidos; por consiguiente, es prudente repetir los ensayos con varios factores de potencia.

El croquis (fig. 4), muestra gráficamente el método seguido habitualmente para ensayar un transformador, bajo el punto de vista del reglaje. Para poder trazar la curva, deben hacerse observaciones en varias condiciones de funcionamiento, partiendo de una carga nula para llegar a la sobrecarga, con diferentes factores de potencia. Los voltímetros W , indican la potencia real, mientras que por la observación de los amperímetros y voltímetros se conoce la potencia aparente; el resultado de la división de la potencia real por la potencia aparente es el factor de potencia. Para el caso presente, se trata menos de determinar la eficacia de los transformadores que de averiguar cómo sus voltajes secundarios varían bajo ciertas condiciones de carga. Se indica en la pregunta que no hay carga disponible, pero que se puede obtener la energía

necesaria; es, por lo tanto, evidente que solo se puede adoptar, para los ensayos, el método, generalmente no muy satisfactorio, del cortocircuito. Este ensayo se verifica poniendo el secundario en cortocircuito por medio de un amperímetro y elevando gradualmente la corriente hasta la normal; las cifras notadas durante este proceso permiten calcular las inercias de los devanados. Las resistencias óhmicas se calculan por el método del puente o mediante ensayos verificados con corriente directa. El cálculo del reglaje de los transformadores, partiendo de aquellos datos, no puede hacerse sin aplicación de las matemáticas y es preferible para ello consultar alguna obra detallada relativa a las corrientes polifásicas. De todos modos este ensayo es difícil y es preciso mucha habilidad para sacar de ellos resultados que ofrezcan las debidas garantías de exactitud.

En la práctica, puede ser posible, aun cuando las curvas de reglaje de los transformadores sean algo diferentes, ajustar las dos máquinas por medio de una resistencia óhmica o de reacción, de modo que realicen con suficiente precisión la división de la carga entre ellas con factor de potencia igual a 0.7.

Problema n.º 2.—Una compañía abastecedora de electricidad de una pequeña población tiene instaladas

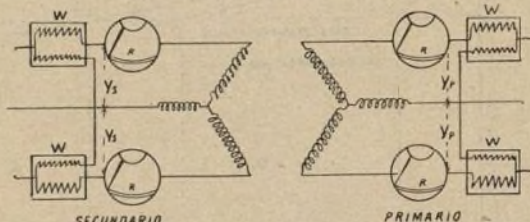


Fig. 4.

turbinas hidráulicas accionando alternadores (2.000 voltios). La carga desde media noche hasta la mañana es de 9 kilovatios. Se desea instalar un juego de turbinas que pueda asegurar el servicio, durante este período, sin que sea preciso la presencia de un vigilante. Se dispone de un caudal importante de agua (salto de 4 metros).

Indicar el tipo de turbina, de alternador, etc., que debería adoptarse, dando detalles de su instalación. Dar referencias de instalaciones actualmente existentes, funcionando en condiciones similares.

1.ª **Solución.**—En la pregunta no se dan detalles de la instalación hidráulica ya en marcha, ni se indica si la empresa explotadora estaría en condiciones de invertir en la transformación de dicha instalación el capital que sería necesario para el establecimiento de aparatos de funcionamiento automático. Generalmente hablando, no hay dificultad en mantener, en una instalación hidráulica, un voltaje perfectamente constante, si se gasta lo necesario para ello. Una vez puesta la instalación en las condiciones debidas, requerirá poca vigilancia o ninguna, aparte de una sencilla inspección diaria, solo deberá eventualmente limpiarse y ajustarse. De un modo general el ahorro, en la instalación de maquinaria automática, es contraproducente. Si, por razones de economía, se instala un excitador acoplado directamente, el voltaje variará de 6 por 100 aproximadamente por cada 1 por 100 de variación en la velocidad, y como que los reguladores mecánicos, después de algún tiempo de uso, no mantendrán la velocidad uniforme, sino con una aproximación del 5 por 100, este tipo de regulador resultará completamente inútil. Por otra parte, no siendo la altura del salto suficiente para que éste pueda accionar un regulador hidráulico, no quedará otro recurso que instalar un regulador con «relai» de presión de aceite. Un regulador de este tipo, de suficiente potencia para la instalación de que se trata costaría probablemente de 3750 a 5000 ptas., pero en cambio su eficacia para mantener la velocidad constante es excelente y no requiere casi ninguna vigilancia, si ha sido construido.

En cuanto a las turbinas, las del tipo «Vortex», «Francis» o «Jouval» serían más indicadas. Si el caudal de agua es abundante, el tipo más barato, o sea la turbina «Francis» sería suficiente, pero en caso de adoptarla sería preciso asegurarse que las guías y otras partes de los engranajes ofrecen la solidez debida y funcionan con facilidad. En cuanto a los reguladores automáticos, es preferible que estén contruidos con bronce, porque las piezas de acero se oxidan con excesiva facilidad y dan lugar, pasado algún tiempo de funcionamiento, a fuertes fricciones.

Por lo que se refiere al alternador, podría recomendarse una máquina de campo giratorio, con devanado provisto de núcleo de hierro y las vueltas de hilo dispuestas en ranuras cerradas. El funcionamiento de este tipo de alternador es mucho más seguro que el de las máquinas con devanado sin núcleo que se emplean a menudo en las pequeñas instalaciones. Como tipo de regulador de instalación más económica, excelentes resultados pueden obtenerse con el regulador de voltaje del sistema Tirrill.

Difícilmente puede decirse en que forma la maquinaria podría disponerse sin conocer la disposición actual de la parte hidráulica de la instalación; una tur-

bina vertical con transmisión por cadena sería probablemente la más adecuada. En este caso, el regulador sería movido por correa y colocado en la sala principal, encima de la turbina y accionando directamente la varilla haciendo función de guía. En algunos casos es posible instalar un eje horizontal accionado directamente desde la turbina por medio de cadena; esta disposición tiene la ventaja de ser más silenciosa que la anterior. No conocemos ninguna instalación que tenga por objeto asegurar un servicio público, en la que se aplique el procedimiento del reglaje automático, ya que en general los técnicos tienen mayor confianza en el reglaje a mano. En cambio, este sistema se emplea en muchas instalaciones particulares, sobre todo las que se hallan provistas de dinamos de corriente continua. En el caso a que se refiere la pregunta, como que durante la noche la carga no sería afectada, según parece, por la alimentación de motores, las condiciones serían poco diferentes de las de una instalación de suministro de corriente continua. Existe en Irlanda una instalación que funciona en las condiciones indicadas para la alimentación de una fábrica en corriente continua.

Solución 2.ª.—La mejor solución, en el caso a que se refiere la pregunta, consistiría en la instalación de una turbina «Francis» con eje horizontal, dando 15 H.P. a la velocidad de 375 vueltas por minuto, con regulador automático. La turbina se colocaría directamente en la corriente; el eje, provisto de empujador, atravesaría la pared y descansaría en un cojinete exterior, accionando la dinamo por medio de polea y correa. Mediante esta transmisión por correa puede fácilmente obtenerse en la dinamo una velocidad de 1.000 revoluciones por minuto, velocidad normal para un generador de la potencia indicada y correspondiente a 50 ciclos por segundo. El alternador estaría colocado sobre rieles y accionado desde arriba por correa. El funcionamiento quedaría asegurado, sin necesidad de vigilancia, mediante un regulador automático del tipo hidráulico adoptado hoy por los principales constructores de turbinas. Estos reguladores consisten en un péndulo de muelle que actúa, por medio de una válvula, sobre un servomotor movido por aceite bajo presión y en comunicación con las aletas móviles del guía de la turbina. El aceite bajo presión es suministrado por una pequeña bomba dispuesta en el zócalo del regulador. No se indica en la pregunta si la instalación debería producir su propia corriente de excitación o si lo necesario para ello ha sido previsto. Este detalle constituiría tal vez el punto de más difícil solución y, en caso de encontrar en ello un obstáculo insuperable, las turbinas existentes podrían proveerse sencillamente de regulador automático, sin modificarse esencialmente la instalación.

Turbo-generador homopolar

Entre los aparatos que han hecho recientemente su aparición en el mercado de maquinaria eléctrica es digno de mención el turbo-generador homopolar de corriente continua que representan las adjuntas ilustraciones y cuyos detalles de construcción, brevemente reseñados, son los siguientes:

El circuito magnético es doble, formado de dos partes, *aa* y *bb*, cada una de las cuales constituye

un polo. Cada polo envuelve completamente el devanado sin cambio de signo, no habiendo, por lo tanto, cantidad alguna de hierro que quede inútil. En el adjunto esquema, la letra R designa la parte móvil de la armadura, M la parte fija de la misma, o marco. Las bobinas de excitación 'EE' están dispuestas alrededor de cada uno de los pasos de aire, quedando así reducidas al mínimo las pérdidas por escape. La capacidad de dichos pasos de aire, determinada únicamente por

nillo y de la tuerca K. La corriente recogida del anillo es llevada a los conductores fijos del marco por los hilos L.

En el siguiente cuadro están consignadas las dimensiones de la máquina, así como sus principales características de funcionamiento; de estos datos puede deducirse que es de dimensiones proporcionalmente reducidas, presentándose bajo una forma «compacta» que asegura el mínimo de vibraciones. Esta máqui-

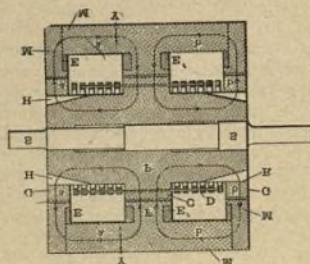


Fig. 1.—Secciones del generador homopolar.

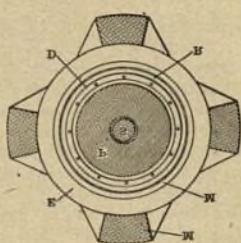


Fig. 2.—Disposición de las escobillas.

consideraciones de orden mecánico, se calcula, por consiguiente, de modo que sea la que permita el mayor ahorro de cobre del campo. Los conductores, C, en los cuales se desarrolla el voltaje, están colocados en tubos de micánita dispuestos en unos túneles que atraviesan la armadura, debajo del polo central, y están conectados en cada extremidad con los anillos D de los cuales se recoge la corriente.

Sobre un eje rígido S está montado el núcleo P del rotor, construido de acero de alta permeabilidad el cual lleva los anillos D, así como los anillos GG que forman los polos terminales. El polo central del rotor forma con el núcleo un conjunto macizo, mientras que los polos terminales aparecen como anillos independientes pero rígidos. Esta disposición, aunque no es indispensable bajo el punto de vista eléctrico, ofrece a menudo ventajas mecánicas, pues permite construir dichos polos con piezas laminadas. Los anillos D y los anillos G están mantenidos fuertemente en su puesto por medio de pernos que atraviesan el rotor de una extremidad a la otra, pero sin tener contacto directo con él por hallarse encerrados en tubos de mica como los conductores del devanado. Los anillos, por su parte, están separados uno de otro por arandelas de mica, siendo esta sustancia el único material aislante empleado en la construcción del rotor. La resistencia de esta parte de la máquina, en su periferia, es considerable, y la construcción del generador, en su conjunto, parece ofrecer, bajo el punto de vista mecánico, las mayores garantías.

El marco M consiste en tres piezas de fundición, la una de mayor dimensión comprendiendo el polo central y los yugos, y otras dos, más pequeñas, que forman los polos terminales. Este marco va provisto de conductores fijos que conectan los conductores del devanado en serie. Los anillos D presentan unas ranuras en las cuales encajan las escobillas (fig. 2); éstas consisten en un núcleo flexible de cobre y están mantenidas en debida posición alrededor del anillo por los muelles BB, cuya tensión se regula por medio del tor-

na desarrolla 50 kv. a 100 voltios, con 500 amperios y 3.500 vueltas por minuto.

Longitud total entre cojinetes.	740 m/m
Altura del marco	710
Ancho del mismo.	700
Diámetro del rotor.	360
Velocidad, medida en la superficie del rotor.	12,800 v. p. m.
Amperios de campo	5
Número de conductores.	12
Ancho de los anillos colectores.	12,5 m/m
Longitud del polo central, según su eje.	150
Longitud de cada polo terminal.	87,5

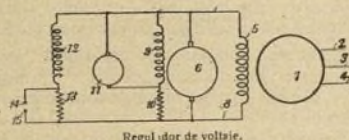
Regulador de voltaje

Este dispositivo tiene por objeto la regulación del voltaje de los circuitos eléctricos mediante variaciones determinadas directamente o indirectamente en la excitación del generador principal que alimenta el circuito. No es del todo nueva la idea de introducir en los circuitos alimentados por generadores provistos de excitación una máquina dinamo eléctrica auxiliar puesta en serie con el imán de campo del excitador, correspondiendo a las variaciones del voltaje en el circuito modificaciones de la excitación de dicha máquina auxiliar.

El autor se ha propuesto utilizar para la regulación del voltaje una máquina auxiliar de construcción ordinaria y de dimensiones relativamente pequeñas, cuya excitación puede ser modificada por medio de un regulador de voltaje de tipo corriente. La disposición de la instalación es la que aparece en el esquema adjunto. Un alternador trifásico (1) está conectado con el circuito principal (2, 3 y 4) y provisto de un devanado de campo (5) alimentado con corriente continua por un excitador (6) mediante los conductores (7 y 8), hallándose el devanado de campo (9) del excitador (6) conectado en serie con un reostato de regulación (10) por medio de los mismos conductores (7 y 8).

El devanado de campo (9) del excitador (6) se halla conectado con la armadura de una máquina auxiliar (11), la cual puede ser accionada por un motor eléctrico o mediante energía transmitida desde el eje del generador principal (1) o desde el excitador (6). Esta máquina auxiliar puede ser de construcción corriente y de dimensión mucho menor que el excitador; su devanado de campo (12) está conectado, mediante los conductores del excitador (7 y 8) en serie con un reostato de regulación (13) que puede ser alternativamente introducido en el circuito del devanado de campo (12) o separado de él por medio de cualquier tipo de regulador automático de voltaje (no figurado en el esquema) dispuesto para abrir o cerrar el circuito (14 y 15) que forma shunt con el reostato (13) según lo requieran las variaciones de voltaje que se produzcan en el circuito principal (2, 3 y 4).

Las relaciones existentes entre las varias máquinas, conectadas en la forma antes descrita, son las siguientes:



tes: Una fuerza electromotriz es desarrollada en la armadura de la máquina auxiliar (11) por ser ésta puesta en movimiento en el campo magnético formado por el devanado de campo (12) y esta fuerza electromotriz es transmitida al circuito del devanado de campo (9) del excitador (6). Con esta disposición, si el voltaje existente en la armadura de la máquina auxiliar (11) se eleva más que el del devanado de campo (9), la máquina auxiliar funcionará como generador suministrando una corriente adicional al devanado de campo (9) del excitador (6), con lo cual se eleva el voltaje de la armadura del excitador y, por consiguiente, el del generador principal. Si, al contrario, el voltaje existente en la armadura de la máquina auxiliar (11) disminuye hasta quedar inferior al del devanado de campo (9), esta máquina será accionada como motor por el excitador (6) reduciéndose la corriente que atraviesa el devanado de campo (9) y, por consiguiente, el voltaje existente en la armadura del excitador y en el generador principal.

S. ANDREU, Ingeniero.

Química industrial

Las piedras finas artificiales y su fabricación

Los químicos obtienen un gran número de combinaciones bajo forma cristalina disolviendo en un líquido apropiado los elementos de aquéllas y sometiendo el conjunto a la evaporación espontánea. Monsieur Ebelmen ha tenido la feliz idea de aplicar el mismo principio a los disolventes líquidos a la temperatura del rojo y a los que se volatilizan a las altas temperaturas de nuestros hornos, como el bórico, borax, ciertos fosfatos etc. Fundado en los principios científicos expuestos, se ha conseguido obtener artificialmente un

cierto número de minerales, los unos análogos a ciertas piedras naturales; y los otros, de un alto interés científico.

Los nuevos procedimientos de cristalización por vía seca le han permitido resolver un cierto número de cuestiones científicas y parecen susceptibles de verdaderas aplicaciones industriales.

Ebelmen afirma la posibilidad de fabricar industrialmente cierto número de piedras finas tales como el rubí, corindón y otras empleadas en joyería. La muerte de este ilustre sabio no le ha permitido obtener de su nuevo método las aplicaciones industriales que su ingenio había concebido.

En los primeros ensayos Ebelmen colocó en hornos de porcelana de Sevres las materias sobre las que deseaba operar, contenidas en cápsulas de platino. Las mezclas no se expusieron de momento a las altas temperaturas de volatilización del borax y otras sales empleadas en dichas operaciones sino durante algunas horas y operando sobre pequeñas cantidades de materia; más adelante, se sustituyeron estos hornos por muflas de pasta cerámica, que permitían, a temperaturas menos elevadas que las de los hornos de porcelana, sostener la temperatura durante muchos días; ello permite operar sobre cantidades suficientes de materia y obtener cristales de 0'004 o de 0'005 y 0'010 de lado.

A continuación exponemos algunas de las mezclas empleadas por Ebelmen para obtener cierto número de minerales cristalizados.

Uno de los primeros minerales obtenidos por este químico fué el rubí espinela el cual lo consiguió mezclando 30 partes de magnesia, 25 de alúmina, 4 de clorato potásico y 35 de ácido bórico. Una mezcla de 500 gramos de estas materias, expuesta durante ocho días en una mufla, dió cristales de rubí que tenían 5 milímetros de lado.

Reemplazando la magnesia por el óxido de cinc se obtiene la *ganita* en cristales definidos que rayan el cuarzo.

Operando sobre:

Alúmina.	25 gr.
Oxido de cinc.	30 »
Acido bórico fundido.	35 »
Bicromato de potasa.	1 »

Se obtiene al cabo de cinco días cristales de 3 milímetros de lado, que se separan fácilmente de los boratos en exceso por una digestión en ácido clorhídrico.

También se han obtenido cristales de 6 milímetros de lado perfectamente transparentes y que rayan el topacio, exponiendo en una mufla una mezcla de:

Alúmina.	12 gr.
Glucina.	3'5 »
Carbonato de cal.	10'0 »
Acido bórico fundido.	14'0 »

La cal tiene por objeto formar un borato fusible que forma una clase de *agua madre* favorable al desarrollo de cristales.

El *peridoto* o silicato de magnesia se obtiene en cristales definidos calentando durante largo tiempo la siguiente mezcla:

Sílice.	4'50
Magnesia.	6'15
Acido bórico.	6'00

Para aislar los cristales de su ganga se hace digerir en frío la masa en clorhídrico diluido.

Se obtiene igualmente la alúmina cristalizada transparente calentando 4 partes de borax por una de alúmina o bien 10 de alúmina, 4 de sílice y 16 de borax. Los cristales así obtenidos tienen la misma densidad y dureza que el *corindón*.

La sal de fósforo puede en algunas circunstancias reemplazar el ácido bórico. Se pueden, por ejemplo, obtener cristales de óxido de titanio mezclando una parte de este óxido con 4 partes de sal de fósforo y sometiendo la mezcla durante varios días a la temperatura de la mufla.

Los carbonatos de potasa y sosa son siempre muy volátiles a una temperatura ligeramente superior a la de su punto de fusión, pudiendo al mismo tiempo disolver gran número de óxidos metálicos. Esta propiedad ha sido igualmente utilizada por Ebelmen para reproducir el *peridoto magnésico* el *titanato de cal*, el *titanio-rutilo* y la *glucina* cristalizada.

Tras estas importantes investigaciones descubrió Ebelmen que operando por vía seca para producir reacciones análogas a las dobles descomposiciones por vía húmeda, se obtiene la *periklasa* y la *perowskita*.

Estas aplicaciones industriales con todo y ser muy importantes, no pueden considerarse más que como un punto de partida para una nueva experimentación.

No terminaremos este artículo sin dar a conocer los últimos trabajos de Ebelmen, sobre esta materia, según los cuales por la descomposición lenta del éter silícico, pueden obtenerse por descomposición lenta dos variedades de cuarzo, la *hialita* y la *hidrofana*, descubrimiento que por sí solo constituye el mayor timbre de gloria de este sabio químico dedicado a tan hermosa y notable labor de investigación.

Enología

La filtración de los vinos ⁽¹⁾

Encolado.—Los filtros de pasta de celulosa o con bujías de porcelana, pueden filtrar y retener todas las sustancias en suspensión sin formación de depósitos sobre las paredes filtrantes.

Los tejidos empleados para la filtración, se hallan insuficientemente cerrados, dejando sus intersticios atravesar fácilmente, con el vino, sus impurezas; no obstante, al cabo de algún tiempo, aclara el líquido, cuando los depósitos formados hacen los canales de paso más estrechos, depurando, llegado este caso, la filtración. La formación de estos depósitos viene a constituir un encolado natural. Si se quiere filtrar un vino claro para hacerle cristalino, será necesario pasar una enorme cantidad de líquido antes de conseguirlo; aunque puede obtenerse un resultado rápido, introduciendo en los primeros barriles que se filtran, albúminas, las cuales depositándose sobre las paredes, reemplazan el encolado natural.

Los primeros hectólitos de vino destinados al encolado de las paredes, se repasan y de este modo, disminuye la cantidad de vino necesaria para obtener un resultado rápido. Para evitar que las materias adicionadas al vino no den depósitos ulteriores, se pueden emplear ciertas sustancias inertes: como la celulosa, fibra de amianto, etc.; todas estas sustancias disueltas en el primer hectólito de vino. Se recomienda antes de empezar la filtración, encolar uno o dos días antes unos dos hectólitos de vino, según la capacidad del filtro, con albúminas de precipitación muy rápida como la caseína y la fibrina en polvo.

Rendimiento y pérdida de carga.—La dificultad que experimenta el vino para atravesar su propio depósito aplicado sobre las paredes del filtro, se manifiesta por una pérdida en la presión del líquido. Si el líquido entra en el filtro procedente de un depósito elevado, con una presión de 4 metros, sale generalmente con la presión de 2. La diferencia constituye la *pérdida de carga*. Esta pérdida de carga, casi nula al principio, aumenta considerablemente a medida que el filtro se obstruye.

Filtración bajo presión.—Es conveniente que el vino entre en el filtro con cierta presión. Al principio, cuando la pérdida de carga es casi nula, 1 o 2 metros son suficientes.

Las presiones elevadas tienen el inconveniente de obstruir rápidamente el filtro evitando la filtración.

Si se dispone de tres o cuatro metros de presión, es recomendable graduar ésta con una llave a la entrada del aparato, de modo que la presión aumente en razón directa de la obstrucción del filtro.

Alimentación del filtro.—**Por depósito.**—Para asegurar esta presión, los grandes depósitos se colocan en un piso debajo del cual se encuentra el filtro, o bien el vino se envía a los depósitos colocados 3 o 4 metros sobre el local donde existan los aparatos de filtración.

No obstante de la pérdida de carga, el vino, a la salida del filtro, tiene una presión de 2 a 3 metros que es la suficiente para llenar los toneles destinados a la venta, sin el recurso de las bombas.

Por este procedimiento, la presión del vino sobre el filtro no aumenta cuando la llave de entrada se abre completamente, porque la pérdida de carga aumenta constantemente y el rendimiento del filtro disminuye.

De este modo un filtro que dé en la primera hora 30 hectólitos, dará, apenas 10, al cabo de seis horas de marcha: debiendo en este caso, limpiar el filtro y prepararle, lo cual reduce considerablemente el rendimiento diario del aparato.

2.º Por bombas.—En el procedimiento anterior, el depósito de alimentación del filtro puede llenarse por medio de una bomba. Para simplificar la operación se ha pensado en alimentar directamente el filtro por medio de esta bomba. Desgraciadamente, las variaciones de presión inherentes a este sistema de alimentación, han causado graves perjuicios; pues estas variaciones de presión se traducen en desprendimientos parciales de los depósitos que se forman en las paredes de los filtros, lo cual impide el encolado natural definitivo. Por esta causa, las bombas de pistón y centrifugas, han sido abandonadas. Se ha recurrido también a las bombas de dos y cuatro cilindros conjugados, pues las unas vierten el líquido mientras las otras aspiran; éstas tienen un rendimiento más constante. El tubo conductor

(1) Véase página 53 del número anterior.

lleva una válvula de seguridad que se levanta cuando la presión es muy fuerte, dejando salir cierta cantidad de líquido para disminuir la presión.

Estas bombas tienen el inconveniente de agitar el líquido pudiendo alterar su calidad; aparte de esto, hay un gasto de fuerza motriz absolutamente inútil.

Las bombas, en general, permiten un aumento de presión, a medida que la pérdida de carga aumenta, por una gran velocidad en la marcha.

La filtración forzada no resulta nunca ventajosa, salvo en el caso en que se dispone de una bomba de reguladores que dé una presión continua. Con estos sistemas el filtro regula y la bomba obedece, tomando en cada momento el líquido suficiente y necesario para que la presión permanezca constante. Con una instalación de filtración bajo presión, el rendimiento es cuádruple y el filtro exige desmontarle menor número de veces para su limpieza. Por el procedimiento indicado la filtración puede permitir utilizar grandes presiones.

Filtros.—Los aparatos empleados para la filtración se dividen, según las sustancias filtrantes en: *filtros de tejido, de celulosa y de materia mineral.*

Filtros de tejido.—Estos filtros han sido los primeramente empleados, pudiendo establecer dos clases: los que filtran al aire libre y los que efectúan análoga operación al abrigo del aire.

Aparatos que filtran al aire libre.—El más antiguo de todos ellos es el filtro de manga, que generalmente es cónica, de tejido de tela, franela, piel o fieltro, que se encola con papel de filtro o papel *Joseph*.

Estas mangas colgantes se suspenden debajo de los recipientes que contienen el vino, constituyendo numerosos filtros; según la disposición de estos filtros, reciben diferentes nombres. Todos estos aparatos tienen el inconveniente de filtrar en contacto del aire.

Aparatos que filtran al abrigo del aire.—En ellos las mangas de filtración son de forma variable, más o menos ingeniosas y contenidas en recipientes herméticamente cerrados, como en los filtros *Divez*, *Caizergues*, *Gasquet*, *Philippe*, etc., etc.

Estas mangas se separan las unas de las otras, para que no se establezca contacto entre ellas, y se las mantienen unidas y separadas por medio de marcos de paja o bambú, como en el filtro *Caizergues*.

Estos aparatos soportan más la presión, porque las bolsas se deforman bajo las irregularidades de ésta. A consecuencia de estas deformaciones, el encolado se desprende y la filtración es irregular.

Filtros-prensa.—En estos filtros el tejido filtrante se extiende sobre cuadros metálicos o de madera. Sobre estas superficies rígidas, el encolado es más regular y no tiende a desprenderse. Estos filtros son análogos a los utilizados en la industria del azúcar. Como ejemplo de estos aparatos, describiremos el filtro construido por *Simonet*.

Este filtro se compone de una serie de elementos idénticos; bastará, pues, describir uno de ellos. Cada elemento está formado de un cuadro exterior y de una placa acanalada interiormente. Cada uno de los marcos se halla cubierto por un cuadro de tejido. Los marcos se colocan los unos al lado de los otros sobre dos barras metálicas. El líquido turbio que se lleva por una canalización central llena el espacio comprendido

entre los tejidos, hace presión sobre éstos y los atraviesa, circulando a lo largo de las canales que se hallan en comunicación con otra canalización dispuesta en el espesor del marco, para ver si la filtración efectuada por cada elemento es perfecta. Como complemento, se colocan unas llaves debajo de cada platillo lo que permite comprobar si el trabajo es o no defectuoso.

Preparación del tejido filtrante.—Todos los tejidos filtrantes, dan al vino, sobre todo cuando son nuevos un gusto de tela desagradable y característico. Es indispensable limpiar a fondo estas láminas de tejido, para eliminar los depósitos de vino que las impregnan, después de haber servido.

Estos depósitos se alteran rápidamente, al aire, se pudren y son generalmente la causa del mal gusto que se comprueba después de su empleo.

Las telas que van colocadas en los marcos o soportes de los elementos del filtro, se lavan intensamente con agua fría para separar los depósitos intensos, y después con agua hirviendo, hasta que las aguas resulten absolutamente claras. Por último, se las sumerge en el agua sulfatada, preparada con sulfuroso anhídrido a razón de 0'1 gr. por litro, se les deseca al aire y se vuelven a colocar una vez se hallen completamente secas.

Es práctica recomendable, antes de utilizar estas telas para la filtración, efectuar dos lavajes, uno en agua fría y otro en agua caliente conteniendo depósitos de cremor tártaro puro.

Para obtener una perfecta transparencia, exigen los vinos encolados disolver en ellos, gelatinas, carbonos o negros que se reprecipitan inmediatamente; estos precipitantes tienen el inconveniente de retener la materia colorante y absorber el bouquet fugaz de los vinos finos, mas esta dificultad puede evitarse con el empleo de la sílice gelatinosa.

Filtros de celulosa.—Los filtros de celulosa emplean bien hojas de papel, o pasta de celulosa. En Alemania se utilizan los filtros de pasta de celulosa para la filtración de las cervezas. Todos estos aparatos se hallan constituidos por dos departamentos separados por la materia filtrante sostenida por una tela metálica. El vino llega turbio a uno de estos departamentos, atraviesa la celulosa y se reúne en la cámara del vino clarificado donde se recoge.

Se puede, sobre un chasis idéntico al de los filtros de tejido, asociar tantos elementos como se desean. La conducción del líquido turbio se efectúa por un conducto que penetra por la pared de cada batería. La eliminación del líquido clarificado se realiza por un conducto análogo.

Los filtros *Capillary* son cajas circulares apiladas verticalmente y cerradas en un cuerpo de prensa; aumentando o disminuyendo el espesor de las hojas de papel, la filtración es más o menos enérgica. El rendimiento del aparato es proporcional al número de discos filtrantes puestos en juego.

El filtro *Enzinger* reemplaza los discos de papel por cuadros de un espesor de 3 o 4 centímetros que contienen pasta de celulosa y que se comprimen fuertemente por una prensa especial.

Cada disco de celulosa está sujeto por otros dos cuadros que sostienen la celulosa comprimida.

El filtro *Rojat*, se compone de un cilindro metálico

al cual llega el vino por una llave. Un disco lenticular perforado, distribuye el vino uniformemente en el interior de un cilindro de tela metálica: entre éste y otro exterior, adosado a las paredes interiores, se halla la pasta de celulosa que el vino se ve obligado a atravesar clarificándose en su transcurso.

Pastas de celulosa.—La pasta de celulosa se expende, por lo general, seca y comprimida bajo la forma de pastillas; éstas se dividen en pequeños fragmentos que echados en agua templada y malaxados fuertemente, dan lugar a una pasta homogénea, en suspensión en el agua, que tiende a caer rápidamente al fondo de los recipientes donde se prepara.

La celulosa debe echarse en los cuadros muy diluida para asegurar una distribución homogénea. La pasta, una vez utilizada, puede lavarse y volverse a usar reemplazando las pérdidas por lavaje.

La celulosa se presenta bajo dos estados y con cualidades muy diferentes. Se le emplea pura, aunque más bien se mezcla con amianto. Las proporciones relativas de ambas sustancias varían con los vinos y se determinan experimentalmente.

Los amiantos más finos y los más largos son en general, preferibles a los de *mechas cortas*.

Los filtros de celulosa no exigen encolado previo y pueden dar un brillo notable y persistente. Su empleo para filtrar líquidos, como la cerveza, es de gran valor.

Filtros de materia mineral.—El empleo de las bujías filtrantes recomendadas por Pasteur e inventadas por Chamberland, no ha dado en enología los resultados que se esperaban. Estas bujías no aseguran una esterilización perfecta más que con rendimientos insuficientes. Por otra parte, ciertas sustancias del vino son retenidas parcialmente, y otras se alteran profundamente, por su paso a través de las paredes porosas. Es en efecto tan poderosa la acción de la porosidad que una simple filtración hace disminuir la proporción de tanino de un vino, de 0'7 a 0'5%, por ejemplo, lo que corresponde a una destrucción de 20° de tanino por hectólitro.

Esta alteración se manifiesta por un depósito abundante y coloreado al cabo de algunos días de filtración. Estos depósitos dejan el vino perfectamente transparente.

Se construyen modernamente filtros de bujía de amianto. El filtro Monthoy se compone de una caja metálica provista interiormente de bujías de porcelana de amianto. El vino atraviesa las bujías en corriente del exterior al interior. El rendimiento es pequeño y relativo al número de bujías.

Desde hace algunos años se disminuye la acción física de las bujías sobre el vino encolando éste 48 horas antes de la filtración y sulfitando a razón de 1'5 gramos por hectólitro de sulfuroso puro.

La materia filtrante empleada por la Sociedad de filtros Pasteurizantes, es una pasta de celulosa mezclada con polvo de infusorios.

Esta pasta se coloca en discos que se apilan separándoles unos de otros por rejillas de cobre plateado. El líquido penetra por un conducto central, atraviesa normalmente las placas en toda su superficie y sale por la periferia. El conjunto se halla cubierto por un recipiente cerrado herméticamente.

El referido estudio, deducido de la práctica indus-

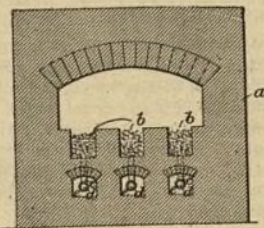
trial de dichos procedimientos, es interesantísimo, pues permite obtener la brillantez y bouquet que facilita la consecución de tipos de vinos siempre remuneradores, y abren el mercado a las marcas cuya manipulación fué regulada por las prácticas expuestas.

DR. N. OLIVÁN.

Inventos modernos

Hornos de combustión superficial

Esta invención tiene por objeto el aprovechamiento, como medio de calefacción para los hornos de fundición, del fenómeno llamado combustión superficial, consistente en la combustión de una mezcla de un cuerpo gaseoso, líquido, o semi-líquido con un oxidante, aire atmosférico por ejemplo, en contacto con un material incandescente que sea suficientemente permeable para aquella mezcla. Los inventores del horno que representa el adjunto esquema se han propuesto utilizar este procedimiento, aplicable así en hornos del tipo de



reflector, como en hornos de hogar abierto, para la fundición y temple de metales, especialmente para la fabricación de placas de blindaje.

El gas combustible es introducido en el horno por los tubos *d*, dispuestos en las galerías *e*, debajo de la solera del horno y comunicando con las zanjas *b*, paralelas entre sí y llenas de un material refractario en estado granulado. La combustión se produce en cada una de estas zanjas, dentro de la masa de material refractario o en su superficie, y el calor resultante de ella, absorbido por las paredes del horno, obra luego principalmente por radiación.

El aire, que con el gas introducido por las tuberías *d* debe formar la mezcla combustible, pasa por las galerías *e*; esta disposición tiene la doble ventaja de que el aire llega ya caliente al punto donde se verifica la combustión y, al mismo tiempo, enfría la parte inferior del macizo *a* del horno. En caso de ser necesario el enfriamiento de los tubos *c*, puede realizarse por circulación de agua.

El material que ha de fundirse se coloca sobre la solera del horno, pero dejando un pequeño intervalo entre él y la superficie de radiación de las capas de combustión, lo que puede realizarse procurando que dicha superficie se halle a un nivel algo más bajo que el de la solera, como puede verse en el esquema.

Las capas de material refractario, en vez de estar co-

locadas en zanjas abiertas en la solera del horno, pueden disponerse sobre carros montados sobre railes.

Vibraciones producidas por las máquinas y medios de impedir su transmisión a las edificaciones

La supresión de las vibraciones engendradas por las máquinas es un problema muy difícil cuya resolución no siempre aparece clara. El problema se complica cuando son varias las máquinas existentes en un mismo edificio y cuando sus velocidades llegan al sincronismo. Pueden producirse a la sazón vibraciones muy fuertes y también peligrosas, en especial si la velocidad de las máquinas es relativamente débil.

Aislar las máquinas para evitar vibraciones verticales es más difícil que para neutralizar las vibraciones horizontales. En este último caso basta por lo regular dejar un espacio libre alrededor del macizo de los cimientos, sobre todas sus paredes verticales, para obtener un buen resultado. La amplitud original de las vibraciones, como su dirección, sufren por otra parte modificaciones importantes a medida que se propagan, y se amortiguan por lo general con rapidez, pero no siempre sucede así.

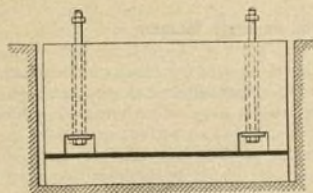


Fig. 1.—Dispositivo de aislamiento de los cimientos de una máquina.

Cuando se obtiene el aislamiento disponiendo un espacio libre alrededor del macizo, es necesario que este espacio libre quede completamente vacío. Se acostumbra, en efecto, a llenar este espacio de arena o aserrín, lo que produce un contacto entre el macizo que se pretende aislar y el terreno de su alrededor, toda vez que la arena o el aserrín se aglomeran y forman un cuerpo homogéneo.

Cuando no se puede dejar este espacio libre, o bien para evitar las vibraciones verticales, débese emplear materias aislantes, empléase, por ejemplo, el caucho. En el sistema Prache, la máquina que ha de aislarse se instala sobre un macizo de mampostería enteramente independiente del piso, que descansa sobre cierto número de bloques de caucho, los que a su vez reposan sobre los cimientos propiamente dichos. Este sistema ha dado excelentes resultados especialmente para atenuar las vibraciones de grupos turbo-generadores y de máquinas tipográficas.

El fieltro se ha recomendado muchas veces como aislante, pero los fieltros ordinarios no dan buenos resultados. Se ha empleado hojas de fieltro dispuestas a una y otra parte de una capa de caucho. En todos los casos las materias aislantes han de ser impermeables al agua. Es una buena disposición la representada en la

figura 1, en la que la línea más negra representa una hoja de caucho.

El corcho se ha empleado también con éxito muchas veces. Las planchas de corcho pueden formarse de di-

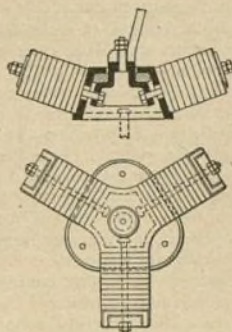


Fig. 2.—Aislamiento de una máquina por medio de elementos elásticos.

versos modos. Púedese aglomerar aserrín de corcho con la ayuda de un adhesivo cualquiera o aglomerándolo simplemente con la presión. Actualmente empléase mejor planchas obtenidas con el ensamble de trozos de corcho cortados regularmente.

Finalmente, púedese emplear para el aislamiento resortes, cojines elásticos, etc. La figura 2 muestra un ejemplo de este sistema de aislamiento. Véase que uno de los pies o bien una parte del cuerpo de la máquina que ha de aislarse fijase a una pieza interna de un zueco de forma especial. Esta parte interna está suspendida en el centro del zueco por tres varillas con resortes o grupos de arandelas elásticas. Además, una arandela de materia aislante, de caucho por ejemplo, separa la parte interna del zueco, amortiguando las vibraciones verticales.

Regulador para hornos eléctricos

La mayor parte de los reguladores para hornos de arco, fundados en la aplicación de una corriente auxiliar para levantar o bajar los electrodos, adolecen del

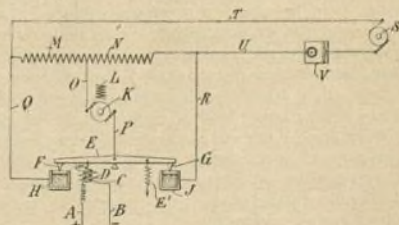


Fig. 1.—Conexiones eléctricas del regulador.

defecto de que el regulador no puede ser parado exactamente en la posición más adecuada. En efecto, una vez iniciado en una dirección el movimiento de las piezas del aparato, se continúa éste demasiado lejos, en

virtud de la velocidad adquirida, hasta que venga contrarrestado por un movimiento de regulación en sentido contrario; resulta de ello un continuo vaivén del regulador a un lado y otro del punto de perfecta regulación. Para vencer esta dificultad es preciso que la regulación se efectúe gradualmente y ello puede conseguirse mediante la adición, en el circuito auxiliar, de una pieza que permita cortar dicho circuito durante un período de tiempo suficiente para que las nuevas posiciones del horno, correspondientes a cada etapa de la regulación, reaccionen a su vez sobre el aparato regulador. Esta condición se halla realizada en el regulador inventado por el Dr. Héroult, de La Prar (Francia), cuyos detalles aparecen en los esquemas 1 y 2.

La primera de dichas ilustraciones indica la disposición de las conexiones eléctricas. Los hilos A y B son los que forman el circuito del horno; la espiral móvil, C, está en relación mecánicamente con la palanca E, cuyas extremidades F y G pueden sumergirse alternativamente en el mercurio contenido en los recipientes H y J. K representa el motor que acciona las piezas móviles del regulador; M y N son las dos partes del reostato del devanado de dicho motor. La corriente en-

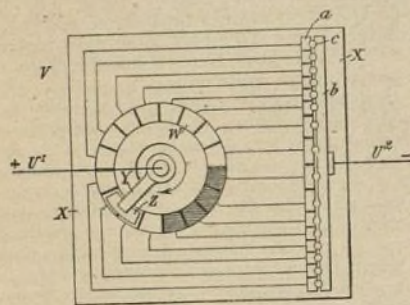


Fig. 2.—Detalle del regulador.

gendradora en S pasa por M o N según la posición en que se encuentra la palanca E. Hasta aquí, este mecanismo no difiere del de los reguladores ya conocidos, pero lo que en el regulador Héroult constituye verdaderamente una novedad, es el aparato V (fig. 1) cuyos detalles están figurados en el esquema figura 2. Las partes esenciales de este aparato son un anillo de cobre W, compuesto de segmentos aislados uno de otro e instalado sobre una placa aislante X; una escobilla Z montada en la extremidad de un brazo giratorio Y de modo a poder recorrer toda la circunferencia del anillo W. El brazo Y está conectado directamente con uno de los lados U', del circuito; los segmentos del anillo están conectados individualmente con el otro lado, U'', del circuito mediante bloques de contacto, a, clavijas móviles, c, y un colector b.

Pudiendo modificarse a voluntad la velocidad de rotación del brazo Y accionado por el pequeño motor Z (fig. 3), y aumentarse o reducirse el número de segmentos conectados con el circuito, este sistema ofrece las mayores facilidades para la regulación del horno. El esquema figura 3 muestra la disposición general del

regulador, en relación con el horno, omisión hecha de las líneas auxiliares.

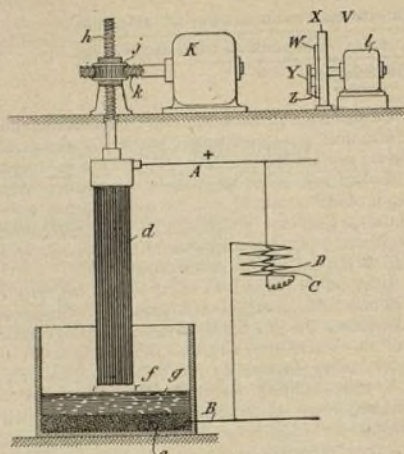
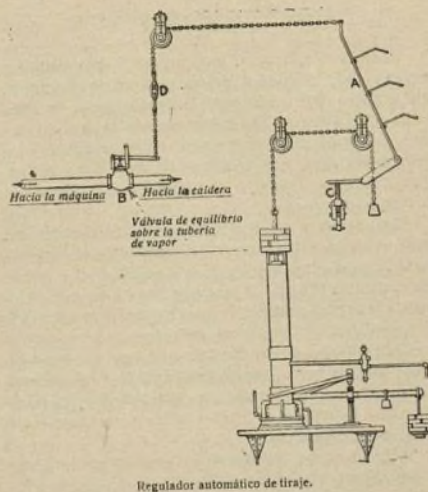


Fig. 3.—Esquema de la disposición general del horno y del regulador.

Regulador de tiraje forzado

El adjunto esquema representa un mecanismo sencillo que ha dado excelentes resultados para regular, automáticamente, el tiraje de los hornos de calderas. La misma presión del vapor acciona un registro que regula la velocidad del ventilador mediante una válvula dispuesta sobre la tubería de suministro de vapor al motor de aquél.



Este mecanismo funciona del siguiente modo: Al descender la presión del vapor por bajo de un límite determinado, el registro del regulador empieza a mo-

verse, haciendo girar por medio de una cadena y una palanca la varilla A, de la cual dependen todos los registros. Al mismo tiempo, y obedeciendo a este movimiento, se abre la válvula de equilibrio B, sobre la tubería de alimentación de la máquina, acelerándose en consecuencia la marcha del ventilador.

En cambio, cuando el vapor alcanza la presión máxima para la cual el regulador está dispuesto, la operación descrita se reproduce en sentido inverso, cerrándose casi completamente el registro y quedando muy reducido, por el cierre parcial de la válvula, el suministro de vapor a la máquina que acciona el regulador.

El ángulo límite de cierre de la válvula se fija mediante el tensor D, de modo que pueda pasar por dicha válvula, cuando menos, una cantidad de vapor suficiente para que el motor del ventilador no quede completamente parado. Como que el movimiento del ventilador es lento, el registro debe quedar siempre parcialmente abierto para que los gases hallen libre paso hacia la chimenea; la abertura del registro es regulada mediante el tornillo C.

El funcionamiento de este regulador automático es muy seguro, no exigiendo apenas vigilancia.

Detector de telegrafía sin hilos

Un detector de ondas, de cristal, es el en que los cristales hallanse dispuestos de tal suerte que la onda, llegando de la antena 12, pasa de la aguja 4 al cristal 9 y del cristal 9 a la aguja 4' yendo de allí a tierra por 10. El teléfono receptor comunica por la extremidad 15. La pírta de hierro u otro compuesto cristalino y la

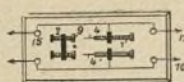


Fig. 1.



Fig. 2.

aguja de acero, cobre o platino, o bien cualquier metal, se fijan en los tornillos 1 y 7. La aguja 4 puede también montarse en una esfera como lo indica la figura 2.

Dispositivo que permite hacer variar a voluntad y de un modo instantáneo la potencia luminica de una instalación de alumbrado eléctrico

Este dispositivo tiene una aplicación industrial particularmente interesante en el caso de las instalaciones hechas en los vehículos automóviles, ya sea para iluminar el camino, ya sea para el alumbrado del interior de los coches.

La figura 1 es un esquema que muestra el conjunto de una instalación de alumbrado eléctrico provisto del dispositivo objeto de las presentes líneas. La figura 2 una vista del detalle de uno de los modos en que puede establecerse el gobierno de este dispositivo. Refiriéndonos a la figura 1, se ve que en el esquema corres-

pondiente, S designa el manantial de electricidad destinado a la alimentación del o de los aparatos de alumbrado E, utilizados en la instalación considerada.

Uno de los bornes del manantial S hallase en comunicación, por el intermedio de un conductor apropiado c^1 , y de los dos brazos d^1 y e^1 que de él salen, a dos contactos b^1 y a^1 , a donde terminan, respectivamente, cada uno de los brazos antes indicados. Estos dos contactos únense con otros dos b^2 y a^2 , y el conjunto es gobernado por un conmutador especial C que más adelante se describirá. El contacto a^2 es puesto en contacto directamente por un conductor e^2 a uno de los bornes del circuito de alumbrado, mientras que el contacto b^2 está en contacto con este mismo borne por medio de un conductor d^2 y de una resistencia de valor conveniente R.

El segundo borne del manantial S hallase directa-

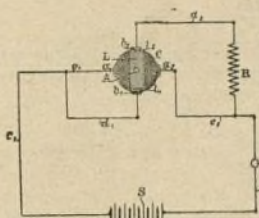


Fig. 1.

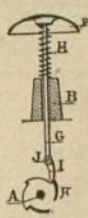


Fig. 2.

mente conectado con el otro borne del circuito de alumbrado por medio de un conductor apropiado c^2 .

El conmutador C está establecido del siguiente modo en el ejemplo representado en la figura 1.

El cuerpo de este conmutador propiamente dicho es de una materia aisladora montado de modo que pueda girar, de un modo intermitente y de un ángulo determinado, alrededor de un eje A, bajo la acción de un mecanismo de gobierno del que más adelante trataremos. Siguiendo una de las plantas diametrales del conmutador C, se halla, hundida en la masa aislante que constituye el cuerpo de este último, una hoja o varilla metálica conductora L, cuyas extremidades finalizan con unas orejas l^1 , l^2 , también conductoras, dispuestas de modo que reúnen dos a dos ora los contactos a^1 , a^2 , ora los contactos b^1 , b^2 , según la posición que ocupe la hoja L.

Establecido de esta suerte, se comprende fácilmente que si el conmutador C reúne los dos contactos a^1 , a^2 , la corriente del manantial S alimenta directamente la instalación de alumbrado cuya potencia llega a la sazón al máximo; si, por el contrario, el conmutador C reúne los dos contactos b^1 , b^2 , la resistencia R hallase intercalada en serie en el circuito de alimentación de los aparatos de utilización y la potencia de la instalación de alumbrado se halla disminuida de una manera proporcional al valor de la resistencia R.

Puédese, pues, de este modo, hacer variar a voluntad y de un modo inmediato, la potencia luminica, obrando sobre el conmutador C, haciéndolo girar alrededor del eje A.

En la figura 2 se representa el manejo de este conmutador.

El árbol A del conmutador C posee una rueda de uñas K sobre la cual obra la pieza resorte I, articulada en J sobre una varilla G, convenientemente guiada en una parte apropiada del chasis B del coche. Esta varilla hállase sometida a la acción de un resorte espiral H y de un pedal F o bien de otro órgano equivalente, de modo que a cada impulsión comunicada a dicho órgano por el conductor del coche, la rueda K, y de consiguiente el eje A, lo mismo que el conmutador C, que sostiene, den un cuarto de vuelta.

Procedimientos industriales

Pátinas para bronce de arte y objetos galvánicos

Obtiénese una hermosa pátina parda, de un verde oscuro en los huecos, dando al objeto diversas y repetidas capas con la solución siguiente:

Agua	1 litro
Sulfato de cobre	40 gramos
Cloruro de amonio	10 —
Sal de acederas	20 —

Extiéndese uniformemente esta solución sobre el el objeto que ha de tratarse, déjase secar en la estufa durante una hora, dáse una nueva capa, y así sucesivamente hasta alcanzar la tonalidad deseada; frotando con cera disuelta en esencia de trementina, rebájase la coloración de los salientes del objeto, mientras que las partes buenas aparecen de color verde oscuro. Con el cepillo de pulimentar complétase el efecto artístico de la coloración.

Para producir una coloración azul negra con pátina verde-amarilla, procédese del modo siguiente: El objeto primeramente se cobrea por electrolisis, sécase en el aserrín de madera, y luego se aplica con un pincel blanco, la mezcla siguiente:

Agua	1 litro
Sal marina	17 gramos
Acido butírico	20 —
Sulfito de sosa	5 —
Sosa cáustica	7 —

Estos ingredientes deben ser perfectamente disueltos en frío.

Seca la primera capa aplícase la segunda, con el pincel. La solución es la siguiente:

Agua	1 litro
Nitrato de cobre	10 gramos
Cloruro férrico	15 —
Sulfato de cinc	30 —
Sublimado corrosivo	10 —
Cloruro de potasio	31 —

Estos ingredientes deben disolverse y ser aplicados igualmente en frío.

Déjase secar ligeramente y luego agítase el objeto operado en el agua hirviendo. Terminase por el tratamiento con la solución de cera.

Puédese igualmente comenzar por tratar el objeto cobreado por medio de una solución de 50 gramos de

flor de azufre y de un cuarto de litro de amoníaco en cinco litros de agua. Sécase el objeto que se opera y luego se le somete a la acción de la solución butírica y de la que antes hemos detallado.

Para obtener una coloración pardo oscura, con pátina verde, empléase, en vez de la segunda solución, la siguiente:

Agua	1 litro.
Amoníaco	17 gramos
Sal amoníaco	9 —
Acido acético cristallizable	10 —

Disuélvese en frío y aplícase con un pincel. Finalmente, aplícase la solución siguiente:

Agua	5 litros
Sal amoníaco	50 gramos
Sal marina	50 —
Nitrato de cobre	40 —
Acido acético	25 —
Acetato de cobre	50 —
Sublimado corrosivo	20 —
Sulfato de cinc	75 —

Después de secos, sométase estos objetos al tratamiento de la cera.

Fabricación de los jabones líquidos

1.º Disolver jabón sólido, fabricado a base de aceite, en alcohol a 80°, con adición de carbonato de potasa. Caldéase al baño de maría, agitando constantemente. Obtiénese de este modo un líquido absolutamente transparente.

2.º Disolver, en 1,000 partes en peso de alcohol de 80°, 100 partes de jabón blanco, blando, y 100 partes de carbonato de potasa; o bien, en 850 partes de alcohol, 500 de jabón blanco, y 150 de cristales de sosa.

3.º Disolver 1.000 partes de jabón de Marsella en una mezcla de otras 1,000 partes de agua y 1,000 partes de alcohol de 80°. O bien 1,000 partes de jabón de Marsella y 500 partes de sosa Solvay en una mezcla de 1,000 partes de alcohol corriente y 1,000 partes de sulfocinato de sosa. Este último jabón es recomendable para la limpieza de las manos en los talleres y fábricas.

4.º Obtiénese un jabón muy económico si bien de olor poco agradable disolviendo 1.000 partes de jabón negro en 1,000 partes de alcohol desnaturalizado y 500 partes de sulfocinato de sosa.

5.º Se toman 50 partes de potasa cáustica al 70 por 100, 200 partes de aceite de almendras dulces y 70 partes de alcohol de 90°. Caldéase la mezcla al baño de maría hasta su completa saponificación. Añádese luego, poco a poco y agitando constantemente, 160 partes de glicerina y 500 partes de agua destilada.

6.º Disolver en 600 partes de agua 100 de sosa cáustica, añadir 500 partes de alcohol, y luego, poco a poco, 1,000 partes de aceite de algodón. Finalmente, después de la saponificación completa, 2000 partes de agua destilada.

7.º Se obtiene un excelente jabón líquido para la barba mezclando 10 kg. de jabón blanco con 3 litros de agua de rosas: añádese seguidamente una mezcla de 2 litros de agua de rosas y 5 litros de alcohol de 80°.

De un modo general se obtiene un jabón líquido

de buena calidad mezclando partes iguales de jabón de Marsella, de agua y de alcohol. Púedese añadir un poco de carbonato de sosa o de potasa para aumentar las cualidades detergentes del producto, y un poco de glicerina para suavizar la epidermis, pero todos estos ingredientes deben figurar en la composición en cantidad menor. Este jabón es uno de los mejores que pueden usarse.

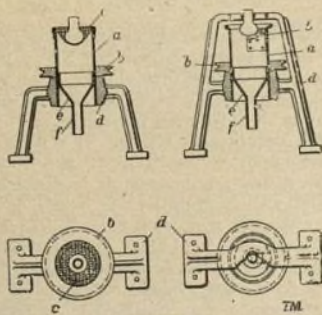
Todos estos jabones pueden perfumarse, mezclando las esencias en la proporción de un 20 por 1,000.

Fabricación de bombillas provistas de reflectores para lámparas eléctricas incandescentes

La fábrica de lámparas eléctricas *Osram* ha patentado en Francia un procedimiento y dispositivos para la fabricación de bombillas provistas de reflectores para lámparas eléctricas de incandescencia. El procedimiento es preferentemente destinado a la fabricación de bombillas aplicadas a las lámparas eléctricas de bolsillo.

Comiéntase por dar una capa fundente sobre la superficie de la bombilla de una lámpara de incandescencia. A continuación se hace desaparecer esta capa en las partes que no deben ser reflectoras y finalmente se coloca la bombilla en un horno para cocer las partes restantes de la capa a fin de producir reflector.

Las sustancias que sirven para la preparación de la capa (como fundentes, esmaltes), son llevadas en un líquido, aceite por ejemplo, al estado de pasta poco densa, dentro de la cual se sumergen las bombillas hasta el cuello. Se puede igualmente aplicar el producto por pulverización, cuando se prepara en estado pulverulento. Las figuras 1 y 4 muestran, en corte longitudinal y en planta, los dispositivos para hacer desaparecer la capa de los lugares de la bombilla que no han de ser reflectores. Las figuras 5 y 6 demuestran,



Figs. 1 a 4.

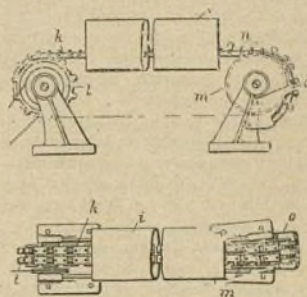
igualmente en corte longitudinal y en planta, un horno para la cocción de la capa.

Como se muestra en las figuras 1 y 2, uno de los dispositivos para limpiar parte de la superficie de la bombilla compónese de un tubo *a* al cual hallase fijada una polea de cuerda *b*. La abertura superior de este tubo *a* está cerrada por una bolsa de gasa *c* con la cual

se rodea la bombilla de la lámpara de incandescencia provista de la capa fundente. El tubo está montado de modo que pueda moverse en el caballete *d*.

La materia arrancada de la bombilla por frotamiento de ésta contra el bolso de gasa *c*, cae a través de este último y es recogida en el embudo *e* y conducida, por el tubo *f* a un recipiente.

La disposición que se muestra en las figuras 3 y 4



Figs. 5 y 6.

comprende igualmente un tubo rotativo *a* al cual se fija una polea de cuerda *b*. En este tubo *a* hay dispuesta una rascadera rotativa *g* que puede componerse de cartón, fieltro u otra materia análoga. La materia arrancada es conducida, a través de una tolva *e* con tubería *f* a un recipiente, o bien es eliminada a través de un conducto de aspiración. El caballete *d*, en el cual está montado el tubo *a*, hallase provisto de un estribo, en el cual se dispone, según la dirección axial del tubo *a*, una ranura correspondiente al cuello de la bombilla; a fin de permitir se aloje ésta centralmente durante el arranque de la capa. Estos detalles son superfluos en el caso de la disposición representada en las figuras 1 y 2.

El horno representado en las figuras 5 y 6 compónese de un tubo de caldeo *i* que puede llevarse a la temperatura necesaria por cualquier procedimiento, eléctrico o por gas. A través de este tubo *i* circula una cadena sin fin *k* que pasa sobre dos ruedas *l* y *m*, la primera de ellas gobernada por la segunda. Los diversos eslabones de la cadena hallanse provistos de clavijas *n* sobre las cuales se fijan las bombillas, desembarazadas en parte del producto que cubre su superficie. Pasando por el tubo *i*, cuya temperatura alcanza el máximo en su centro, el producto se pone sobre la bombilla, después de lo cual las bombillas operadas, que prosiguen el camino que se les ha trazado van enfriándose progresivamente, salen del tubo *i* y son finalmente retiradas de las clavijas *n* por una horquilla *o*, que se halla fija, por ejemplo, al montante de la rueda de cadena *m*.

Los procedimientos de tanificación en la industria de colorantes

Los tanatos alcalinos (de potasio, sodio y amonio), y alcalinoterreos (de calcio, bario y magnesio) fijan las materias colorantes básicas, del mismo modo que se produce con el ácido tánico libre.

La preparación y empleo de estos tanatos exigen ciertas precauciones. En particular, si con el objeto de obtener un tanato alcalino se añade un álcali cáustico a una solución acuosa o acética diluida de tanino, forma-se un precipitado en forma de copos de tanato alcalino, que se vuelve pardo después de algún tiempo de exposición al aire. Si, por otra parte, empleamos el tanino en solución fuertemente concentrada, y añadimos una solución alcalina, se obtiene una solución clara, pero paulatinamente el licor se transforma en una masa alquitranosa. Para que la operación sea perfecta y permanezca la solución transparente, conviene operar en presencia de gran proporción de glicerina, de ácido acético o bien de ácido cítrico.

Lo propio sucede con los tanatos de bario, de calcio o de magnesio, generalmente solubles en la glicerina; aunque con dichas sales se presentan otras dificultades, pues, mientras la barita en solución acuosa hirviendo se mezcla muy bien con la solución tánica, rica en glicerina, la disolución del hidrato de cal y de magnesio en esta solución concentrada de tanino resulta difícil; no obstante, el tanato de bario tiene la ventaja de ofrecer notable solubilidad en la glicerina, relativamente diluida.

Acción colorante de las quinonas sobre la lana y otras materias orgánicas

Diversos ensayos practicados en el laboratorio de tintes de la Escuela Técnica de Moscou, han demostrado que la lana, sumergida en una solución acuosa caliente de para-benzoquinona, coloréase en rojo-pardo. Esta tintura es sólida y resiste la acción de las lejías y los ácidos, y no se debilita ni por el alcohol ni el ácido acético caliente.

La benzoquinona ejerce una acción análoga cuando es disuelta con otros disolventes: alcohol, ácido acético, benceno, xileno, acetato de etilo, sulfuro de carbono, cloroformo, o que se utilice fundida o en estado de vapor. La rapidez de la reacción depende de la naturaleza y temperatura del disolvente.

Este fenómeno parece ser general en la familia de las para-quinonas. Prodúcese en particular, con la toluquinona, la timoquinona, la diclor y la dibromtimoquinona, la metadimetoxiparabenzquinona, y la α -naftoquinona. Prodúcese generalmente con la madera, el asta, el cuero, la albúmina de huevo, la caseína y la gelatina.

Según los autores de estas notas, la coloración parece ser debida a la acción de las quinonas sobre los grupos aminos de las sustancias proteicas.

Medio para reducir el consumo de gas en las instalaciones de alumbrado y calefacción

El ingeniero Sr. Winkelmann, en el *Zeitschrift für Angewandte Chemie*, llama la atención sobre la posibilidad de disminuir el consumo del gas empleado en el alumbrado y calefacción, asegurando una mezcla racional con el aire que debe operar la combustión completa. A pesar de la aplicación general de la electricidad al alumbrado industrial, existen aún instalaciones de con-

sumo muy importante, especialmente en los laboratorios de las grandes fábricas y en las industrias de estampado, tintura, fabricación de colorantes, textiles y productos farmacéuticos. La economía que puede realizarse en ciertos casos puede llegar hasta al 50 por 100.

Para ello se intercala, en el tubo principal, un aparato mezclador constituido por un pequeño compresor rotativo movido por un motor eléctrico, hidráulico o sencillamente por una transmisión procedente del movimiento general de la fábrica; este mezclador incorpora una parte y media de aire a una parte de gas, impeliendo esta mezcla a una *presión constante*, de la canalización que la produce a los aparatos que la consumen.

Los mecheros deben modificarse, porque la entrada de aire debe disminuirse; primeramente, porque el gas está ya cargado de él y en segundo lugar porque la velocidad, mayor en este caso, produciría una aspiración de aire exagerada. El orificio por donde el gas sale para consumirse debe aumentarse de sección, para corresponder al aumento de consumo. La mezcla secundaria del gas en los mecheros se hace más conveniente que con la alimentación en gas puro, porque la diferencia de densidad de los dos fluidos es más débil y se obtiene, después de regularlo convenientemente, una combustión perfecta y regular y una llama corta pero de alta temperatura.

El mismo procedimiento es aplicable al gas de aceite.

Pueden adquirirse mezcladores para consumos de 7'5 a 50 metros por hora, y los gastos de instalación parece que son amortizados el primer año de funcionamiento. El aparato ocupa un espacio de un metro cuadrado en las medidas medias y el consumo de fuerza motriz varía de un cuarto a un caballo. Para los aparatos movidos por motores hidráulicos, una presión de agua de 2 atmósferas es suficiente.

El mecanismo de la formación del ácido sulfúrico en las cámaras de plomo

Se ha probado que el anhídrido sulfúrico gaseoso puede formarse en una mezcla de SO^2 NO^2 ; y, por otra parte, que el NO^2 transforma el óxido de carbono en anhídrido carbónico. Como, en esta última oxidación, la formación de compuestos intermedios no es probable, puede deducirse de ello que, en el primer caso, hay también oxidación directa de SO^2 por el oxígeno en estado naciente (procedente de la disolución del NO^2 en NO y O). Cuando en una mezcla de SO^2 y NO^2 , hay vapor de agua, la mayor parte del anhídrido sulfúrico producido se combina inmediatamente con aquella a las temperaturas de 40 y 60°, separándose de este modo de la masa gaseosa, rompiendo el equilibrio y provocando, para restablecerlo, la formación ininterrumpida de SO^2 . Sobre estas comprobaciones y consideraciones, los autores de las mismas fundamentan una nueva teoría del procedimiento de las cámaras de plomo que tiene, sobre las antiguas, la ventaja de la sencillez; no tiene necesidad de la hipótesis de la formación de compuestos intermedios nitrosulfurosos en la fase gaseosa, a pesar de ello esto no quiere decir que estas combinaciones intermedias no representen un papel al lado de la oxidación directa del anhídrido

sulfuroso, toda vez que algunos de estos compuestos han podido algunas veces ser aislados de la masa líquida; débese por otra parte hacer notar que su aparición aparece siempre ligada a una marcha anormal de las reacciones (exceso o falta de agua).

Elección de tensión para los equipos eléctricos de alumbrado y puesta en marcha de los automóviles

La tensión de 6 voltios es la que conviene más para el alumbrado, y es la que se emplea más corrientemente. Interesa emplear la misma tensión para el motor de puesta en marcha, mejor que utilizar un motor de tensión superior, por ejemplo, a 12, 18 o 24 voltios: en los casos en que se emplea una tensión superior a la tensión normal del alumbrado, es preciso, o bien recurrir a una distribución trifilar (12 voltios), o bien a combinaciones de montaje semi-paralelo (18 a 24 voltios); con el uno o con el otro de estos métodos, mayor número de elementos y planchas que en el equipo a baja tensión; el exceso es de 3 positivas y 6 negativas en el equipo a 12 voltios y de 9 positivas y 18 negativas para un equipo a 24 voltios; el exceso de peso es de 10 por 100 para el primer equipo y de 20 por 100, para el segundo; el utillaje para la alta tensión es también más complicado que el que exige una instalación a 6 voltios.

El selenio y sus aplicaciones en la telefonía sin hilos, televisión y fotometría

Débese a May el descubrimiento de las singulares propiedades del selenio, utilizado por primera vez hace cuarenta años en la técnica eléctrica. Este cuerpo, en efecto, tiene una conductibilidad eléctrica que aumenta o disminuye según la intensidad de la luz que le hiere. Siemens fué uno de los primeros que aplicó esta curiosa propiedad construyendo en 1875 las células de selenio. Más tarde, en 1878, Graham Bell, el inventor del teléfono, construyó con Tanter un receptor telefónico aplicable a la telefonía sin hilos, y sus investigaciones, muy profundas, llevaronle a hacer un estudio muy completo del selenio desde el punto de vista de su aplicación en radiofonía. Posteriormente, numerosos sabios, en diversas partes del mundo, han estudiado el selenio y conseguido construir células muy sensibles.

Luis Ancel, en una reciente comunicación a la Sociedad Francesa para el Fomento de la Industria Nacional, describe la construcción de estas diversas células e indica los perfeccionamientos realizados por él. Combinando el arco cantante de Simón y una célula de selenio iluminada por los rayos luminosos de este arco, el físico alemán Ruhmer pudo, después de diversos ensayos, franquear distancias de 15 kilómetros.

Una estación de telefonía sin hilos comprende: en el transmisor, un proyector de espejo parabólico y en el foco de este espejo un arco cantante constituido por el arco mismo, un micrófono y un transformador; en el receptor, un segundo espejo parabólico, colocado bien en frente del primero, y en el foco de este último espejo una célula de selenio reunida a un teléfono y a una batería de pilas: el teléfono reproduce todas las

vibraciones sonoras emitidas ante la membrana del micrófono.

Ruhmer consiguió también, no solamente fijar sobre una película cinematográfica las variaciones de luz de una lámpara cantante, sino también reproducir los sonidos emitidos por esta lámpara haciendo desfilar el film obtenido ante una célula de selenio reunida a una batería de pilas y a un teléfono, iluminada por un manantial luminoso fijo a través del film móvil. Este interesante aparato de Ruhmer fué llamado por el autor «fotografono», porque permitía fotografiar y reproducir la palabra.

La sensibilidad del selenio a la luz ha dado lugar a que gran número de experimentadores utilicen las células de selenio como fotómetros; Werner Siemens fué uno de los primeros que consiguió una aplicación práctica. Más tarde Ruhmer, en 1904, y otros varios, utilizaron fotómetros especiales de selenio para hacer el estudio fotométrico de los eclipses de sol y de luna. Desde el punto de vista astronómico, tiene el selenio una importancia real. Sucede lo mismo para el estudio fotométrico de los rayos X, del radio y demás sustancias fosforescentes; a pesar de la sensibilidad concomitante bastante acentuada del selenio a las radiaciones caloríficas, se ha podido, con el selenio, obtener para estas aplicaciones tan especiales, fotómetros muy sensibles.

Pero de todas las aplicaciones del selenio, la que más ha tentado a los experimentadores es la televisión, o sea la transmisión eléctrica de las imágenes a distancia. El principio de todos estos aparatos consiste en influenciar en el transmisor, una célula de selenio por un foco lumínico fijo a través de una película fotográfica transparente, animadas a la vez de un movimiento de traslación y de rotación: la corriente ondulatoria de este modo obtenida acciona en el receptor dispositivos registradores fotográficos apropiados, que reproducen la imagen existente en el transmisor. Los dispositivos Korn, Belin, Berjonneau y otros, todos ellos siguiendo el mismo principio, han dado resultados interesantes. Otros experimentadores, especialmente Belin, Ruhmer y Rignoux, han intentado realizar la televisión; pero este problema es bastante complicado, y hasta ahora los experimentos realizados o anunciados apenas si pueden considerarse salidos del dominio del laboratorio. A pesar de ello, con los progresos que el futuro nos reserva, cabe esperar que se deberá al selenio la visión a distancia con y hasta quizás sin hilos.

Procedimiento de solidificación de los hidrocarburos

Este procedimiento, que tiene por objeto la fabricación de un combustible sólido por medio de hidrocarburos líquidos, consiste en adicionar sulfato de hierro a una emulsión de hidrocarburos con un aglutinante; para efectuar esta mezcla se añade una débil proporción de antracita en polvo, la cual divide la masa emulsionada, establece mayor contacto con la materia mezclada y ayuda al endurecimiento del producto. El empleo del sulfato de hierro presenta además la ventaja de impedir que el hidrocarburo se separe del aglutinante durante el curso de la fabricación.

Se puede mezclar el hidrocarburo líquido con el agua y un compuesto nitrogenado (cola fuerte) en un aparato emulsionador apropiado hasta formar la emulsión, añadiendo luego el sulfato de hierro. Cuando la emulsión está formada se incorporan cáscaras de semillas después de haber adicionado previamente el sulfato de hierro. El polvo de carbón puede incorporarse lo mismo antes que después del sulfato de hierro.

Las tres mezclas siguientes han dado excelentes resultados:

MEZCLA I

Petróleo	81'6	partes
Cola fuerte.	4'5	—
Agua	10'	—
Sulfato de hierro	0'90	—
Carbón en polvo	3'0	—

MEZCLA II

Petróleo	28'0	partes
Cola fuerte.	3'50	—
Agua	14'00	—
Sulfato de hierro	0'85	—
Sudd, o sea una mezcla o aglomerado de plantas acuáticas que se hallan en el Nilo Blanco	53'65	—

MEZCLA III

Petróleo	32'57	partes
Cola fuerte.	3'62	—
Agua	21'72	—
Cáscara de semillas	36'20	—
Carbón	5'43	—
Sulfato de hierro	0'46	—

Funcionamiento del soplete oxhídrico bajo el agua

En los trabajos de destrucción de navíos naufragados o bien de obras metálicas sumergidas, los medios de que hoy puede echarse mano son solamente el martillo, el buril o la sierra. Los trabajos realizados resultan de gran coste, pues forzosamente deben ser hechos por buzos.

En estos últimos tiempos se han utilizado diversas herramientas movidas por el aire comprimido, pero con ello no se ha logrado reducir el coste de las operaciones.

Como la llama del soplete oxhídrico puede mantenerse encendida debajo del agua cuando los gases que la alimentan tienen una presión suficientemente elevada, la casa Heckt, de Kiel, ha patentado un aparato que consiste en un soplete oxhídrico ordinario provisto de una especie de campana a la cual llega aire comprimido. Este aparato fué probado primeramente en el puerto de Kiel, a una profundidad de 5 metros. Un buzo cortó en 30 segundos una plancha de hierro de 100 por 20 milímetros. Una barra de hierro de 60 milímetros de lado exigió solamente medio minuto. Una plancha de 20 milímetros de grueso fué agujereada y cortada en una extensión de 30 centímetros en 1 minuto y 5 segundos.

Creemos que empleando un soplete con tubería de oxígeno concéntrica, se podría conseguir por el efecto mecánico de la llama un resultado idéntico al obtenido con la campana del soplete Heckt; pero la presión bajo

la cual la mezcla gaseosa llega a la llama debería ser muy elevada y la cantidad de oxígeno suministrada la suficiente para la combustión completa del gas.

Si la presión es muy elevada, la llama anular rechaza el agua y deja libre la superficie de la pieza sobre la cual se opera. A consecuencia del efecto refrigerante del agua que por todas partes rodea a la pieza que ha de operarse, el principio de la operación se retarda, siendo muy conveniente practicar primero con el buril un corte para activar la combustión, del mismo modo que se practica corrientemente en los trabajos de corte por soplete.

Es indudable que estos experimentos nos conducirán a resultados en extremo interesantes.

Incorporación del grafito al metal en la fabricación de escobillas para dinamos

Prepárase la mezcla siguiente:

Grafito.	125	partes
Oxido de cobre.	100	—
Oxido de estaño.	10	—

Se trituran estas tres sustancias y luego se introduce la mezcla en una retorta de cobre, que se caldea hasta los 650 a 700° C. durante 8 horas. La mayor parte de los óxidos queda reducida. Después de enfriamiento, se tamiza y comprime en la prensa hidráulica. Las escobillas obtenidas con el presente procedimiento son depositadas en carbón de madera y caldeadas de nuevo a la misma temperatura durante 60 horas. Después de ello no resta más que proveer a las escobillas de un contacto eléctrico. Estas escobillas son porosas y pueden absorber hasta el 5 por 100 de aceite, lo que en determinados casos representa una ventaja.

Separación del talio y otros metales raros de los minerales de plomo, con producción simultánea de blanco de plomo sublimado

Volatilízase rápidamente el mineral, evitando se oxide, para lo cual se le caldea fuertemente bajo una espesa capa de carbón de cok. Los vapores, desde su salida del horno, se mezclan a un exceso de aire para oxidarlos por completo. Para enfriar lentamente los vapores y separar sus constituyentes, se les hace pasar seguidamente por una serie de cámaras provistas de depósitos.

Los productos obtenidos por este procedimiento pueden ser sometidos al mismo tratamiento que el mineral, obteniendo un producto cuya fórmula se aproxima sensiblemente a $3\text{SO}^4\text{Pb}_3\text{PbO}$, que presenta una coloración blanca pudiendo ser objeto de múltiples aplicaciones industriales.

En este procedimiento, patentado en Alemania, la zona de enfriamiento sirve de separador, teniendo en cuenta que las partículas condensadas de humo más ricas en metales, excepción hecha del plomo, forman mezclas eutécticas: bastará disponer cámaras provistas de depósito adecuadas, de este modo se puede obtener el tallo separadamente a la vez que otros metales raros, y eliminar el sulfato de plomo.

La educación del obrero en Alemania

Al exponer las condiciones en que se desenvuelve la educación del artesano alemán nos hemos referido de modo especial al obrero berlinés, pudiendo así evitar largos e inútiles detalles de descripción para poner en evidencia los caracteres propios de la enseñanza técnica. Sin embargo, las condiciones de la educación alemana, en general, no difieren esencialmente de las que se han reseñado como vigentes en la capital.

Por los datos aducidos en el anterior artículo, el lector ha podido hacerse cargo del espíritu que informa la educación técnica oficial, tal como se concibe en las escuelas de Berlín, que pueden considerarse como modelo de las del resto de Alemania. Para completar este estudio hemos de examinar la organización y el funcionamiento de las escuelas particulares, establecidas por dueños de fábricas en sus propios talleres. Estas escuelas, no son numerosas; la mejor existe en Berlín en los talleres de los Sres. Løwe & C., quienes opinan que su escuela es la más perfecta, no solamente de Alemania, sino del mundo. Mereció, en efecto, una medalla de oro para la educación de aprendices en la Exposición de Turín en 1911. Los directores de la casa Løwe se han convencido desde mucho tiempo de que la habilidad personal continúa siendo y será siempre en la industria un factor esencial del éxito. La maquinaria automática, tendiendo a hacer desaparecer la especialización de los oficios, contribuye poderosamente, sin duda, a reducir la importancia de las habilidades, haciéndolas al mismo tiempo menos frecuentes; pero la mano de obra experimentada no deja de ser necesaria. Imbuidos de esta idea, los Sres. Løwe se han impuesto la tarea de formar un cuerpo de trabajadores de primer orden, empresa que no ha dejado de suscitar por parte de ciertos escépticos esta pregunta: «¿A qué formar operarios excelentes que, luego, pondrán probablemente su habilidad al servicio de otros patronos?» Esta crítica demasiado fácil tiene, sin embargo, poco fundamento. La experiencia ha demostrado que muchos de los operarios formados en la escuela de la fábrica Løwe se han quedado en la misma casa, en la cual algunos de ellos han sido después jefes de taller, mientras otros han pasado a la oficina de dibujo. Además, el patrono tiene las mayores probabilidades de conservar a su servicio los operarios que, al terminar su tiempo de aprendizaje, demuestren tener verdadero valer, ofreciéndoles una remuneración proporcionada a sus capacidades. Y, si a pesar de todo algún empleado prefiere marcharse de la casa para servir a otra empresa, su talento servirá de propaganda para la escuela en la cual se haya formado. Y tanto es así que la casa Løwe, lejos de intentar poner trabas a las ambiciones de los jóvenes que, al terminar el aprendizaje, muestran deseos de perfeccionar su instrucción trabajando en otros talleres, los favorece por medio de un sistema de intercambio convenido con otras casas. Los Sres. Løwe están satisfechos del funcionamiento de su escuela y el hecho de que otras empresas se muestren siempre dispuestas a emplear los opera-

rios que se han formado en ella confirma la excelencia de los resultados obtenidos.

Los aprendices de dicha casa son más de 200 que representan aproximadamente el personal productor de la casa. Son admitidos después de un examen y han de servir en calidad de aprendices durante cuatro años, los tres primeros meses de los cuales son de prueba. Aunque el examen médico de los aprendices no es obligatorio en Alemania, la casa Løwe lo exige. Los aprendices son escogidos entre hijos de militares de inferior graduación o de operarios de las clases media y superior. A su entrada en la casa son destinados a uno u otro de los siguientes talleres:

- 1.—Ajustaje;
- 2.—Confección de herramientas;
- 3.—Confección de modelos;
- 4.—Vaciado.

La enseñanza se da bajo la inspección de un ingeniero según un plan perfectamente determinado que admite, sin embargo, una considerable elasticidad. Por ejemplo, un buen aprendiz ajustador o tornero, después de cuatro años, puede ser admitido a trabajar como montador y a pasar una temporada en la fundición. Así mismo, los vaciadores son destinados durante algunos meses al taller de confección de modelos y los aprendices de este último taller dedican una parte de su tiempo a los trabajos de fundición. Los aprendices no son explotados por la casa para los trabajos rutinarios; tan pronto hayan adquirido toda la habilidad posible en una especialidad, son destinados a otra.

Además de estos aprendices de origen obrero, la casa Løwe reserva algunos puestos para alumnos premiados en las universidades técnicas. Estos abonan a la casa una pensión de 50 libras el primer año y 25 libras el segundo, cantidades destinadas a alimentar un fondo a beneficio de los aprendices más pobres. Es de notar que la empresa admite también aprendices en su servicio comercial, debiendo éstos haber sufrido el examen que los exime del servicio militar ordinario; son contratados por tres años y reciben un salario mensual de 1, 2 y 3 libras durante el primer año, el segundo y el tercero respectivamente.

En la casa Løwe, los aprendices trabajan en un taller especial, disposición por cierto muy recomendable puesto que tiene la ventaja de sustraer a aquéllos a la influencia, muchas veces perniciosa, de los viejos operarios y facilitar la vigilancia. Los aprendices se dedican todos a un trabajo útil, o de carácter comercial, y los mayores son en cierto modo responsables del comportamiento de los más jóvenes y les corresponde enseñarles sus deberes. La remuneración de los aprendices durante los ocho semestres que dura el aprendizaje es como sigue: Primer semestre, nada; segundo, 2 chelines 7 peniques por semana; tercero, 3 chelines 2 peniques; cuarto, 3 chelines 9 peniques; quinto, 4 chelines 3 peniques; sexto, 4 chelines 9 peniques; séptimo, 5 chelines 3 peniques; octavo, 6 chelines 4 peniques. Además, los buenos aprendices reci-

ben encargos de piezas pagadas a destajo, lo que les permite ganar mucho más. Durante los cuatro años del curso, los aprendices deben asistir a la escuela un día entero cada semana; ésta admite además, de las 4 a las 6 de la tarde, trabajadores sin oficio determinado, esforzándose en hacer de ellos buenos maquinistas. Los alumnos reciben un certificado al final de cada semestre y un diploma al terminar los cuatro años de aprendizaje. Pueden además obtener cada medio año premios para cuyo otorgamiento se tiene en cuenta las notas que hayan merecido en los talleres y en la escuela.

La instrucción que se da en la mencionada casa es amplia. Por lo que se refiere al dibujo, los alumnos se concretan a trazar croquis y dibujos de ejecución de piezas de maquinaria, ya que el objeto que se persigue es hacer de ellos hábiles mecánicos, no delineantes. En la sala de estudios, se dan varias clases relativas a práctica de taller, tecnología, legislación usual, deberes sociales, deberes respectivos del patrono y del empleado, precauciones contra los accidentes y primeros cuidados a los accidentados y condiciones usuales del trabajo a destajo. La enseñanza está habitualmente encargada a profesores de las escuelas elementales de Berlín a los cuales sus directores conceden una hora o dos de libertad para dar su clase en dicha escuela. Los aprendices del servicio comercial no asisten a las clases técnicas, pero reciben una enseñanza bastante completa por lo que se refiere a legislación y procedimientos comerciales. La enseñanza es realmente excelente y la única crítica que se le podría dirigir es de exceder, tal vez a menudo, la capacidad de asimilación de los alumnos; muchos de ellos, sin duda, han de padecer una verdadera indigestión intelectual; pero este mal no es particular de la educación alemana: va haciéndose más o menos universal.

La enseñanza de la escuela se completa por frecuentes visitas a las centrales eléctricas, fábricas de gas, etc. y excursiones o viajes, a la vez higiénicos e instructivos, en ocasión de las vacaciones de Navidad y Pentecostés y durante las del verano.

La casa tiene montada una caja de ahorros para los aprendices y, para fomentar entre ellos la costumbre de la economía, les abona un interés de 18 por ciento. Los aprendices que han conseguido durante el curso realizar ahorros les emplean generalmente para sufragar los gastos de sus viajes; la caja de ahorros, alimentada como ya se dijo por las pensiones pagadas por los alumnos premiados de las universidades técnicas, se encarga de los gastos de viajes de los alumnos más pobres. Por otra parte, no se desperdicia ocasión alguna de fomentar en los alumnos el gusto de los deportes: foot-ball, patinaje, natación (con entradas gratis en los establecimientos de baños de Berlín) etc.

Bajo el punto de vista de la organización, la casa Löwe ofrece varias particularidades que merece especial mención. Ningún operario es elegido para el puesto de jefe de taller sin haber sufrido el examen correspondiente y sin haber atendido un curso de instrucción preparatoria a las nuevas funciones a que le destinan; este curso va a cargo de los ingenieros de la empresa.

El salario de los operarios, al final de su tiempo de aprendizaje, varía de 30 a 40 chelines por semana, pudiendo elevarse con el tiempo, y a medida que el

trabajador vaya adquiriendo mayor habilidad, hasta 60 chelines. El sueldo de los maquinistas es de 20 a 25 chelines por semana; en cuanto a los obreros que no se han especializado en ningún oficio y a los cuales el sistema del trabajo a destajo no es aplicable, ganan mucho menos.

El alcoholismo, como es sabido, es uno de los principales obstáculos con que han tropezado en Inglaterra los organizadores de la enseñanza colectiva del obrero y es interesante notar las medidas que los alemanes han adoptado para impedir la propagación de esta plaga. La casa Löwe, por ejemplo, tiene terminantemente prohibida la introducción de bebidas alcohólicas en los talleres, siendo permitido únicamente el uso de la cerveza floja hasta un máximo de tres botellas diarias. Se aconseja a los trabajadores el consumo del té, facilitándoseles a un precio ínfimo esta bebida caliente en invierno y fría en verano.

El servicio militar es en Alemania un importantísimo factor de la educación y, bajo este punto de vista, ha sido y es todavía objeto de empeñadas controversias en la prensa diaria. La cuestión, en efecto, es compleja, porque el servicio militar, como medio educativo, presenta evidentes ventajas, compensadas por innegables inconvenientes. No hay duda de que sólo una disciplina militar, constantemente sufrida durante dos años, tiene fuerza suficiente para modificar el modo de ser de muchos hombres de la clase obrera y hacerles contraer, por ejemplo, hábitos de limpieza y de orden. La disciplina contribuye también, en general, a desarrollar el sentimiento del deber, que infunde al individuo el respeto a la colectividad a que pertenece y le induce a posponer su interés propio al de ésta. Pero, si el sistema militar alemán ejerce una influencia saludable sobre la clase obrera, hay buenas razones para creer que es beneficioso también, por otro concepto, para la clase elevada. En Alemania, los hijos de familias burguesas raras veces quedan dos años en filas con los demás soldados; prefieren, en general, sufrir un examen después del cual se hallan colocados en la categoría de los voluntarios de un año. En esta condición, el recluta sirve sólo un año, y en vez de vivir en el cuartel, ha de procurarse un alojamiento privado, pudiendo escogerlo según sus medios y a su gusto; debe también adquirir su uniforme.

El efecto provechoso de esta organización se deriva de la elevación del nivel intelectual de los reclutas resultante de las ventajas inherentes a su admisión en la categoría de voluntarios de un año, tanto más cuanto que ésta no se consigue sino mediante un examen muy serio que, en otros países, en Inglaterra por ejemplo, muy pocos jóvenes de 18 años se hallarían en condiciones de sufrir satisfactoriamente. Este examen es, en gran parte, la razón de la ventaja que los alemanes llevan sobre los ingleses en la práctica de los idiomas extranjeros; no es cuestión de superioridad intelectual y no cabe dudar de que el joven inglés adelantaría tan rápidamente como aquéllos en el estudio de dos o tres lenguas si tuviera los mismos motivos de aplicación. En cambio, para las clases obreras, las ventajas materiales del servicio militar no son tan evidentes. En cuanto a la influencia moral del sistema militar alemán, si su valor educativo sobre las clases proletarias y las clases elevadas de la sociedad es innegable, tiene mucho en contra suya cuando se trata de la clase media a

la cual pertenecen los artesanos inteligentes e instruidos. Sobre todo bajo el punto de vista económico, el apartamiento forzado de los talleres, a que dichos artesanos se hallan temporalmente condenados por el servicio militar, no puede ser provechoso para ellos ni para el Estado. Por otra parte, es justo tener en cuenta ciertos efectos secundarios del servicio militar, como lo son, por ejemplo, los hábitos de orden y regularidad que los hijos adquieren naturalmente de sus padres por espíritu de imitación. La proverbial sumisión del obrero alemán a sus superiores no es necesariamente servilismo y, en cambio, el respeto a las instituciones es una condición del progreso y hasta de la existencia de las naciones.

Pueden ahora deducirse de los anteriores datos algunas conclusiones. Es realmente sorprendente la escasez de los progresos realizados por Alemania en las últimas décadas, en lo que se refiere a la instrucción del artesano, si se tiene en cuenta la época lejana en que se manifestó el despertar industrial de aquel país, brevemente esbozado en el estudio histórico que da principio al precedente artículo. Este estado de cosas deriva de varios factores: el sano individualismo no descollaba en la sociedad y el Estado no había llegado todavía a este grado de organización en el cual su intervención puede suplir a la falta de iniciativas individuales. El odioso sistema de la coacción, exteriorizado por medidas que muchas veces tenían el mayor parecido con la brutalidad, dominaba toda la legislación alemana. Sin embargo, son innegables los buenos resultados que hoy se obtienen. El método inglés que consiste en dejar a los jóvenes el uso de una libertad absoluta a partir de los 14 años es evidentemente funesto y sus resultados serían peores si no fueran contrarrestados por la afición natural de los ingleses a los deportes y la influencia preponderante en Inglaterra de la vida de familia. Hace setenta años, la clase proletaria, en Alemania, era conocida por su proverbial indolencia, sus vicios y su suciedad; hoy día, el obrero alemán puede desde varios puntos de vista, ser propuesto como ejemplo al de otros países y este resultado debe atribuirse, según opinan muchos alemanes, al riguroso sistema en vigor en su patria, sistema tan contrario a nuestro modo de ser que lo condenaríamos casi instintivamente. Y no puede negarse que tales métodos, aparte del mejoramiento moral que su aplicación trae consigo, permiten llevar al alumno adelante, hasta el término de sus estudios, en vez de dejarlo abandonado a sí mismo y disfrutando de una libertad que es a menudo, para el desaplicado, la ocasión de caer en un estado de apatía intelectual del cual puede a duras penas levantarse después. La instrucción obligatoria tiene además la gran ventaja de que los jóvenes menos estudiosos y, por consiguiente los que más necesitan ser instruidos, no pueden eludirla. Por otra parte, mucho podría hacerse por el método de la instrucción voluntaria, pero para ello la cooperación del patrono es esencial.

Un carácter interesante de la educación alemana en sus diversos grados es la importancia cada día mayor que ocupa en ella la enseñanza de la economía política. El fin que se han propuesto las autoridades universitarias, al dar, de modo muy consciente, este giro a la instrucción, ha sido provocar como consecuencia de un conocimiento más perfecto de las nece-

sidades sociales, una aproximación entre las varias fracciones de la nación, un mejoramiento de las relaciones entre superiores e inferiores, así como hacer desaparecer la categoría verdaderamente funesta de jefes, de caudillos que dirigen o arrastran a sus compañeros no en virtud de su propio saber, sino en virtud de la ignorancia de los demás. Desde algún tiempo a esta parte se ha reforzado también en las escuelas alemanas el estudio de las ciencias administrativas cuya necesidad fué puesta en evidencia por la incapacidad manifiesta de los alemanes como administradores, sea en las empresas industriales, sea en las colonias.

Tratando esta cuestión en un importante artículo publicado en Junio de 1913 por la revista *«Technik und Wirtschaft»*, Mr. Hermann Bohle, de Capetown, manifiesta su extrañeza de que en el África del Sur todos los altos cargos estén confiados a ingleses, mientras que los empleados inferiores, de carácter técnico, suelen ocuparlos los alemanes. El autor se asombra de que sus paisanos, a pesar de su refinada instrucción, se hallen en el caso de acatar las órdenes de súbditos ingleses, inferiores a ellos bajo el punto de vista de las capacidades técnicas. Reconoce, en verdad, a los ingleses notables cualidades de mando, derivadas de su confianza en sí mismos, pero esta misma confianza en sí le parece presunción, o educación deficiente. Pero, ¿no bastan los procedimientos educativos seguidos en Alemania, la instrucción obligatoria, el régimen militar imperante, para explicar lo que al señor Bohle le parece anomalía? Sólo a un alemán convencido de que la educación de un ingeniero es completa al finalizar el cuarto curso de la Escuela Técnica Superior puede sorprender la relativa inferioridad de los germanos enfrente de los ingleses. No es de extrañar que los jóvenes formados bajo un régimen de obediencia rígida y nutridos de una enseñanza sobradamente teórica se hallen más aptos para ser excelentes empleados que medianos jefes. Si, en Inglaterra, algunos piensan que la enseñanza de las escuelas basta por sí sola para formar un hombre de carrera, la opinión de la inmensa mayoría de los ingleses dista mucho de esta equivocada creencia, considerando la instrucción universitaria como una sencilla preparación a la verdadera educación técnica que empieza con la entrada del joven ingeniero en el campo de la práctica.

Los mismos alemanes, sin embargo, empiezan a darse cuenta de lo equivocado de su sistema, si no los que viven en un ambiente oficial, al menos los que forman el gran público y que, hallándose más libres de espíritu de corporación o de preocupaciones de oficio, pueden más fácilmente hacerse cargo de la realidad de las cosas. Recientemente, un *«Rektor»* de la Escuela Técnica Superior de Berlín reconocía, en efecto, en su discurso de despedida, lamentándose de ello, que los industriales prefieren los alumnos de las pequeñas escuelas técnicas a los graduados de las universidades. No obstante esta tendencia, el contraste entre Inglaterra y Alemania, bajo el punto de vista de la educación en general y de la instrucción técnica en particular, sigue siendo completo. Los alemanes están poseídos del verdadero espíritu de escuela; la escuela es para ellos una institución intangible, mientras que los ingleses la miran con cierto desprecio. Los alemanes todo lo esperan de la enseñanza; los ingleses no tienen

fé sino en la experiencia, en la práctica y reservan su admiración para el hombre que se ha formado por su esfuerzo propio. Los dos métodos tienen sus ventajas y sus inconvenientes; el alemán acostumbra a pecar por exceso de saber teórico y el inglés por su desdén a

la teoría. Difícil es mantener la balanza equilibrada entre las dos tendencias, pero la ciencia no es exclusivamente teórica, ni exclusivamente práctica; sus progresos requieren la unión racional de lo teórico con lo práctico.

H. S. ROWELL.

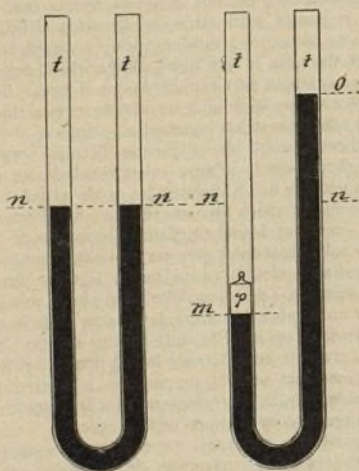
Bomba centrífuga (Tipo turbi-bomba Körting) (Véase modelo desmontable)

Máquinas elevadoras

GENERALIDADES Y CLASIFICACIÓN.—Se da el nombre de *máquinas elevadoras* y también el de *transportadores hidráulicos* a las máquinas o aparatos cuyo objeto es el de elevar un líquido, generalmente el agua, de un nivel dado a otro superior. Su utilidad y aplicación son hoy variadísimas y de importancia capital en muchos servicios e industrias no ya sólo como máquina autónoma, sino como un mecanismo u órgano integrante, en alguna de sus varias disposiciones, de otras máquinas de dinámica y aplicación más complejas.

En dos grandes grupos que obedecen a principios completamente distintos, pueden clasificarse las má-

pertenecientes al segundo grupo, basado como hemos dicho en el principio de la presión atmosférica, el cual lo forman, casi en totalidad, la gran variedad de aparatos y máquinas conocidos bajo la denominación de *bombas hidráulicas*.



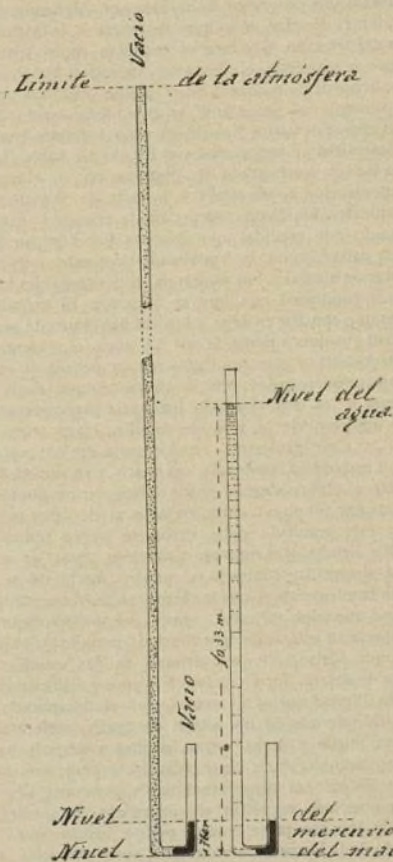
Figs. 1 y 2.

tt, tubos comunicantes de igual diámetro; nn, nivel de equilibrio de las dos columnas líquidas de igual peso; P, peso que equilibra el de la columna líquida m o.

quinas elevadoras. El primero de éstos está basado en el simple transporte, arrastre o empuje del líquido por medio de un recipiente, cubo, cangilón, arcadúz, paleta, etc. El segundo, está fundado en el principio de la presión atmosférica.

Pertenecen al primer grupo: el *cubo* y el *doble cubo con polea*, que pueden ser movidos a brazo, por torno o por malacate; el *rosario de mano*, la *noria de arcadúces*, la *noria de paletas* y el *tornillo*. De alguna mayor importancia, la *rueda de paletas* y la *rueda-bomba*.

Todos estos aparatos están fuera de nuestro objetivo de momento, interesándonos particularmente los



Figs. 3 y 4.

PRINCIPIO DE LAS BOMBAS HIDRÁULICAS.—Desde Galileo y su discípulo Torricelli que construyó el primer barómetro, conocido antiguamente por *tubo torricelliano* y verdadera balanza para pesar el aire, sabemos positivamente que *el aire pesa*.

Si suponemos dos tubos comunicantes abiertos por

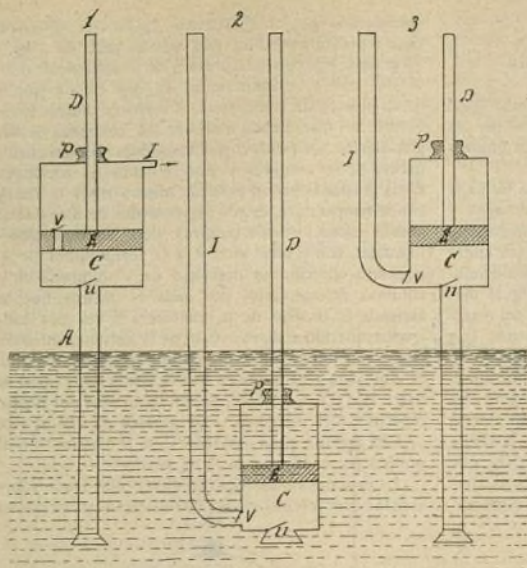


Fig. 5.

1. Bomba aspirante. — A, tubo de aspiración; C, cuerpo de bomba; E, émbolo; D, vástago del émbolo; I, vertedero; P, prensa-estopas; U, válvula de aspiración; V, válvula del émbolo. — 2. Bomba impulsora. — C, cuerpo de bomba; E, émbolo; D, varilla del émbolo; I, tubo de impulsión; P, prensa-estopas; U, válvula de aspiración; V, válvula de impulsión. — 3. Bomba aspirante-impulsora. — A, tubo de aspiración; C, cuerpo de bomba; E, émbolo; D, varilla del émbolo; I, tubo de impulsión; P, prensa-estopas; U, válvula de aspiración; V, válvula de impulsión.

sus extremos, de igual o desigual altura tt , figura 1, cualquier líquido en ellos contenido, por la ley hidrostática llamada de los tubos comunicantes, establecerá su equilibrio estacionándose a igual nivel nn en ambos brazos.

Este sistema así formado puede asimilarse a una balanza muy sensible, en que los dos brazos líquidos vienen a ser los dos platillos. Efectivamente, si sobre uno de los brazos hiciéramos gravitar un peso cualquiera P (fig. 2) en forma de émbolo para que adaptándose a las paredes del tubo no dejara pasar al líquido, esta columna bajo la acción del peso sobrepujado, descendería desde el nivel de equilibrio n hasta un nuevo nivel m en una longitud nm igual a la de elevación no de la otra columna y ambas proporcionales al peso P adicionado.

Estas dos condiciones de equilibrio, implican que, en la primera, obrando la atmósfera por la acción de la gravedad sobre las dos superficies descubiertas del líquido y permaneciendo éstas, sin embargo, a igual nivel, el peso de la atmósfera está representado por un valor igual sobre los dos platillos; luego si de uno de los platillos quitamos una porción de atmósfera o toda la atmósfera que pesa sobre él, desequilibrado el sistema, este platillo o columna líquida ascenderá en una cantidad proporcionada impulsada por el mayor peso de la atmósfera que permanece sobre la otra columna ahora en descenso.

La acción o efecto de quitar o sacar atmósfera (aire) de un recipiente, como un tubo, es lo que conocemos por succión o aspiración. Y esta propiedad de ascen-

der el agua (como otro líquido o fluido cualquiera) bajo la influencia de un desequilibrio de presiones atmosféricas producido dentro de condiciones adecuadas, es lo que constituye el principio de las bombas hidráulicas.

Para deducir otro principio esencial de la teoría de las bombas hidráulicas, todavía podríamos considerar el mismo sistema de tubos comunicantes, pero conteniendo dos líquidos diferentes que podrían ser, por ejemplo, el agua y el mercurio; o bien un líquido y un gas como el mercurio y el aire atmosférico o como el agua y la atmósfera e indagar en qué proporciones cada uno de estos fluidos se equilibrarían formando cada uno de ellos uno de los brazos de la balanza fluidica.

La ley estática de este equilibrio se formula diciendo que las alturas de las columnas líquidas están en razón inversa de las densidades; es decir que, a mayor densidad o peso del fluido, menor altura.

Sea el primer caso propuesto (agua y mercurio); tomando por unidad la densidad del agua, la del mercurio es 13,6 y, como antes, supondremos una altura en la columna de este líquido, de 760 milímetros y desconocida la del agua que tratamos de determinar. De modo que tenemos:

	Alturas	Densidades
Agua.	x	1
Mercurio.	760 mm.	13,60

O sea: razón directa de alturas: $\frac{x}{760}$; razón inversa

de densidades: $\frac{13,6}{1}$. Igualando estas razones:

$$\frac{x}{760} = \frac{13,6}{1}$$

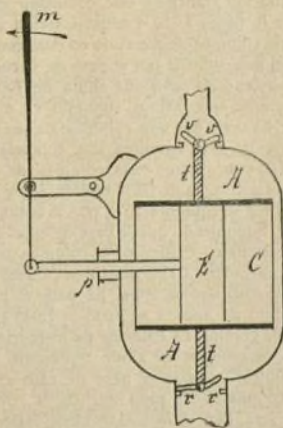


Fig. 6.

V despejando x:

$$x = \frac{760 \times 13,6}{1} = 10,336 \text{ metros}$$

altura de la columna de agua para que, pesando igual que la de mercurio, se establezca el equilibrio entre los dos brazos. Esta condición de equilibrio está gráficamente representada en la figura 4.

Podríamos ahora determinar en la misma forma la condición de equilibrio entre una columna de agua y otra de aire o entre una de aire y otra de mercurio, y concretando el problema calcular o indagar qué altura habría de tener una columna de mercurio para equilibrar o pesar igual que otra de atmósfera de igual diámetro, desde su nivel inferior sobre el nivel del mar y su límite superior. En este caso, aún suponiendo que pudiéramos disponer de un tubo tan alto como la atmósfera, tropezaríamos con la dificultad de que mientras sobre la columna de la atmósfera no existiría otra atmósfera que pesara sobre ella, sobre el brazo abierto que contuviera el mercurio gravitaría una columna prácticamente tan alta como la misma atmósfera, que se equilibraría con la del otro brazo obligando al mercurio a descender y reduciéndose el caso al represen-

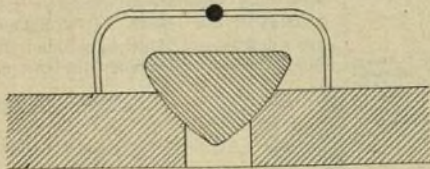


Fig. 7.

tado en la figura 1 del equilibrio en los tubos comunicantes abiertos. Las condiciones necesarias para el equilibrio buscado se lograrían por lo tanto extrayendo el aire del tubo de mercurio y entonces podríamos considerar a los dos cuerpos contrastados en el vacío. La demostración gráfica de este equilibrio está representada en la figura 3. La experimentación nos haría ver cómo la columna de mercurio en estas condiciones, al nivel del mar, influida por el peso de la columna atmosférica ascendería hasta una altura de 760 milímetros, la misma que hemos supuesto en el anterior problema. Es decir que una columna de aire atmosférico, al nivel del mar, equilibra una columna de mercurio de 760 mm. y como esta columna de mercurio equilibra otra de agua de 10,33 metros, ésta y la atmosférica también se equilibrarán y, por lo tanto, serán de igual peso. Suponiendo que la base de estas columnas sea de 1 centímetro cuadrado, la columna de agua de 10,33 m. contendrá 1.033 centímetros cúbicos y pesando 1 gramo cada uno de éstos, da para el peso total de la columna de agua $1 \times 1.033 = 1.033$ gramos o sea 1 kg. 33 gramos. La columna de mercurio de igual base y 76 centímetros de altura representa 76 centímetros cúbicos y siendo el peso de cada centímetro cúbico 13,6 gramos, el peso total de la columna de mercurio será $13,6 \times 76 = 1,033$ kgs., valor coincidente con el anteriormente hallado para la columna de agua; por lo tanto el peso de la columna atmosférica

considerada pesará igualmente 1,033 kgs. Como el peso representa presión, este mismo peso de 1 kg. y 33 gramos representa la presión de la atmósfera al nivel del mar a la temperatura 4° , que es a lo que se llama presión de 1 atmósfera. A mayores alturas sobre el nivel del mar, siendo menores las columnas de aire atmosférico, los pesos correspondientes necesariamente habrán de ser menores y por lo tanto las presiones. Estas presiones varían para un mismo nivel o altura, con la temperatura, estado higrométrico del aire y otras causas físicas y meteorológicas; pero en condiciones normales, con el aire seco y a la temperatura de 4° podemos apreciar un descenso de 1 milímetro en la columna de mercurio, por cada 11 metros que se asciende en el seno de la atmósfera o sea por cada igual reducción o disminución de la columna atmosférica, y este milímetro de mercurio equivalente a 11 m. de atmósfera representa en una columna de 1 cm.² de base, $1 \times 0,1 = 0,1$ cm.³, que multiplicados por el peso específico del mercurio, 13,6 gramos da: $0,1 \times 13,6 = 1,36$ gramos, peso que representa la disminución de presión por cada capa de 11 m. de aire.

La presión atmosférica se ejerce por igual sobre toda la superficie del globo, por lo tanto en cualquier

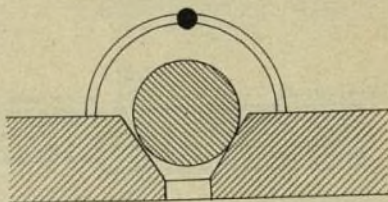


Fig. 8.

punto del mismo que por cualquier procedimiento se produzca un vacío, una sustracción de aire, la atmósfera ejercerá sobre aquel punto, que puede ser un recipiente, una presión proporcionada al vacío efectuado y a la altura en que se realice la operación, tendiendo la atmósfera a restablecer el equilibrio ocupando por sí misma el espacio enrarecido o *impeliendo* al cuerpo o material que obstruya su paso.

Resumiendo: por el primer principio demostrado, *un líquido puede elevarse sobre su nivel*, mediante un desequilibrio o diferencia de presiones entre la natural de la atmósfera y la existente en una cámara o recipiente cualquiera. Por el segundo principio, la altura a que podrá elevarse un líquido y, en general, un cuerpo cualquiera, dentro del tubo, recipiente o cámara de aspiración estará limitada de modo absoluto por el peso específico de cada cuerpo, puesto que el *platillo de balanza* que éste representa, nunca podrá exceder del peso máximo del otro platillo representado por la atmósfera. Así el agua nunca podrá elevarse a mayor altura de 10,33 m. como el mercurio a mayor altura de 76 centímetros.

Estos dos principios constituyen la teoría de las *bombas hidráulicas*.

BOMBAS HIDRAULICAS.—La aplicación práctica de estos principios se realizó primitivamente por medio de los dispositivos de émbolo de movimiento alterna-

tivo, dando lugar a las *bombas de émbolo*. La tendencia moderna de la ingeniería a simplificar los movimientos, convirtiéndolos todos en movimiento de rotación, dió posteriormente origen a las *bombas rotatorias* y a las *bombas centrífugas*. Estos son los tres géneros típicos de bombas hidráulicas hoy existentes. En todos ellos existe siempre una función o dinamismo aspirativo y otro simultáneo o alternativo de impulsión o escape. La función impelente se encuentra, sin embargo, aislada en los tipos de bombas de émbolo llamadas impelentes, especialmente en alguna de sus variedades, pues en otras todavía podríamos encontrar algo de la función aspirativa y a pesar de que ésto las separa y diferencia esencialmente de todas las demás bombas hidráulicas fundadas en la presión atmosférica, figuran sin embargo clasificadas entre éstas como una de sus variedades tal vez por la semejanza de su estructura general y dispositivos orgánicos. La función impelente adicionada a la de aspiración, suple la deficiencia de la presión atmosférica, haciendo teóricamente posible la elevación del agua y en general de los líquidos, por medio de las bombas, a cualquier altura, dependiendo únicamente de la fuerza motriz aplicada o disponible y desde luego de la capacidad de las bombas.

Bombas de émbolo. — Existen tres variedades de esta clase de bombas: la *impelente*, la *aspirante* y la *aspirante-impelente*, que pueden ser de *simple* o de *doble efecto*. He aquí, esquemáticamente, su funcionamiento.

Bomba aspirante de simple efecto. — (Figura 5, n.º 1). Al ascender el émbolo o pistón E por el cuerpo de bomba o cilindro C, forma el vacío en la parte inferior de esta cámara; la presión exterior atmosférica, mayor entonces que la existente debajo del émbolo, obra sobre la superficie del agua comprimiéndola con su peso; el brazo de agua equivalente busca su equilibrio, contrapesando el de aire, asciendo por el tubo de aspiración A, levanta a su paso la válvula U y tiende a llenar el espacio vacío del cilindro C debajo del émbolo: esta es la función aspiratoria que ya conocemos. Terminado el curso ascensional del émbolo en la parte superior de la cámara, inicia su descenso: en este momento, tanto por la reducción del vacío como por la presión del émbolo, el agua contenida en la parte inferior del cilindro tiende a bajar; la válvula U por su propio peso y por la acción del agua en descenso, cierra el tubo de aspiración; comprimida entonces el agua, pasa por la única salida a través del émbolo, abriendo la válvula V, a la parte superior de la

cámara C. Al iniciar el émbolo, nuevamente, el movimiento ascensional, la válvula V se cierra y mientras por la parte inferior se repite la fase de aspiración, el agua contenida en la cavidad superior se vierte al exterior por el orificio o tubo de escape I.

Bomba impelente. — (Figura 5, n.º 2). En esta variedad, el cuerpo de bomba está siempre sumergido. Al ascender el émbolo, el agua penetra en la cámara inferior C del cilindro, abriendo la válvula U que se cierra cuando el émbolo inicia su descenso; comprimida entonces el agua contenida en C por la fuerza viva del pistón, abre la válvula V del tubo de impulsión, por el que se eleva, hasta que invirtiendo el émbolo su movimiento, se vuelve a cerrar la válvula V que retiene el agua contenida en el tubo impelente, mientras se llena de nuevo el cilindro.

Bomba aspirante e impelente. — (Figura 5, n.º 3). Como en la anterior, en esta bomba el tubo de impulsión arranca de la parte inferior del cilindro, pero éste permanece fuera del líquido. Durante la fase aspirativa de ascensión del émbolo, el líquido penetra en la cámara C, el descenso del émbolo determina la fase impelente; la primera es la misma fase única con el mismo funcionamiento de la *bomba aspirante*; la segunda, de la bomba impelente reuniendo los principios de ambas.

Bomba de doble efecto.

— El esquema de esta variedad se representa en la figura 6. El cuerpo de bomba o cilindro C en que juega el émbolo E está encerrado en una cámara A dividida en dos partes por el tabique tt. En un extremo del tabique

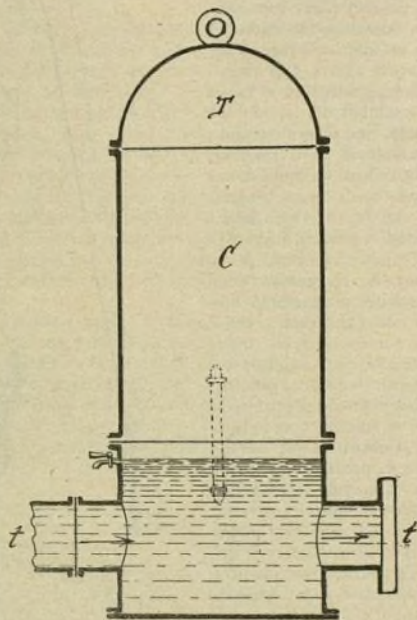


Fig. 9.

junto al arranque del tubo de aspiración, permiten la acción de esta fase, abriendo hacia dentro dos válvulas de charnela, rr, correspondiendo una a cada división del recipiente AA. En el extremo opuesto, montadas también sobre el mismo tabique, están las válvulas vv que, abriendo hacia fuera, facilitan el flujo de impulsión. La varilla del pistón, después de pasar por el prensaestopa p, se articula a una palanca que en movimiento alternativo puede ser accionada a mano en las bombas de pequeña capacidad o por medio de una biela o excéntrica en las que exigen la aplicación de una fuerza mecánica. En esta bomba, en cada movimiento alternativo del émbolo, se produce la doble fase de aspiración e impulsión siendo, por lo tanto, ambas continuas. Si el émbolo E descende, la cavidad superior funciona en aspiración, abriéndose por este lado del tabique la válvula de aspiración r y cerrándose la de impulsión v. Durante el mismo movimiento la cavidad inferior funciona en impulsión, cerrándose de este lado la válvula

de aspiración *r* y abriéndose la de impulsión *v*. Si el émbolo asciende se invierten todas las posiciones expuestas de las válvulas y consiguientemente las funciones de las dos cavidades.

Órganos auxiliares de las bombas de émbolo.—Se habrá observado el papel esencialísimo de las válvulas en las bombas de émbolo como órganos de distribución y dirección. Las válvulas más corrientemente empleadas en estos aparatos son las de charnela y las de disco, pero para las bombas que han de funcionar a grandes presiones se adoptan válvulas que ofrezcan gran resistencia, de formas cónicas y cilíndricas como las representadas en las figuras 7 y 8.

Los movimientos alternativos del émbolo, que son los que determinan los flujos de absorción e impulsión de los líquidos, tienen por su naturaleza una velocidad irregular que empezando en un valor *cero* para alcan-

zar un máximo, vuelve a reducirse a *cero*. Esta irregularidad se refleja en el curso por los tubos del líquido absorbido, especialmente cuando éstos alcanzan cierta longitud, traduciéndose en impulsiones irregulares, a veces bruscas, que modifican en cierto modo el gasto o corriente media y el buen funcionamiento de la bomba. Se compensan estas alteraciones produciendo una absorción casi igual y constante por medio de las *cámaras de aire*, que se construyen de hierro, fundición o palastro.

Estas cámaras se establecen como se representa en la figura 9. Constan de una cámara de aire *C* montada sobre la tubería *tt*; una tapa *T* para poder registrar y limpiar el aparato; un tubo de nivel para poder observar las oscilaciones del agua; grifos de corrección para

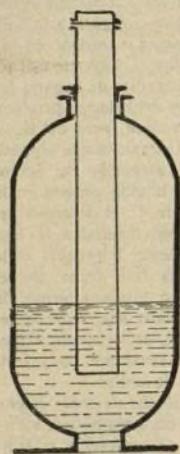


Fig. 10.

dar salida al agua sobrante y entrada al aire cuando es necesario. Circulando el agua por el tubo *tt*, al disminuir la absorción asciende por la cámara *C*, comprimiendo el aire en ella contenido, e inversamente, cuando la absorción aumenta, desciende, produciendo esta compensación alternativa una verdadera acción reguladora semejante a la de los volantes en las máquinas de vapor. Cuando el tubo de aspiración es vertical, las cámaras de aire pueden afectar la forma de la figura 10.

Diferentes tipos de bombas de émbolo y aplicaciones.—Las bombas de émbolo se aplican para cualquier altura, pero tienen principal aplicación para elevar pequeños volúmenes a grandes alturas, siendo su campo de acción variadísimo, empleándose en agotamientos, extinción de incendios, abastecimiento de aguas a las poblaciones, alimentación de calderas, etc., pudiéndose aplicar, para ponerlas en movimiento, todos los sistemas motores conocidos, desde el animado hasta el eléctrico. Las aplicaciones especiales han creado tipos variadísimos.

Una de las bombas más sencillas, de uso muy común por su fácil manejo, es la *bomba aspirante e imponente* representada en sección en la figura 11, con la

que se pueden alcanzar grandes alturas aplicando a la palanca una fuerza proporcionada. La variedad de bomba de *doble efecto* está representada por el tipo *Avery* (fig. 12), la varilla de cuyo émbolo puede ser movida mediante una biela y una excéntrica, por el árbol motor de una máquina.

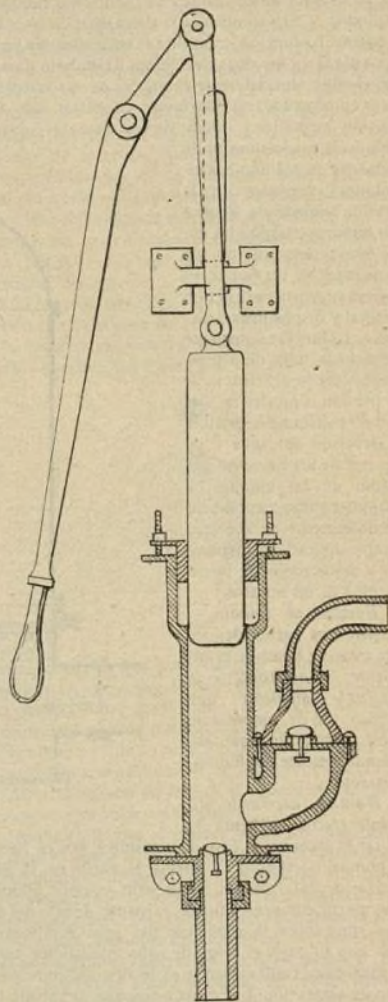


Fig. 11.

En la figura 13 se representa esquemáticamente una *bomba vertical de acción inferior*: el tubo *a* es el de aspiración y el *i* el de impulsión; al ascender el émbolo *E* se produce la fase de aspiración abriéndose la válvula *y* y cerrándose la *r*, llenando el líquido el cuerpo de bomba *A*; en el descenso del émbolo se invierten las posiciones de las válvulas, produciéndose la impulsión por *descenso* por el tubo *i* del agua afluida al cuerpo de bomba en la aspiración precedente.

La *bomba de incendios* (fig. 14) es una combinación de dos cuerpos de bombas aspirantes-impelentes que obran alternativamente, haciendo pasar el agua a un depósito de aire comprimido de una capacidad diez veces mayor que la de uno de los cilindros. Estas bombas movidas por 8, 16 o 24 hombres, pueden lanzar un chorro de 16, 24 o 30 m. con un volumen de agua de 5, 7 u 8 litros por segundo. Hoy existen bombas de esta clase, de gran potencia, movidas a vapor o por la electricidad.

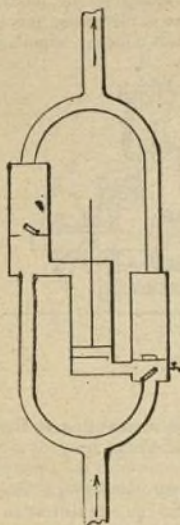


Fig. 12.

Bombas de alimentación.—Están destinadas a proveer de agua las calderas de las máquinas de vapor. Unas veces están accionadas directamente por los mismos mecanismos de la máquina y otras por el vapor procedente de la caldera que son las conocidas bajo la denominación de *caballetes*. Estas bombas son sustituidas hoy día por los modernos *inyectores* y cada vez más limitado su uso.

Bomba Girard.—Es la empleada con preferencia en las grandes instalaciones, especialmente si se aplica un sistema de distribución mecánica para las válvulas como en el sistema Riedler. Está compuesta de dos bombas de simple efecto BB (fig. 15) con émbolo único E; las válvulas, dirigidas por un resorte, son por lo gene-

ral de asiento plano con forma apropiada para evitar las pérdidas de fuerza viva.

Bombas de vapor.—En éstas, el émbolo de la bomba y el del motor están montados sobre el mismo vástago, suprimiéndose, por lo tanto, la biela, la manivela y el volante. Es típica en este género la *bomba Cameron* representada en la figura 16. El émbolo motor E y el de la bomba P, montados sobre el mismo árbol, juegan horizontalmente en las respectivas cámaras o cilindros de vapor M y del cuerpo de bomba C, siendo también automático el aparato de distribución. Entre otros varios tipos, puede citarse también como característico la *bomba Worthington*, compuesta de dos cuerpos de bomba, cada uno de los cuales está accionado por una máquina de vapor; en esta bomba se consigue la eliminación de los puntos muertos estableciendo la marcha alternativa de los distribuidores por el reposo de una bomba durante el funcionamiento del émbolo de la otra que abre la admisión de vapor de la primera.

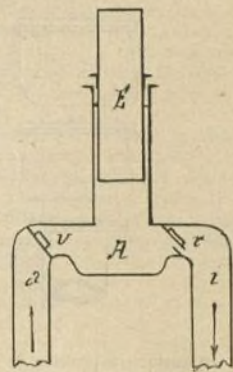


Fig. 13.

BOMBAS ROTATORIAS.—Estas bombas se llaman de émbolo rotativo, pues pueden considerarse como émbolos los dispositivos de paleta ajustados a las cajas cilíndricas del cuerpo de bomba que giran en movimiento de rotación, produciendo por una de sus caras (cara de

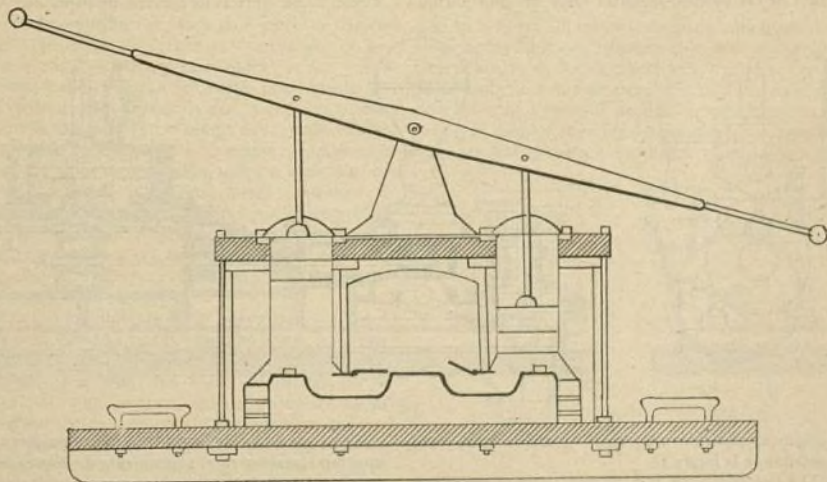


Fig. 14.

retroceso) el efecto de aspiración y por la cara opuesta (cara de avance) el de impulsión. En líneas generales, una bomba rotatoria está constituida por una doble caja

de la

cilíndrica como se desprende del corte en sección esquemática representado en la figura 17, dentro de la que giran en movimiento de rotación y en sentido contrario dos rodillos cilíndricos en posición tangencial, provistos cada uno de dos aletas en oposición diametral y dos escotaduras correspondientes en forma que,

profundidades, estando muy indicadas para servicios agrícolas, riegos de parques y jardines debido a su fácil transporte. Además del citado, que es típico, existen otros modelos de bombas rotatorias que fundadas todas en el mismo principio no se diferencian más que en detalles de construcción más o menos importantes

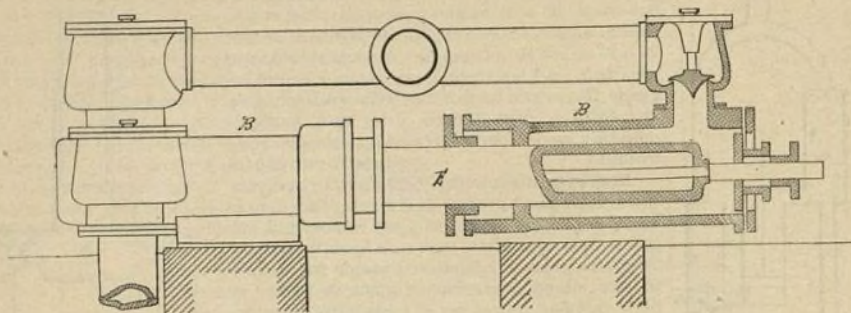


Fig. 15.

en cualquiera posición de sus movimientos, los dos tambores están siempre en contacto. El movimiento se obtiene por un engranaje helicoidal montado en los ejes de los rodillos. Uno de los tipos más perfectos de bombas rotatorias es la bomba de Greindl que constituye una verdadera síntesis de las bombas de émbolo y de las centrifugas, reuniendo las ventajas de ambas y siendo aplicable a la elevación hasta a alturas de 100 metros, lo mismo de los gases que del agua. En este tipo los rodillos sin distintos: uno lleva dos paletas y el otro solo una escotadura epicycloidal, estando dotado, por medio de una multiplicación en los engranajes, de doble velocidad que el cilindro portador de las paletas; distintas fases del movimiento y

siendo dignas de mención las bombas Boquet, Durot, Henry, Malcotte, Rouffet, Stolz, Vislatt, etc.

BOMBAS CENTRÍFUGAS. Generalidades.—La simplificación y reducción alcanzadas con este sistema en la construcción y funcionamiento, dan a la bomba hidráulica un carácter de perfección definitiva que impone su generalización práctica, económica y mecánicamente considerada, habiendo alcanzado, por de pronto, rápida aceptación, no sólo para abastecimiento de aguas, irrigación y desecamiento, sino también para agotamientos en minas y obras hidráulicas, trabajos de alcantarillado, instalaciones de condensación, blanqueos, tintes, fábricas de cerveza, de papel, etc. Acopla-

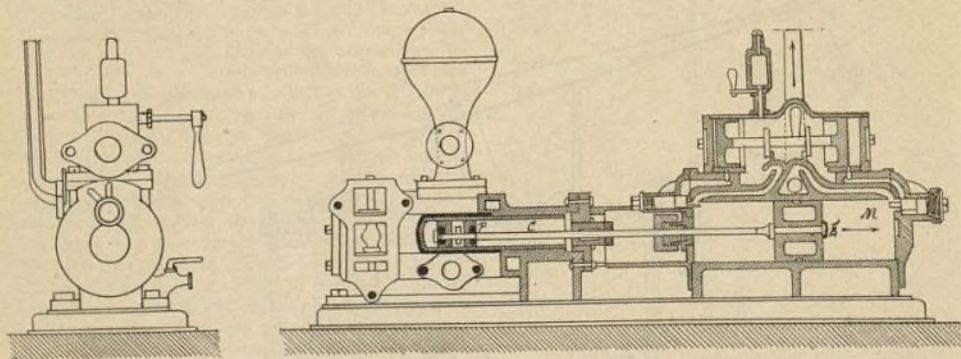


Fig. 16.

das en serie a motores eléctricos han prestado ya servicios inmejorables en el agotamiento de diques de carena, fijos o flotantes, que pueden vaciar rápidamente, sin tener que esperar las pleamares o bajamares y con la importantísima ventaja de suplir por cables las costosísimas canalizaciones, gastos de combustibles, etc. En esta clase de servicios están ofreciendo excelentes resultados en América, especialmente en Nueva-York.

recíprocas posiciones de estos tambores están representados en la figura 18. La instalación de esta bomba es muy sencilla; se ceba por sí misma y su velocidad de marcha es moderada, bastando 80 vueltas para un gasto de 1200 m.³ por hora; el rendimiento varía entre 0,80 y 0,95. Estas buenas cualidades la hacen de gran utilidad, especialmente cuando no hay que elevar el agua desde grandes

recíprocas posiciones de estos tambores están representados en la figura 18. La instalación de esta bomba es muy sencilla; se ceba por sí misma y su velocidad de marcha es moderada, bastando 80 vueltas para un gasto de 1200 m.³ por hora; el rendimiento varía entre 0,80 y 0,95. Estas buenas cualidades la hacen de gran utilidad, especialmente cuando no hay que elevar el agua desde grandes

Su indicación más característica de empleo es la elevación de grandes cantidades de agua, 100 litros por lo menos en un minuto a pequeñas alturas, hasta 15 metros y aún más. Su carencia de válvulas y émbos-

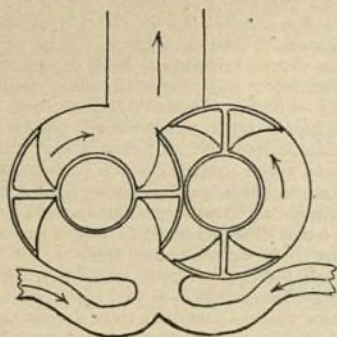


Fig. 17.

los le da una base de gran solidez, haciéndola apta para la absorción de aguas turbias, cargadas de barro o de arena, sin entorpecimiento alguno.

Principio de la bomba centrífuga.—El principio

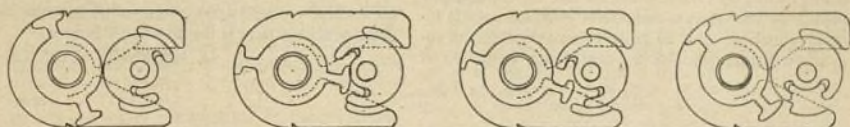


Fig. 18.

de la bomba centrífuga se funda en el efecto de aspiración producido por las corrientes centrífugas, es decir, de centro a periferia, desarrolladas por una rueda de paletas que gira a gran velocidad, pues puede llegar a verificar cerca de mil vueltas por minuto. Iniciándose la aspiración en el centro de la rueda, el tubo de aspiración debe fluir a este punto; generalmente existen dos tubos de aspiración, uno por cada lado de la rueda; por efecto de la misma fuerza centrífuga, el líquido es arrojado tangencialmente por la periferia de la rueda, obligándole, *impeliéndole*, a salir por el único paso formado por el tubo de impulsión dispuesto en aquel sentido tangencial con dirección horizontal unas veces y otras vertical.

Descripción esquemática del mecanismo.—El mecanismo en esquema está constituido, como se representa en la figura 19, por una caja cilíndrica u ovoide, dentro de la cual gira una rueda de paletas curvas montada sobre un eje horizontal que puede ser movido mediante polea o acoplado directamente a un motor. Las paletas pueden colocarse entre dos coronas o libres, en número de 4 a 12, limitadas todas en la circunferencia interior, o prolongadas alternativamente hasta el cubo, cuya disposición afecta la representada en la figura 19. La forma de las paletas difiere según los tipos: existen paletas con la convexidad hacia la salida por el tubo impelente, siendo la curva una espiral de Arquímedes, cuyos extremos forman

con el centro de la rueda, en el tipo Fink, un ángulo de 160°; paletas con la concavidad hacia la salida, paletas radiales con o sin curvatura en el extremo. El espacio comprendido entre el borde lateral de las paletas o corona de éstas y las paredes de la caja no excede nunca de 2 milímetros. Alrededor de la periferia de la rueda, por la excentricidad de ésta con respecto a la caja de bomba, se forma un conducto anular de sección creciente desde un valor casi igual a cero hasta un diámetro igual a 0,6 del diámetro del tubo de impulsión con el cual enlaza en continuidad la curva del conducto anular de la caja.

La altura máxima de aspiración de estas bombas puede alcanzar a 5 m. siendo las que corresponden a los mejores rendimientos y por lo tanto más convenientes, de 0 a 3 metros. Estas bombas necesitan cebarse para empezar a funcionar, para lo cual están provistas de un grifo o tolva; algunos tipos disponen al pie del tubo de aspiración, de una válvula de cierre para mantener siempre cebada la bomba. Cuando el tubo impelente no sale en sentido horizontal, en el extremo del conducto anular existe una llave para dar salida al aire durante el cebo o mientras funciona la bomba.

Tipos de bombas centrífugas.—Pueden citarse la bomba Dumont, de Appold, la de Farcot, y la de Körting, como típicas. La de Farcot se representa en sec-

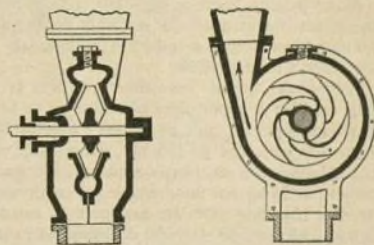


Fig. 19.

velocidad de 130 a 140 revoluciones por minuto para elevar un volumen de 1 metro cúbico por segundo. Para evitar que los cuerpos excesivamente voluminosos arrastrados por la circulación puedan deteriorar o destruir las paletas, el tubo de aspiración está dotado de una rejilla seleccionadora.

La bomba centrífuga Körtling, tipo turbibomba está representada en vista de conjunto en la figura 21 y es objeto de nuestro modelo desmontable en dos secciones demostrativas, longitudinal y transversal.

Por este modelo deduciremos que, en sus líneas generales, obedece a la estructura esquemática ya descrita, propia de la bomba centrífuga; pero ofrece alguna particularidad en la construcción de su rueda de paletas (8), semejante a una turbina y la adaptación de líneas del cuerpo de bomba (4) y disposición adecuada

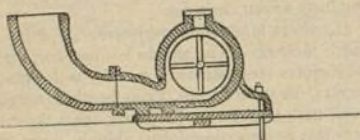


Fig. 20.

de todos los elementos que constituyen el aparato, a condiciones de una conducción teóricamente correcta de la corriente de agua eliminando toda posibilidad de formación de remolinos que tanto influyen en el gasto o caudal eficiente de las bombas.

Esta turbibomba permite alcanzar cualquier altura con un máximo de efecto útil pudiendo regular con facilidad el rendimiento y la altura de elevación, mediante una ligera variación del número de vueltas o por medio de una válvula-compuerta interpuesta en la tubería impelente. Por el primer procedimiento, el aumento o disminución de un cuatro por ciento en el

número de vueltas, produce el aumento o disminución de un 40 por 100 del gasto de agua. Por el segundo procedimiento, cerrando más o menos la válvula mencionada permite variar la cantidad dentro de grandes límites, quedando el consumo de fuerza casi proporcional al rendimiento. La entrada de agua, después de remontado el tubo de aspiración (6) se verifica por ambos lados, dividiendo al brazo de agua un tabique (12) evitándose así presiones laterales, y siendo conducida a los bocines interiores (11) desde donde la acción centrífuga la recoge para arrastrarla por los álabes (9) o celdas formadas por las paletas, núcleo y corona cónica del rotor y arrojarla contra el conducto anular del cuerpo de bomba pasando por los bocines exteriores (10) donde reacciona tangencialmente por la única salida o tubo de impulsión (5). El rotor va montado sobre un eje (7) que descansa sobre soportes (2) de cojinetes de metal blanco provistos de anillos de arrastre para el engrase. Esta bomba es de fácil acceso, bastando sólo levantar una tapa para que queden libres el cuerpo y la rueda-turbina, sin necesidad de desmontar la tubería.

Correspondería aquí tratar ahora de las bombas centrífugas llamadas de alta presión. La importancia de estas modernas máquinas merece capítulo aparte, para prestarles la atención y extensión debidas, que aquí ya no podemos hoy concederles. Por el mismo motivo, aplazamos para el número próximo, el completar este ligero estudio con el *cálculo de las bombas hidráulicas* (de émbolo y centrífugas) y algunas tablas conteniendo datos prácticos para la instalación de bombas.

A. MENENDEZ CABALLERO.

Motor de aceite de 1600 HP para barco petrolero (Véase lámina central)

Una de las instalaciones que más llamaron la atención de todos los técnicos en la reciente Exposición de Gante, fué la de un motor Diesel construido por la casa Avels Hermanos de dicha ciudad por encargo del almirantazgo inglés para su instalación a bordo de un buque petrolero. Dicho motor, por la perfección, cuidado y excelentes disposiciones de su construcción es la última palabra, lo mejor que hasta la fecha han producido sus constructores que son unos de los primeros del mundo en lo que se refiere a motores de aceite adaptados a la navegación.

Este motor, que al feno desarrolló una fuerza de 1600 caballos de vapor, tiene seis cilindros de 510 mm. de diámetro por 920 mm. de carrera e imprime al árbol motor una velocidad de 130 revoluciones por minuto. Los cilindros son de hierro fundido probados a una presión de 50 kg. por mm.² y en la cabeza de cada uno de ellos hay siete válvulas, una para la entrada del combustible, otra de aire, otra de seguridad y cuatro de expulsión. Las bombas inyectoras del combustible son seis, una para cada cilindro y están montadas de dos en dos, correspondiendo a las tres series de dos cilindros de que consta el motor; cada una de estas tiene un diámetro de 25 mm. y una carrera de 55 mm. y están accionadas por una serie de leva movidas por una excéntrica.

La regulación de la marcha del motor y su reversión se efectúan por medio del volante a movido a

mano; la reversión completa puede hacerse tan sólo en 8 segundos, lo que da una regularidad y rapidez de maniobra notabilísimas.

Química

Moderna fabricación del ácido sulfúrico

El ácido sulfúrico es uno de los productos más importantes de la industria química. Por ello nuestros lectores nos permitirán reproducamos en toda su extensión un excelente estudio recientemente publicado por el doctor Witoff en la *Revue de Chimie Industrielle*.

Desde que el árabe Geber lo obtuvo por primera vez destilando el sulfato de hierro, la fabricación ha progresado extraordinariamente, progreso que ha sido impulsado por la gran utilidad obtenida por la industria con la aplicación de dicho producto; de etapa en etapa, en nuestros días se llega a producirlo en forma metódica y en cantidades realmente formidables, y a ello se debe su extraordinaria baratura (5'50 a 6 pesetas los 100 kilogramos en España).

Su fabricación puede realizarse bajo dos formas:

1.º Por el procedimiento de las cámaras de plomo;

2.º Por el procedimiento de contacto.

El procedimiento de las cámaras de plomo, el más antiguo, consiste en oxidar el anhídrido sulfuroso

procedente de la combustión de las piritas (mineral que se elige con preferencia al azufre por su baratura y que contiene un 50 por ciento de dicho cuerpo), por vapores nitrosos en presencia de aire y de vapor de agua.

La pirita es quemada en un horno, ya sea el horno Maletta, el más generalmente empleado, ya el de Gershenhofer o bien una modificación de ambos tipos, y el anhídrido sulfuroso que de ello resulta es conducido al mismo tiempo que el aire a grandes cámaras de madera cuyo piso, paredes y techo, están revestidos por planchas de plomo. Por otro lado llegan a la misma cámara los vapores de nitrógeno y el vapor de agua. Los gases en contacto van pasando por diversas fases, en el curso de las cuales el gas nitrógeno interviene como catalizador para fijar el oxígeno del aire sobre el anhídrido sulfuroso. Interviniendo en este momento el vapor de agua, fórmase el ácido sulfúrico que va a condensarse en el piso de la cámara de plomo.

El ácido obtenido de este modo es poco puro, conteniendo un 67 por 100 de H_2SO_4 marcando 53° Baumé. Concéntrasele en seguida en recipientes de plomo o platino o bien en aparatos concentradores hasta los 66° Baumé.

Este procedimiento no permite obtener ácido monohidratado puro a 100 por 100 de H_2SO_4 . Para ello es preciso congelarlo hasta 20° y secar los cristales de ácido sulfúrico obtenidos. Fundiendo luego estos cristales se obtiene el ácido monohidratado H_2SO_4 . El ácido sulfúrico resultante contiene muchas impurezas, y para purificarlo débesele destilar a 340°.

Este procedimiento es relativamente dispendioso porque a pesar de todo pierdesse gran cantidad de vapores nitrosos, producidos por el ácido nítrico, mucho más caro que el sulfúrico. Para evitar estas pérdidas se adjuntan en las grandes instalaciones las torres de Gay Lussac y de Glover, en las que una gran parte de los gases es recuperada y pueden ser devueltos a la fabricación.

Los inconvenientes que presenta el procedimiento reseñado han aguzado el ingenio de los técnicos, que se han desvelado por hallar otro más perfecto, siendo numerosos los sistemas preconizados. Entre estos, el procedimiento llamado «de contacto» constituye uno de los mayores progresos alcanzados en el dominio de la tecnología química.

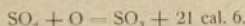
El principio del sistema de contacto consiste en poner en presencia el anhídrido sulfuroso y el oxígeno en ciertas condiciones de temperatura, que, en presencia de ciertos cuerpos catalíticos, como las sales del vanadio, el asbesto platinado, etc., lo transforman en anhídrido sulfúrico SO_3 , fundiendo a 150° y presentándose bajo forma de una masa sólida y transparente como el cristal, y también como una masa sólida opaca como el asbesto. Esta última no se funde cuando se la caldea y destila directamente.

La evolución de los procedimientos de contacto ha sido lenta y su desarrollo por demás laborioso hasta el descubrimiento de las capacidades catalíticas del platino por Phillips en 1831.

Clemens Winkler demostró en sus experimentos que un volumen de oxígeno y dos de anhídrido sulfuroso pueden ser transformados en anhídrido sulfúrico, y que todos los demás gases perjudican la buena marcha de la reacción.

Sabido es que los gases procedentes de los hornos de pirita encierran gran cantidad de impurezas, en especial arsénico. Este último perjudica al platino y tiene gran influencia sobre el rendimiento. Hay precisión por tanto de que los gases sean purificados antes de su paso sobre el catalizador.

Otro punto esencial es el enfriamiento de la masa en el momento de la reacción, porque, en efecto,



y una parte de la materia producida se desprende entonces.

Este procedimiento tan sencillo en sí es, no obstante, de los más difíciles de aplicar y la conducción regular de este sistema es uno de los más grandes problemas de la tecnología química moderna.

Si el procedimiento de las cámaras de plomo presenta algunos inconvenientes, no olvidemos que su marcha es, en general, muy regular y da un producto igual con un rendimiento muy próximo al 98 por 100, mientras que con el procedimiento de contacto se ve que muchas veces el rendimiento desciende hasta el 90 por 100. Esto no se debe evidentemente al principio de la fabricación, sino a la aplicación del mismo: un pequeño detalle, el menor olvido, basta para comprometer toda una fabricación.

En resumidas cuentas el rendimiento, en el procedimiento de contacto, depende únicamente de:

- 1.º Composición y consumo constantes y normales de los gases de combustión;
- 2.º De su purificación y desecación convenientes;
- 3.º De la forma de los catalizadores de modo que se obtenga la temperatura favorable a la velocidad máxima de reacción;
- 4.º De la naturaleza de la masa de contacto y de su disposición en el catalizador;
- 5.º De la absorción regular y conveniente del anhídrido sulfúrico formado.

El hecho de ser indispensable el tener gases puros y un consumo regular de ellos ha obligado a adoptar en todos los sistemas los hornos de marcha automática, en particular los de Mac Dougall, de Frash y de Herreshoff.

El empleo de estos hornos automáticos suprime el de grandes cámaras de polvo indispensables con los hornos mecánicos en el procedimiento de las cámaras de plomo, igualmente que el ventilador, que puede ser colocado directamente después de los hornos de combustión, lo que es particularmente favorable al funcionamiento regular de los hornos que suministran una combustión muy regular, la necesaria justamente para la catálisis.

El gas de combustión procedente de los hornos de pirita es dirigido a cámaras especiales de forma cilíndrica; los gases, llegando tangencialmente, van a tropezar contra unos diafragmas que les obligan a circular, tangencialmente siempre, por los diferentes compartimientos, para penetrar finalmente por una canal vertical central. En este dispositivo los gases se ven obligados a recorrer un camino muy largo sin disminuir sensiblemente su velocidad, por lo que se desprenden y depositan con facilidad las partículas sólidas pesadas. Sin embargo, quedan aún en suspensión en los gases las partículas ligeras, porque su finura y difusión es extremada y su eliminación, por consiguiente, constituye una de las mayores dificultades del sistema.

A su salida de la cámara cilíndrica, los gases, desahogados de sus impurezas sólidas, pasan por la canal central a un tubo de fundición de cinco metros de largo. Este tubo posee un dispositivo donde los depósitos van a acumularse, que se limpia con facilidad. Desemboca en un refrigerante formado por un cilindro de fundición y un cilindro de plomo, cuya parte interior es troncocónica, y va a sumergirse en un baño de agua. Con el objeto de evitar la acumulación de los depósitos sobre las paredes del refrigerante y para favorecer el depósito del polvo ligero de los gases, dirige-se una corriente de vapor en sentido inverso del de la corriente gaseosa. Lo que se condensa cae en la junta hidráulica, en la cual un sifón de plomo evacúa las partes densas descendidas al fondo. La llegada del vapor a la atmósfera gaseosa produce una condensación de la primera, y el agua, cayendo en forma de gotitas, arrastra el polvo fino hacia el suelo. El refrigerante es enfriado exteriormente por una corriente de agua fría.

COMBUSTIÓN DE LAS PIRITAS

La combustión de las piritas debe ser obtenida en un horno especial, particularmente los de Mac Dougall, Frash o Herreshof. Este último, que es una combinación de los principales elementos de los hornos Mac Dougall y Frash, es el que da los resultados más completos. Está formado por un recipiente cilíndrico de plancha, revestido de mampostería refractaria, en cuya obra hay practicadas unas a modo de aspilleras atravesadas por un árbol central provisto de un cierto número de brazos horizontales dispuestos en ángulo recto con este eje.

El número de elementos de combustión es cinco, y sobre cada uno de ellos se disponen dos brazos, especie de paletas huecas de fundición, una en la prolongación de la otra. Estas paletas tienen dientes inclinados de tal modo que al funcionar arrastran la piritita del elemento superior y cae en el segundo, arrastrada desde el centro hasta los bordes. Los brazos del segundo elemento tienen los dientes dispuestos en sentido contrario, de forma que llegando la piritita sobre los bordes es arrastrada hacia el centro, de donde cae por una abertura anular pasando al elemento inferior, donde comienza el movimiento precitado.

Las aberturas de los pasos alrededor del eje y sobre los bordes están establecidas de modo que dejan, al mismo tiempo que caer la piritita, desprenderse fácilmente los gases procedentes de la combustión.

El eje central de rotación, que tiene un diámetro de 0,35 m., es hueco, lo que permite enfriarlo por medio de una circulación de agua. Una chimenea practicada debajo favorece mucho el tiro.

La piritita introduciéndose de modo continuo y automático. En marcha regular, cada horno consume dos toneladas y media de piritita cada veinticuatro horas.

FUNCIONAMIENTO DEL HORNO HERRESHOF

Cuando los hornos son de construcción reciente, déjaseles secar durante dos o tres semanas, y luego se hace fuego en todas las cámaras a la vez; pero poco violento, con madera seca. De este modo la mampostería se seca regularmente y sin bruscas sacudidas que tienen el peligro de provocar resquebrajaduras. Caldéase de este modo durante una semana y luego puede dejarse enfriar. Retírase las cenizas y se montan los brazos sobre su eje.

Después de haber lubricado cuidadosamente los diversos órganos del horno, pónese éste en marcha, de vacío durante algunas horas, pudiéndose cargar luego de piritita por la tolva que a tal efecto posee en la parte alta del horno.

Al mismo tiempo que se caldean los hornos se caldearán lentamente las cámaras de polvo por medio de madera primero y luego con coque, teniendo cuidado de cerrar los registros y obturadores emplazados entre la cámara y el refrigerante. Se entenderá el calor con el coque hasta la puesta en marcha de la instalación.

Se tendrá cuidado en la construcción de proveer las chimeneas del horno y de la cámara, de ventanitas que permitan moderar el calor si éste se hiciese demasiado intenso.

Para vaciar los hornos en el momento de la puesta en marcha se hará uso de instrumentos apropiados y rastrillos.

En la bóveda de los hornos se colocarán pequeños tubos de hierro de 25 a 26 centímetros de longitud para captar muestras de gases en el curso de la combustión, lo mismo a la entrada que a la salida de las cámaras de polvo.

Antes de la puesta en marcha hay que asegurarse del perfecto cierre de las juntas de las puertas, comprobando si la mampostería se halla en perfecto estado. Cárgase con piritita fina y seca y con ello la instalación está dispuesta para ponerse en marcha.

Cuarenta y ocho horas aproximadamente antes de

la puesta en marcha, comiézase por caldear la cámara de polvo por medio de carbón de coque; los gases que se escapan por la chimenea no deben tener una temperatura inferior a los 400°. El primer caldeo de los hornos dura aproximadamente de 36 a 48 horas.

Comiézase por el piso superior quemando madera bien seca, y cuando el fuego ha adquirido fuerza se añade carbón de coque y se activa el fuego en el segundo y luego en el tercer piso hasta caldear los tres al rojo vivo, lo que se comprueba por el aspecto de las bóvedas. El cuarto y quinto piso no se deben caldear igual que los tres primeros.

Síguese el caldeo hasta que todos los productos de la destilación procedentes de la madera empleada para el secado que no hayan podido condensarse se hallen consumidos por completo. Desembarázase de los residuos y se alimenta con piritita, añadiendo coque a todos los pisos, y luego, seis o siete horas después, se añade piritita. Estas operaciones deben ser comenzadas preferentemente por la mañana. Déjase consumir el coque: de este modo los hornos son llevados al rojo y no queda más que poca cantidad de coque incandescente por retirar. En este momento se introduce la piritita, prepáranse las palas y rastrillos así como dos mangas de riego. Comiézase por desalojar toda la madera almacenada en las proximidades de los hornos, después de haber comprobado una última vez el perfecto funcionamiento de los refrigerantes, aparatos lavadores y columnas de desecación; comiézase entonces el vaciado de los hornos por dos lados a la vez; desembarázase el piso superior de los hornos de carbón de coque y cenizas evitando hacer lo propio con los residuos que forman una capa, y prosiguese la misma operación con el segundo y tercer piso. La limpieza del piso superior exige poco tiempo, pues la caída de la piritita de un piso a otro por la rotación del mecanismo hace que la mayor parte de la materia sea arrastrada.

Es práctica excelente enviar durante los primeros tiempos los gases sulfurosos a la atmósfera por medio de chimeneas provisionales; para ello, tan pronto queda terminada la limpieza del piso superior, introduciéndose de 100 a 120 kgs. de piritita por medio de palas. De este modo no se corre el riesgo de dejar enfriar el segundo y tercer piso de los hornos durante la limpieza de los pisos inferiores.

Tan pronto los tres pisos superiores se han desembarazado del coque y madera, accionase el mecanismo de arrastre de estos pisos. A la vez se pone en movimiento, separadamente para cada uno de estos hornos, el mecanismo de carga, observando cuidadosamente los movimientos de la rueda dentada de gran tamaño que dicho mecanismo posee. No hay que olvidar el engrase cuidadoso del piñón dentado del árbol. Un operario debe estar ojo avizor muy cerca, presto a desembragar a la menor señal. Si el frotamiento es nulo o insensible, el árbol gira regularmente y sin estremecimientos: la menor resistencia hace dar movimientos irregulares a la rueda dentada. Una ligera trepidación en el momento de la puesta en marcha no es un indicio inquietante; no obstante, si las trepidaciones persisten y se amplifican, tendiendo la correa a deslizarse, sin pérdida de tiempo hay que buscar la causa de la anomalía. Para ello hágase funcionar alternativa y separadamente cada horno, ya que si una rueda se mueve con irregularidad su movimiento es transmitido a las demás por el árbol central común.

Para que el horno alcance rápidamente la temperatura necesaria, púedese cargar los tres pisos superiores por medio de pala, hasta que cada uno de ellos haya recibido una carga de 300 a 325 kilogramos de piritita; de este modo se dispondrá de suficiente tiempo para limpiar tranquilamente los dos pisos inferiores, primero el cuarto y luego el quinto. Durante la limpieza se puede parar o dejar funcionar el mecanismo rotativo

sin ningún inconveniente. Después de la limpieza pónese en su lugar los brazos de arrastre.

Al principio de la marcha del árbol central, los brazos barren los trozos de coque que hubieran podido permanecer sobre los pisos y que incluso podrían determinar la rotura de los brazos. Para quitar estos trozos de coque hay que parar cada horno en el momento justo en que el brazo llega frente de la abertura de la portezuela. En ningún caso los operarios emprenderán este trabajo sin antes haber parado el mecanismo de rotación. Si posible es, como hemos dicho antes, se dejarán escapar los primeros gases a la atmósfera y se continuará cargando. En el caso de que así no se haga, convendrá velar el caldeo y la eliminación del combustible y hollín, porque el menor descuido por este lado puede tener consecuencias desastrosas.

Durante este tiempo el compresor es accionado igualmente y el aparato de contacto es caldeado con aire seco.

Cuando todo funciona normalmente, ábrese un poco y simultáneamente el registro emplazado en la cámara de polvo y el refrigerante. Pónese en comunicación con la tubería de aspiración y se cierran los registros que conducen a las chimeneas. Los registros son recubiertos de arena fina y parafinados.

Con algunos días de intervalo, los hornos son caldeados al rojo de arriba a abajo; si las condiciones de tiro son normales, el rojo del 4.º y 5.º piso debe, a pesar de ello, desaparecer poco a poco, porque la mayor parte de las veces quedan, al principio, algunas fisuras que permiten la aspiración del aire. Al principio se presentan muchos inconvenientes que poco a poco van venciendo. El trabajo o misión del compresor, que es la de realizar la compresión de los gases exigidos por el catalizador, no basta algunas veces para dar suficiente tiro al horno y por consiguiente los pisos inferiores de éste continúan acusando una temperatura excesiva para que se pueda encontrar el paraje por donde se hace una entrada de aire; en este caso pueden efectuarse análisis sistemáticos de la salida de los hornos en los filtros, pero es mucho más sencillo poner operarios en observación de trecho en trecho, en los hornos, en la cámara de polvo y en las tuberías.

Se parará algunos instantes el compresor; los gases blancos saldrán entonces por todas las fisuras y hendiduras de la mampostería. Se vigilará así mismo el cierre hermético de las portezuelas, y se examinará las juntas de arena alrededor del árbol central, los registros de las chimeneas, las cadenas y conos de obturación de los compartimientos de las cámaras de polvo, etc. En la bóveda de los hornos, en la embocadura de los pequeños colectores de gas, pueden existir escapes en gran número. Se alquitranará varias veces la cámara de polvo mientras se halle suficientemente caldeada. La adición de una pequeña cantidad de resina a la última mano de alquitrán dará brillo a la total capa a la vez que una mayor solidez. Comenzárase luego a cubrir los tubos colectores de materia calorífuga para evitar el enfriamiento de las cámaras de polvo y el ataque de las placas de plancha. La temperatura de los gases a la salida de las cámaras de polvo debe ser de 300º a 350º.

El tiro representa aquí el principal papel; es preciso que sea regular y repartido uniformemente entre todos los hornos. Es necesario especialmente conservar la hermeticidad de la tubería de aspiración y la de los mismos hornos. Es condición esencial a la vez la regularidad e igualdad de las cargas de cada horno: cuando la pirita es húmeda, los pistones existentes debajo de las tolvas se obturan con facilidad, y si la pirita fuese de granos de mayor tamaño la carga deberá variar.

Cuando se trata de pirita húmeda que se deseca previamente en el aire encima de los hornos, basta las más de las veces, especialmente en primavera, un cam-

bio brusco de la temperatura para que el secado se haga más rápido y de este modo se llega, en pocos días, a aumentar notablemente la carga habitual; es preciso, pues, observar con frecuencia la carga de cada horno pesando la pirita en el momento de su introducción en la tolva. Esta comprobación deberá realizarse evidentemente hasta la obtención de una regularización conveniente.

La carga debe componerse normalmente de 200 a 210 kilogramos de pirita por horno cada dos horas con granos de pirita de tamaño por término medio sobre 10 a 18 milímetros a una velocidad de cien revoluciones por minuto en un disco de rotación para una carrera de pistón de 9 centímetros, lo que representa, por lo tanto, un trabajo de 3.000 a 3.300 kilogramos por jornada de 24 horas.

Por lo que se refiere al tiro, las instrucciones son difíciles de indicar. La cantidad de gas necesario y el rendimiento del compresor deben regularse por el análisis, pues constituyen la base del trabajo del aparato de contacto.

Para una misma resistencia en la tubería de aspiración obtiéndose fácilmente la depresión a la salida de los hornos. En los hornos mismos reina una cierta presión correspondiente a la temperatura interior y a la exterior. Cuando todos los tapones de tiro están quitados, esta presión es algunas veces superior a la depresión en el tubo de aspiración, por consecuencia de lo cual los gases salen algunas veces por las puertas de los pisos superiores. Si se da este caso, remédiase el inconveniente cerrando todos los registros de tiro de todos los hornos. Cuando las puertas cierran demasiado herméticamente para permitir la entrada de aire, los orificios de aire de la parte interior constituyen el medio más seguro de regulación; bastará abrir completamente los obturadores de admisión de aire de los hornos y regular la abertura de tal modo que los hornos no rechacen corriente de aire más que por lo alto. En este caso el vacuómetro debe acusar de 0,7 a 1 milímetro de agua. El cierre completo de los orificios de tiro es inútil porque no haría más que aumentar la resistencia de los hornos al mismo tiempo que la depresión de la salida y en la cámara de polvo, sin tener repercusión ventajosa sobre la marcha de los hornos, incluso si se operase simultáneamente sobre todos ellos. Si la admisión de aire por la parte inferior fuese reducida, pasará en exceso por las puertas. En determinadas circunstancias puede ser ventajoso hacer entrar aire secundario en uno de los pisos del horno, segundo o tercer piso, lo que depende de la especie de las piritas empleadas en la explotación. Este aire puede tener en tal caso influencias variables, obrar como refrigerante, o coadyuvar a la elevación de la temperatura. Esta no debe alcanzar jamás en ningún piso al rojo blanco, porque si los hornos están demasiado caldeados el mineral funde, se escorifica y los residuos son un constante peligro para el mecanismo de arrastre, que puede sufrir averías graves. Por esta misma razón no debe guardarse los hornos de materia aislante. En general los pisos 2.º y 3.º son los que alcanzan la temperatura más elevada, el 4.º y el 1.º conservan el rojo oscuro y el 5.º el rojo negro. No ofrece sin embargo inconveniente alguno que una tercera parte de la pirita del piso último conserve el rojo oscuro.

Puede suceder, por otra parte, que con una pirita muy seca el calor gane terreno en la parte alta, es decir, que el 2.º piso sea el más fuertemente caldeado, que el 1.º tenga igual temperatura que el 3.º, que el 4.º alcance el rojo débil y el 5.º el rojo oscuro. Como ya se ha hecho notar anteriormente, la estación tiene su importancia, siendo diferentes los resultados en la primavera y verano que en el invierno; la refrigeración de los gases comprimidos es menos completa.

Si uno de los hornos funciona con excesiva temperatura en la parte superior—en general es el horno

más aproximado a la cámara de polvo el que tiene esta tendencia—el tiraje puede llegar a ser tan fuerte que el horno se enfríe y en ninguno de los pisos llegase a pasar del rojo oscuro. Resulta de ello que hay que regular los hornos según sea su alejamiento de la cámara de polvo y el aire deberá hallar la resistencia más débil en el horno más alejado. Después de algunas semanas de funcionamiento, estas condiciones pueden modificarse por el hecho de que los tubos de salida se ensucian más o menos con el polvo: límpianse todos ellos al mismo tiempo para que el tiraje no varíe en demasía.

Un horno puede alcanzar una temperatura excesiva por consecuencia de la alimentación muy fuerte de pirita; en este caso no son ya solamente los pisos superiores los excesivamente caldeados, sino que los inferiores alcanzan todos el rojo. El mismo fenómeno puede producirse cuando, con una carga normal de pirita, baja el tiraje, ya sea por acumulación de polvo, ya por una admisión muy fuerte de aire por el orificio de tiraje. Remediase este inconveniente modificando la alimentación y también parando el horno durante un cierto tiempo, es decir, dejando de cargar y cerrando las tres cuartas partes del orificio de tiraje. La materia se consume y el calor asciende hacia la parte superior sin aumentar.

Otros casos se presentan en el funcionamiento del horno: puede estar al rojo oscuro en la parte superior y caldeado en la inferior; en especial se presenta este caso cuando el tiraje es insuficiente y la pirita no seca bien o bien cuando el tiraje ha sido defectuoso algunos días antes de la limpieza. En este caso bastará con aumentar el tiraje. Redúcese un poco en los otros hornos, y el que funciona defectuosamente se parará con todos los orificios de tiraje abiertos; cárgase durante dos horas la cantidad suficiente de pirita, con palas, en el primero y segundo piso, y cada cuarto de hora se hace funcionar los brazos durante tres o cuatro minutos. No hay necesidad, no obstante, de excesivo tiraje, pues entonces, en vez de caldear la parte superior se enfriarán todos los pisos. Todas las operaciones de este género deben realizarse con cuidado y circunspección. Siempre es útil estudiar desde el principio la tendencia de cada uno de los hornos, para alejar de este modo las numerosas causas de perturbación que pueden presentarse.

Puédese ensayar evitar la escorificación por la admisión de aire secundario o bien por la adición de residuos tamizados previamente para no aumentar la cantidad de polvo. Éste se deposita poco a poco en toda la canalización y debe retirarse por medio de limpiezas frecuentes.

El aumento de resistencia puede ser seguido con bastante exactitud por medio de manómetros colocados en la entrada y salida de la cámara Howard del refrigerante y de los filtros. Una cámara recientemente limpiada no ofrece resistencia superior a 3 milímetros de agua. En la entrada de los filtros, incluso después de una buena limpieza, hay aproximadamente un centímetro de agua de depresión: ésta puede alcanzar, pero jamás exceder, de 3 a 3,5 centímetros.

Los pequeños tubos que van del horno al colector límpianse cada diez días; el colector grande cada mes, la cámara de polvo y el refrigerante cada tres meses, el enfriador una vez por mes, la salida del refrigerante cada quince días, y la tubería que va a los filtros una vez por mes. La limpieza de los colectores pequeños es realizada por el fogonero; el colector principal, las cámaras, los tubos de comunicación con el enfriador, son limpiados por dos obreros especialmente dedicados a este trabajo. Las cámaras son limpiadas inmediatamente la una después de la otra. Hay que tener en cuenta especialmente que los instrumentos utilizados sean lo suficientemente largos y que los obreros retiren el polvo hasta la extremidad de las planchas, pues de lo contrario el polvo se acumularía en la extremi-

dad y el tiro se anularía por completo. El polvo debe ser retirado el mismo día para evitar una obstrucción en la circulación y un enfriamiento de la cámara si no pasase aire durante la noche.

Al cabo de un mes los brazos se recubren de una capa escorificada que aumenta el frotamiento y las probabilidades de una rotura. Retirando de vez en cuando los brazos y limpiándolos, con un gasto mínimo se aleja esta posibilidad de averías graves. Para obligar al obrero a hacer cuidadosamente este trabajo es muy conveniente recompensarle este trabajo de vigilancia. No obstante, es conveniente tener brazos de recambio en reserva, para evitar los inconvenientes que ofrece un paro prolongado.

FABRICACIÓN DE H_2SO_4 POR CATALISIS

Esta fabricación se hace en un aparato compuesto de un haz de tubos de hierro de 12 a 13 centímetros de diámetro; el interior de estos tubos está guarnecido de una serie de discos perforados en forma de tamiz, superpuestos y a distancia conveniente los unos de los otros. El tamiz del fondo y el de la parte superior están cubiertos de una capa de asbesto blanco; los tamices intermedios soportan la materia catalítica, es decir, el asbesto platinado.

La naturaleza y la disposición de la materia catalítica, en el catalizador, es detalle importante en extremo. Numerosos sistemas y productos han sido preconizados; entre las sustancias preferidas, señalaremos los óxidos de hierro, los óxidos de hierro platinados, la arcilla platinada y, especialmente, el asbesto platinado.

El asbesto platinado debe ser el preferido porque hasta la fecha ningún otro compuesto conocido es capaz de igualarle desde el punto de vista de la rapidez de la reacción. Fórmase entre el asbesto platinado y el oxígeno un compuesto poroso intermediario que obra sobre el anhídrido sulfuroso para formar anhídrido sulfúrico y se vuelve a formar en seguida en presencia del oxígeno procedente de los compuestos gaseosos, particularmente hacia los 430 y 450°.

El empleo de los catalizadores de óxidos de hierro necesita aparatos mucho mayores y temperaturas más elevadas (700° aproximadamente). El ácido producido es las más de las veces impuro y contiene arsénico, a la vez que la masa catalítica, escoriéndose, hace frecuentemente accidentada la marcha de los hornos. Pero, de otra parte, los catalizadores de óxidos de hierro permiten, a causa de su alta temperatura, reducir las dimensiones del recalentador y de los purificadores.

El asbesto platinado puede producirse con ventaja en la propia fábrica del modo siguiente: A una solución de cloruro de platino $PtCl_4$ se añade carbonato de sodio al 7%, por 100 en tal cantidad que la mezcla contenga sal de sodio en cantidad doble del peso del platino.

Sumérgese el asbesto en pequeños fragmentos en esta solución, se le impregna y luego, después de haberlo escurrido fuertemente, déjase secar durante 12 a 24 horas a una temperatura que varíe entre 28 y 30°, sin exceder jamás de esta última, pues se correría el riesgo de formar cloruro platinoso. Se lava en seguida con ácido clorhídrico diluido y se seca de nuevo.

Para la introducción de los tamices cargados de asbesto platinado en los tubos se utiliza un soporte formado por un tubo de plancha en la extremidad del cual se halla una especie de gancho que forma resorte: la longitud del soporte no debe exceder a la del espacio libre reservado encima de los tubos. Para colocar los tamices inferiores en el lugar destinado, un obrero introduce un brazo tan adentro como le sea posible en el tubo, hasta dar con el soporte introducido por arriba. Como los tubos tienen un diámetro de 13 centímetros, el brazo entra con facilidad. En el tubo en plancha del soporte se introduce un tubo más delgado, pero un poco más largo. Los tamices poseen una muesca, e introduciendo en ella el gancho del soporte llévanse los

be
ón
no

na
ro-
do
le-
al
uy
cia.
oio
ece

sto
de
de
su-
los
tán
ces
el

ica,
Nu-
los;
dos
ola-

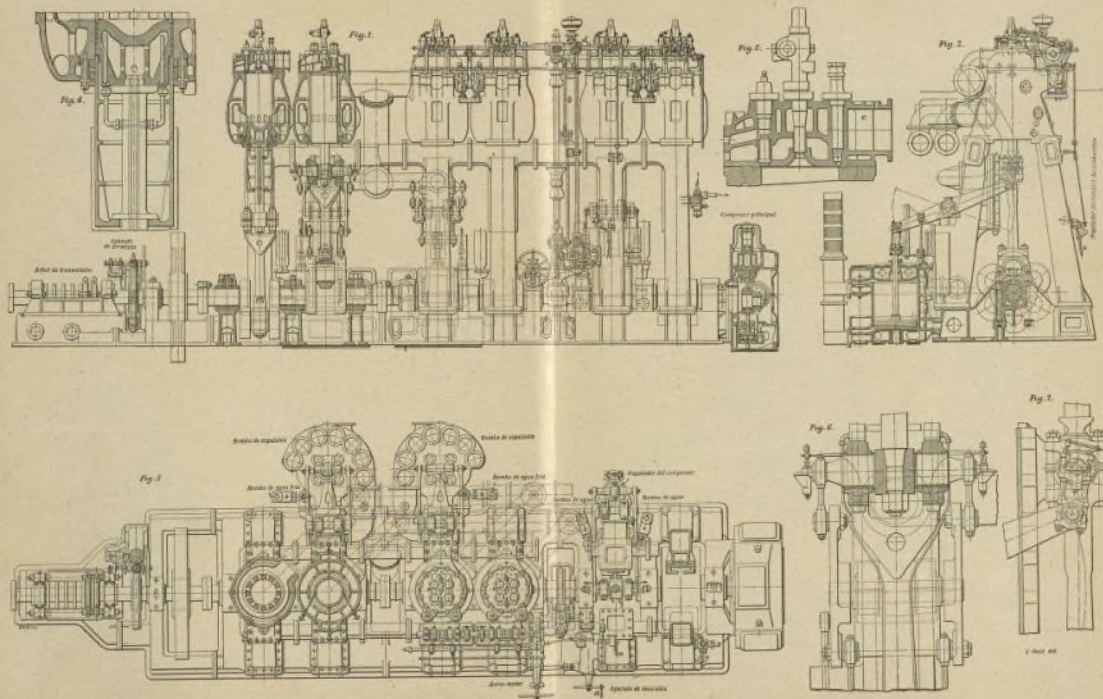
que
ca-
dez
y el
bra
ido
ncia
sos,

erro
más
ido
o, a
fre-
ero,
ber-
di-

taja
ción
odio
nga

en
ha-
12
30°
a el
uida

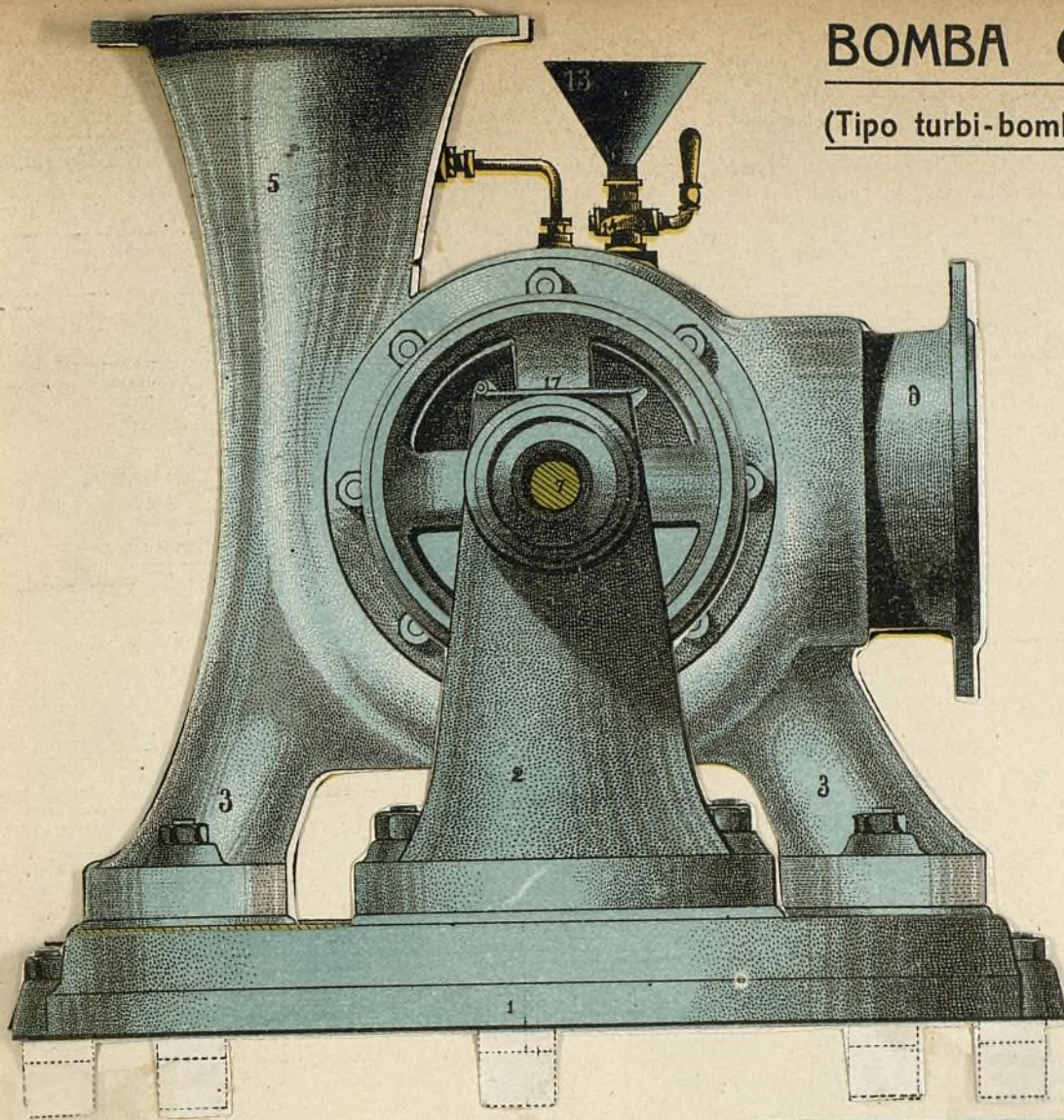
as-
for-
cual
la
acio
los
in-
n el
iba.
ros,
del
un
e in-
los



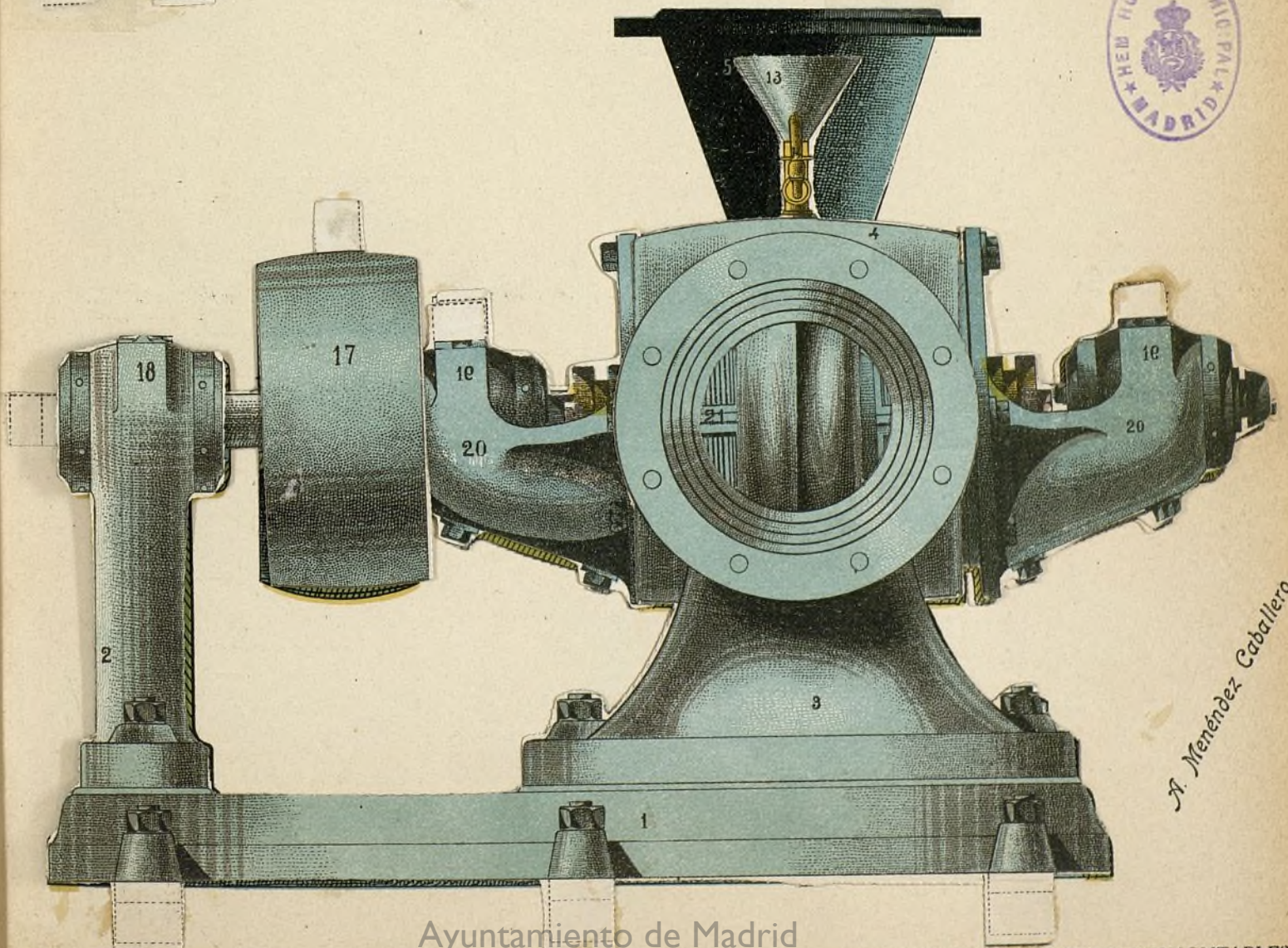
BOMBA CENTRÍFUGA

(Tipo turbi-bomba Körting)

ESCALA 1:5



- 1.—Placa de fundación.
- 2.—Soporte del cojinete.
- 3.—Pies de la bomba.
- 4.—Caja de la turbina.
- 5.—Tubo de impulsión.
- 6.—Tubo de aspiración.
- 7.—Eje motor.
- 8.—Turbina.
- 9.—Álabes.
- 10.—Bocines exteriores.
- 11.—Bocines interiores.
- 12.—Tabique.
- 13.—Tolva de encebamiento.
- 14.—Válvula.
- 15.—Enchufe en la cámara del rotor del tubo de compensación.
- 16.—Idem con el tubo de impulsión, del compensador.
- 17.—Polea fija.
- 18.—Cojinete exterior.
- 19.—Cojinetes interiores.
- 20.—Cazoletas.
- 21.—Cilindros de paso.
- 22.—Prensa-estopas.
- 23.—Cámara del rotor.
- 24.—Tuerca de purga.



A. Menéndez Caballero.

Ayuntamiento de Madrid

tamice
su lug
permit

El
una lá
puesta
eléctric
quiero
espejo

Pa
obrero
parte i
los de
ocupa
nense

Co
curso
cie de
plato
que el
budo,
do las
papel,
coloca
en el p
peque
el cor
rapide

De
con la
regula
unifor
de hie

Cu
perion
de div
embar
de lo

Lo
deber
limpia
lar de
en ata
colga
de qu
pillo
arriba

El
de los
aceite
trapo
con e
uso p
se int
dio d
ment
reem
tamie
carga

S
amia
cada
platin
de ar
nado
la ca
das p
com
mod
carga

L
dos
es p
cia c
sible

tamices a su respectivo emplazamiento. Colocados en su lugar, un pequeño movimiento del tubo delgado permite levantar el gancho y quitarlo del tamiz.

El alumbrado interior de los tubos por medio de una lámpara eléctrica facilita mucho el trabajo de la puesta de los tamices en su lugar. A falta de lámpara eléctrica puede echarse mano de una lámpara cualquiera, y por medio de un reflector o de un simple espejo se proyecta la luz al interior de los tubos.

Para llenar los tubos se necesita el concurso de dos obreros, porque el tamiz inferior introdúcese por la parte inferior y debe ser sostenido en su lugar mientras los demás son colocados: cuando los cinco primeros ocupan su lugar, con la guarnición de amianto, sosténense todos con facilidad.

Con el fin de evitar las pérdidas de amianto en el curso de su colocación, púedese hacer uso de una especie de plato, de 40 centímetros de diámetro. En este plato hay practicado un orificio del mismo diámetro que el de los tubos: colócase este plato, a modo de embudo, encima del tubo, que ha de llenarse, guarneciéndolo las juntas entre las paredes del tubo y el plato con papel, introduciendo luego el amianto sobre el tamiz colocado en el tubo describiendo en el amianto existente en el plato un movimiento circular lento con una pala pequeña de madera. La otra mitad es introducida, por el contrario, dando vueltas con la pala con mucha rapidez.

Después de cada carga de amianto es esencial mirar con la ayuda de la lámpara si el tamiz se ha guarnecido regularmente y en capa uniforme. Si el reparto no es uniforme, igualase con ayuda de un trozo de alambre de hierro.

Cuando todos los tubos están llenos y el tamiz superior guarnecido de asbesto blanco, obtúrase la placa de división de los gases, colocada en la parte superior, embarrada con trenza o estopada de amianto, después de lo cual se tapa.

Los aparatos catalíticos de reciente construcción deben limpiarse con exquisito cuidado. Los tubos serán limpiados interiormente por medio de un cepillo circular de acero. El medio más cómodo para ello consiste en atar el cepillo a una cuerda suficientemente larga y colgar del cepillo un peso suficientemente pesado a fin de que ofrezca resistencia. Tirando de la cuerda, el cepillo frotará las paredes interiores del tubo de abajo arriba, con lo que las mismas se limpiarán con facilidad.

El fondo del aparato a la vez que la parte inferior de los tubos siempre se hallan más o menos sucios de aceite: se les limpiará cuidadosamente por medio de trapos. Los tamices pequeños se limpiarán igualmente con el mayor cuidado antes de su utilización; se hace uso para ello de planchitas guarnecidas de puntas que se introduce en las mallas del tamiz, y luego, por medio de un cepillo de púas de acero se cepilla enérgicamente sobre la cara opuesta. Este cepillo puede ser reemplazado por arena fina para la limpieza de los tamices. Terminada la limpieza, puede procederse a la carga del aparato.

Sobre el tamiz del fondo de cada tubo se coloca amianto blanco en cantidad de 13 gramos; luego sobre cada tamiz de los otros la misma cantidad de amianto platinado y por fin, sobre el tamiz superior, 13 gramos de amianto blanco. Para que el peso del asbesto platinado sea lo más exacto posible, comiéntase por pesar la cantidad total que ha de contener el tubo. Las pesadas parciales de cada tamiz vienen, pues, a ofrecer una comprobación en el momento de la carga. De este modo, si quedase vacío un tamiz, o bien se hubiese cargado dos veces el mismo, se descubrirá el error.

Los gases llegan por la parte inferior y son obligados a atravesar las masas existentes sobre cada tamiz; es preciso, pues, que las mismas opongan una resistencia débil a su paso, y por ello se disminuye lo más posible el grueso de las capas de la masa de contacto y se

aumenta el número de los tamices. De este modo la corriente gaseosa ascendente no tiene que vencer más que una débil resistencia y la circulación se efectúa fácilmente. La composición de los gases entrantes es regulada de modo que los salientes contengan todavía 10 por 100 de oxígeno y 0,3 por 100 de SO_2 .

Comiéntase por caldear el aparato y luego se dirige la mezcla de gas del horno de piratas y de aire sobre la masa de contacto; esta última se enfía a la vez que la mezcla gaseosa se caldea y el calor que se desprende de la reacción (45.000 calorías) es utilizado para llevar los gases a la temperatura favorable para que la misma se efectúe (430 a 450°). Hay que evitar a toda costa una excesiva elevación de temperatura y no exceder de los 450°. Consiguese esto utilizando aire secundario.

Los gases purificados que llegan de los hornos, fríos y secos, llegan al recalentador alimentado por el calor del catalizador y luego, alcanzada la temperatura conveniente, pasan por los tubos catalizadores, sobre el asbesto, donde se efectúa la reacción con desprendimiento exotérmico de 45.000 calorías. Retroceden caldeando los gases para la catálisis siguiente.

Durante la marcha normal del aparato, obsérvese cada hora la temperatura sobre la pared lateral (debajo de la capa superior del asbesto platinado). En caso de anomalía hay que comprobar la temperatura con mayor frecuencia aún, y si la temperatura es demasiado elevada sólo se abrirá la compuerta de salida. Si la compuerta está regulada de modo que todo el calor pase por el regulador y que la temperatura baje, se pondrá en marcha el recalentador, que debe hallarse siempre presto y cargado de combustible.

En una hora el recalentador habrá alcanzado la temperatura suficiente para poder hacer el cambio de las compuertas y dar salida al todo o parte de los gases sulfurosos.

El recalentador no debe jamás llegar hasta el rojo y la llama debe estar repartida uniformemente sobre todos los tubos, lo que se comprobará a través de las ventanillas de mica. El termómetro será comprobado cada semana. La temperatura normal debe ser de 430 a 440° en la capa de asbesto superior. Cuando se observa una marcha anormal o irregular, deberá comprobarse la temperatura en la entrada del catalizador; ésta debe ser aproximadamente de 240°; pero cuando se utiliza el recalentador se alcanza fácilmente los 300 ó 400°. La temperatura será tomada por medio de termómetros de cuarzo de gran resistencia, después de haber sido éstos comprobados por medio de un termómetro tipo.

ABSORCIÓN

Los gases que salen del catalizador atraviesan los aparatos enfriadores de refrigeración exterior por medio del agua y luego penetran en los aparatos de absorción.

El conductor del horno es el encargado de comprobar si la circulación de agua del refrigerante es normal y si la temperatura permanece estacionaria entre los 30 y 35°. Es indispensable que el agua del refrigerante no cese de manar a fin de evitar la fusión del plomo por los gases, que llegan a la temperatura de 430°. Con este objeto la alimentación de agua se realiza por doble vía. Cada cuatro semanas el refrigerante se limpia en marcha. Para ello se dirige un chorro de agua bajo presión durante 10 a 15 segundos por lo alto de los tubos y hacia el depósito de materias que en el fondo se ha depositado.

Tubería de los gases.—Del refrigerante, los gases pasan al filtro a través de una tubería de gas. Esta tubería debe limpiarse todas las semanas por medio de un chorro de agua. Se coloca sobre la tubería, inmediatamente después de la salida del refrigerante, un termómetro que no debe marcar jamás más de 120 a 140° C., y el ácido producido debe manar continuamente en la

tubería, lo que supone una vigilancia continua de los tubos de salida, que no deben obturarse. A la entrada y a la salida del refrigerante se montará también un manómetro. En marcha normal hay siempre una ligera aspiración antes de la entrada en el refrigerante, mientras que a la salida se produce un fenómeno contrario, aunque también ligero.

Filtros.—Deben ser lavados cuando la diferencia entre la aspiración de entrada y de salida ha aumentado notablemente. A este efecto ciérrase la palanca adaptada al caucho de la tubería inferior y se abre la compuerta de alimentación de agua; tan pronto el agua mana por el tubo de salida del exceso, quítase el tapón de caucho de la tapa y se admite aire comprimido en cantidad suficiente para establecer un borboteo en el agua que queda en el recipiente fijo al canalizo de salida. Ciérrase y se repite la operación diversas veces hasta que el agua salga clara, lo que puede durar 10 a 20 segundos.

Vuélvese a colocar el tapón, ciérrase la llegada de agua y se pone el caucho en el canalizo de salida de los ácidos sucios condensados.

Lavador alcalino.—El ácido formado en el piso inferior es retirado cada 24 horas, el agua del segundo piso es enviada seguidamente al piso inferior y así sucesivamente; el quinto recibe agua a la que se ha adicionado 10 litros de lejía de sosa a 10° Baumé. En cada piso se halla un manómetro de mercurio, que dará una guía en el momento de la carga de agua. Antes de cada carga de agua, se tomará una muestra en cada compartimiento, y buscando en esta muestra el cloro y el arsénico podrá seguirse piso por piso la eficacia del lavaje.

Columnas desecantes.—La primera columna sirve de condensador, es decir, que no es rociada de ácido sulfúrico y no debe retener más que las partículas de agua arrastradas: mana de ella ácido muy débil que es recogido separadamente. Las otras tres columnas son utilizadas de tal modo que en la tercera haya una llegada constante de ácido sulfúrico a 66° Baumé. El ácido es subido por medio de un pulsómetro; la mayor parte vuelve a pasar sobre la columna y el exceso pasa por la columna que sigue por el orificio de exceso del recipiente de paso; de este modo este exceso refuerza el ácido de la columna siguiente y así sucesivamente. El ácido que mana de la primera columna marca 55/58° Baumé y va a la columna de absorción, a la que alimenta en parte. Al principio de la puesta en marcha el ácido es coloreado por el coque; debe recogerse aparte y retirarse del ciclo. La vigilancia de las columnas desecantes débese dedicar en primer lugar al buen funcionamiento de los pulsómetros, y la adición de ácido a 66° a la primera columna debe ser regulada de modo a tener en la misma ácido a 55/58°. En invierno especialmente hay que desconfiar de los 60/66°. La adición del 66° añadido, a la salida del 55° fabricado, se comprueba muy fácilmente. Como los gases están saturados de gas, este último se acumula en la parte alta de los tubos en forma de codo e impide el paso del ácido; a dicho fin se recomienda adaptar al tubo de ácido un pequeño tubo de plomo para el escape de los gases. Sobre todos los recipientes de ácido se montarán tubos de nivel con flotador.

Los pulsómetros de la primera y segunda columna son emplomados.

Los recipientes de ácido, encima y en el pie de las columnas, hallanse provistos de juntas hidráulicas y cada caja lleva sobre su tapa un pequeño tubo de plomo adaptado a un colector, en comunicación a su vez con la primera columna; de este modo hay una ligera aspiración en las cajas y los obreros no se verán molestados por el gas. Habrá necesidad, no obstante, de tomar todas las precauciones para tener en las juntas hidráulicas ácido sulfúrico en cantidad suficiente para evitar las entradas de aire.

COLUMNAS DE ABSORCIÓN

La absorción del anhídrido sulfúrico obtenido es realizada en el ácido sulfúrico a 66° Baumé de densidad elevada y cuya tensión de vapor es simple en las columnas de absorción.

Estas columnas son esmaltadas; puédesse así hacer variar *ad libitum* el grado de ácido a obtener. Para que la absorción sea perfecta, es esencial arreglarlo de modo que el segundo piso, partiendo de arriba, no contenga más que una pequeña cantidad de ácido libre. El piso superior es mantenido a 98/99° H₂SO₄; de todos modos los gases a la salida deben ser casi imperceptibles. Para poder darse cuenta de ello, en el interior los gases pueden ser conducidos del tubo de salida del último compartimiento de absorción a un pequeño tubo de un centímetro de diámetro hasta el pie de la columna. Si se forma una nube, la adición de ácido a la columna debe ser revelada por el análisis del monohidrato. Todos los grifos de conducción de ácido llevan una manecilla que se mueve sobre un medio disco dentado en sus bordes. Lo mismo la manecilla que el disco son de hierro recubierto de plomo. Los grifos se elegirán de gré, de cuatro conductos, que permiten regular muy exactamente la salida. Obsérvese las cifras indicadas por el medio disco a cada cambio. El agua del refrigerante debe ser evacuada a 30/40°. Cuanto más fría salga mejor.

El ácido que sale de la columna de absorción puede ser enviado por un pulsómetro a un mezclador, donde se le adiciona 55/60°.

En este mezclador el ácido mana a un cilindro de plomo en el cual existe un aerómetro de gran precisión. Regúlese la llegada de ácido débil según la graduación que ha de obtenerse. Todos los grifos de regulación y de alimentación poseen un medio disco con una manecilla móvil sobre la graduación marcada en el mismo disco.

El ácido a 66° Baumé obtenido es enviado según necesidades al pulsómetro o al mezclador, donde es diluido por el agua a 55/60° para alimentar la columna de absorción.

El agua utilizada en la dilución debe ser absolutamente exenta de cloro y no contener más que débiles vestigios de materias orgánicas.

FABRICACIÓN DE ÁCIDO A 66° BAUMÉ QUÍMICAMENTE PURO

Esta fabricación se realiza en un aparato que comprende un tubo de hierro encorvado en forma de U parcialmente y de doble pared, por la cual circula vapor, y un recipiente de platino, de forma tubular, alojado dentro de una caja de plomo y rodeado de agua. Un sifón de vidrio se llena de anhídrido sulfúrico líquido al 100 por 100 por medio de un inyector, que puede ser puesto en comunicación por medio de un grifo de vidrio.

Entre el grifo y el inyector se colocará un frasco de vidrio vacío para recoger el anhídrido que hubiese podido ser arrastrado.

El anhídrido penetra en el tubo de hierro en donde, por el caldeo al vapor que pasa por la doble pared del tubo, se transforma en vapor que pasa a través de un tubo de vidrio reunido al recipiente de platino por medio de un tapón de amianto. El anhídrido sulfúrico no vaporizado o recondensado mana a un recipiente que contiene ya ácido sulfúrico más débil y que sirve de junta hidráulica. El producto condensado es retirado al cabo de algún tiempo y pasa por un embudo a un recipiente intermedio.

Un delgado chorro de agua destilada mana dentro del recipiente de platino, por la parte superior del mismo. Absorbe de este modo los vapores de SO₂ en el tubo.

La llegada de agua y de gas SO₂ debe regularse de

tal modo que la mezcla que llega al recipiente intermedio se halle exactamente a la concentración deseada.

El vapor de agua mezclado de aire producido en el tubo de platino sale por una tubería y el tubo de vidrio reunido con el de platino permite el paso de las pequeñas gotitas de ácido que van al recipiente de vidrio colocado debajo.

El ácido concentrado, de este modo obtenido, pasa por un tubo cilíndrico de vidrio, en el cual flota un aerómetro de precisión. Este ácido no encierra más que una mínima cantidad de impurezas bajo forma de vestigios de anhídrido sulfuroso. Este anhídrido sulfuroso es eliminado fácilmente insuflando aire comprimido cuidadosamente desecado en las torres que encierran el ácido sulfúrico, hasta que una pequeña muestra no decolore una solución diluida de permanganato de potasa.

Con este fin se mezcla en un pequeño recipiente 60 centímetros cúbicos de agua destilada y 15 centímetros cúbicos del ácido por ensayar, luego una gota de solución de permanganato $\frac{n}{10}$. La coloración rosa debe persistir algunos minutos.

El aire comprimido es purificado a su paso por un recipiente que comprende nueve tamices. Los últimos siete tamices son guarnecidos de amianto en fibra y los dos últimos cargados de algodón hidrófilo. De allí el aire comprimido pasa por dos frascos llenos de vidrio molido, luego por un frasco de Woulf lleno de amianto en fibra, y por fin, por tres frascos de Woulf que contienen ácido sulfúrico a 66° Baumé.

Sobre la tubería de salida del último frasco de Woulf hay adaptado un tubo de vidrio, lleno de fibra de amianto y vidrio molido, que sirve de control de la pureza. La fibra de amianto debe conservar su limpieza absolutamente, incluso después de un prolongado uso.

De este último tubo, el aire comprimido pasa por un tubo de vidrio de gran diámetro y de allí a las diferentes derivaciones aplicadas sobre las bombonas. Grifos de vidrio pueden cortar la circulación en el momento que se desee.

El ácido sulfúrico de los frascos Woulf que sirve para la desecación del aire debe cambiarse de tiempo en tiempo.

El ácido puro obtenido es graduado o determinado por densidad. Todos los ensayos deben indicar la pureza del ácido.

Cada aparato puede producir aproximadamente 232 kilogramos de ácido sulfúrico a 66° químicamente puro.

FABRICACIÓN DE ANHÍDRIDO SULFÚRICO POR MEDIO DE ÁCIDO SULFÚRICO CORRIENTE

Esta operación se realiza en una retorta de fundición provista de un refrigerante de gas y de una columna; un refrigerante para el ácido monohidratado, dos recipientes y un recipiente de presión del aparato para subir el ácido, completan el material necesario.

El ácido corriente conteniendo de 20 a 27 de SO_2 , es introducido por un tubo en una retorta ligeramente inclinada. El consumo debe ser continuo. El tubo es de hierro y lleva sobre su recorrido una parte de vidrio que permite asegurarse de la importancia del consumo. Lléñase la retorta hasta que se desborde por el orificio de exceso, enciéndose el hogar y se mantiene de modo que la temperatura en la retorta sea de 260 a 275°.

Alcanzada esta temperatura síguese la alimentación de la retorta sin interrupción, y se regula de modo que el ácido que sale de la retorta por el orificio de exceso se halle enteramente desembarazado de anhídrido sulfúrico libre, hallándose constituido únicamente por el ácido monohidratado. El anhídrido sulfúrico liberado por el calor pasa por el refrigerante y llega a un recipiente cilíndrico de fundición, esmaltado en su

interior y provisto exteriormente de una cubierta de plomo en la cual se hace circular agua fría.

Los gases se condensan y llegan bajo forma de solución a otro recipiente constituido por una caldera de fundición.

Este último recipiente debe ser mantenido a una temperatura inferior a los 40° C., preferentemente entre 36/38°, lo que se realiza fácilmente por medio de un ligero caldeo al vapor.

Esta temperatura debe ser mantenida con gran cuidado, porque si la misma bajase, el anhídrido sulfúrico se solidificaría. Si, por el contrario, la temperatura tiende a elevarse, y excede de los 40°, el anhídrido se volatiliza.

El descenso de temperatura o la congelación provoca una polimerización del anhídrido, es preciso, en este caso, caldear a una temperatura bastante elevada para obtener una despolimerización, lo que trae aparejada siempre una pérdida notable de SO_2 por evaporación.

Los gases SO_2 no condensados en el precedente recipiente pasan por un tubo a la columna. Púedese utilizar como columna una caldera vieja de plancha que se guarnece en su parte inferior, por donde penetran los gases, de ladrillos vitrificados resistentes a la acción de los ácidos. Estos ladrillos son dispuestos en forma de emparrillado; por encima se colocan trozos de sílex del tamaño del puño.

En la parte alta de la columna hay emplazado un tubo de hierro por donde los gases no utilizados pasan a la atmósfera.

El ácido monohidratado que sale de la retorta por el orificio de exceso pasa a un refrigerante de fundición esmaltado y desde allí al aparato de ascenso del ácido.

El refrigerante está provisto de un tubo de nivel que permite ver la altura del ácido. Para que este tubo marque es indispensable que el aparato de ascenso del ácido esté lleno y que el ácido se haya juntado en el recipiente intermedio.

El tubo de nivel es de vidrio transparente, abierto en su parte inferior y sirve de guía a un flotador de vidrio. El tubo está fijo sobre la tapa del refrigerante por medio de una buena junta de asbesto.

El ácido recogido en el recipiente es elevado por medio de un monta-ácidos que funciona por aire comprimido, llevándolo a un depósito general de gran tamaño.

Una vez por semana un monta-ácidos se coloca en la parte alta de la columna, a fin de expeler el anhídrido sulfúrico condensado o solidificado. De la columna el ácido regresa por grifos al monta-jugos.

El rendimiento del aparato es establecido para el tratamiento de 1.000 kilogramos de ácido a 25/17 por 100 SO_2 en 54 horas, para lo cual hay necesidad de hacer un consumo de 125 kilogramos de carbón.

Por medio del anhídrido sulfúrico al 100 por 100 obtenido, púedese llevar el 25 por 100 de la columna de absorción al grado deseado. Esta operación puede hacerse directamente en los recipientes de plancha utilizados para el transporte. Según la proporción de ácido y el volumen del recipiente se calcula la cantidad de ácido sulfúrico y de anhídrido por mezclar. Pésase en cada recipiente la cantidad calculada de ácido sulfúrico y se añade la cantidad correspondiente de anhídrido.

El tubo de carga deberá hallarse en comunicación por una válvula con un tubo suficientemente alto para la abducción al aire libre, porque se desprende fácilmente SO_2 .

El tubo que pone en comunicación el recipiente de anhídrido con el que se utiliza para el transporte, va rodeado de un serpentín de vapor para prevenir la congelación.

Es necesario, al propio tiempo, que los obreros se provean de guantes y lentes para estar al abrigo de las proyecciones.

FABRICACIÓN DEL ÁCIDO PARA ACUMULADORES

La fabricación del ácido especial para acumuladores se hace en recipientes especiales para este objeto, en los que se obtiene la graduación exacta.

Cada recipiente contiene por término medio de 1.150 a 1.200 kilogramos de ácido, y va tapado por una tapa de plomo soldada, sin más que una abertura única, por donde se opera la admisión de ácido o de agua y se retira la muestra para tantear la graduación.

Cada recipiente tiene adaptado un tubo de plomo. Este tubo debe tener 40 centímetros de diámetro, colocado en el fondo del recipiente; la extremidad está cerrada, pero posee una multitud de pequeños orificios por donde se hace llegar el aire comprimido que sirve para efectuar la mezcla.

Hácese llegar agua destilada de un recipiente provisto de un grifo de grés, de modo que se llene hasta la mitad de la cabida del recipiente; luego déjase llegar ácido a 66° Baumé que procede directamente de los recipientes emplazados encima de las columnas de absorción. La llegada de agua y de ácido debe ser regulada de tal forma que en el momento que el recipiente esté lleno, la mezcla, hecha de un modo continuo merced al aire comprimido, tenga exactamente la graduación que se busca.

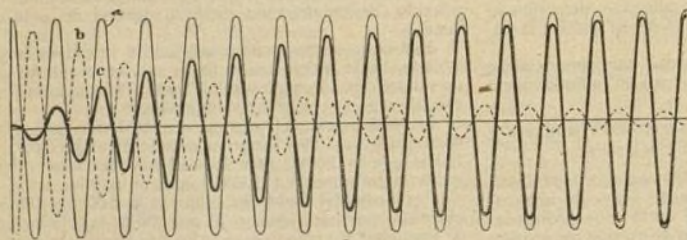
Determinando la graduación, evidentemente se tendrá que tener en cuenta la temperatura de la mezcla, que puede alcanzar 70 u 80° C.

Una instalación comprendiendo tres recipientes es suficiente para preparar de 133 a 140 toneladas por año de ácido para acumuladores.

Para separar del ácido el sulfato de plomo que posee en suspensión, déjase reposar durante dos o tres días, y luego se aspira el líquido claro por medio de un sifón provisto de un grifo de grés. La extremidad del sifón deberá ser encorvada, de modo que no se remueva el poso.

El depósito de sulfato de plomo formado en el fondo de los recipientes es retirado una vez por año, por simple lavaje, y a este efecto en el fondo del recipiente deberá existir un orificio con tapón para el vaciado.

El ácido claro aspirado por el sifón pasa a unas bombonas de vidrio de 30 a 35 kilogramos de cabida.



Figs 1 y 2. —Representación gráfica de la teoría actual y de dos circuitos oscilantes conectados por inducción.

Antes de llenar estas bombonas han de lavarse cuidadosamente, y luego aclaradas con agua destilada; antes de taponarlas retírase de cada una de ellas una pequeña muestra de 10 centímetros cúbicos. Mézclase todas las muestras, y sobre esta muestra media búscase el cloro y el arsénico. El arsénico se busca por el método del bichloruro de mercurio.

Las bombonas van cerradas por un tapón, rodeado en su contacto con el cuello por una junta de amianto. Por medio de una hoja de plomo se forma alrededor del cuello de la bombona y tapón una cápsula, vertiendo encima del tapón azufre fundido. Cuando el azufre se ha solidificado por enfriamiento, retírase la cápsula de plomo, recúbese el tapón con un trozo de trapo y finalmente se cubre de cera.

Si por cualquier causa se hubiese introducido alguna pequeña porción de azufre en la bombona, ésta no tendrá acción alguna sobre el ácido. A pesar de ello, si se quiere evitar de un modo absoluto que esto ocurra, en vez de taponarlas con un tapón de vidrio con junta de amianto, colócase sobre el cuello de la redoma papel pergamino, vertiendo luego el azufre. Este método es preferible al precedente, pero no puede ser aplicado cuando se trata de ácido concentrado, porque el papel pergamino es rápidamente destruido.

El ácido sulfúrico para acumuladores debe tener una densidad de 1,80 a 15° C. Debe hallarse absolutamente exento de todos los elementos precipitables por el hidrógeno sulfurado.

Los elementos precipitables por el polisulfuro de amonio no deberán exceder de 0,01 por 100 del ácido sulfúrico H_2SO_4 de la mezcla.

La tolerancia para los cloruros será de 0,002 por 100 de H_2SO_4 .

El nitrógeno bajo forma de compuestos amoniacaes, ácido nítrico o nitroso, no deberá exceder de 0,1 por 100 de H_2SO_4 .

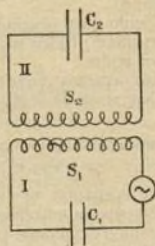
La presencia de materias orgánicas debe ser excluida de un modo absoluto.

Radiotelegrafía

La resonancia en radiotelegrafía

NUOVA TEORÍA ELÉCTRICA DE LOS FENÓMENOS DE RESONANCIA EN LOS CIRCUITOS DE ALTA FRECUENCIA

J. Hettinger se ha propuesto exponer una teoría modificada de los fenómenos de resonancia en los circuitos de alta frecuencia. La teoría generalmente adoptada hoy, es la que se halla desarrollada minuciosamente en la obra de Zenneck sobre las ondas electro-magnéticas y la telegrafía sin hilos. La diferencia entre esta



teoría y la hipótesis que se formula a continuación no consiste en las conclusiones a que conducen, ya que son en muchos casos similares, sino en los principios en que se fundan. En estas condiciones, la invención de una nueva teoría, cuando la ya existente aparece como bastante de acuerdo con los resultados de la experiencia, puede parecer superflua; la historia de las ciencias demuestra, sin embargo, que no siempre los hechos han dado la razón a las afirmaciones justificadas aparentemente por su extremada sencillez.

La teoría actual. —Para mejor inteligencia de la nueva teoría y mayor claridad en su exposición, es conveniente recordar brevemente, en lo que tiene de esen-

cial, la teoría hoy corriente; el caso considerado para la siguiente exposición es el de dos circuitos oscilantes acoplados por inducción.

Cuando una corriente de alta frecuencia pasa por un circuito primario acoplado inductivamente con un circuito secundario, engendra en este último una co-

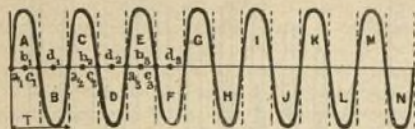


Fig. 3.—Diagrama de oscilación forzada

rriente oscilante que depende en gran parte de la relación existente entre la frecuencia de la corriente que pasa por el circuito primario y la frecuencia natural del circuito secundario. La corriente desarrollada en el circuito secundario alcanza su amplitud máxima cuando las dos frecuencias son iguales o, hablando con precisión, casi iguales. Este caso es el llamado de «resonancia» de los dos circuitos. La oscilación inducida en el circuito secundario es considerada como resultante de una «oscilación forzada», cuya frecuencia es igual a la de la oscilación que tiene lugar en el circuito primario, y de una «oscilación libre» cuya frecuencia es igual a la frecuencia natural del circuito secundario. Se desprende de esta definición que la oscilación forzada y la oscilación libre son iguales cuando los dos circuitos están en resonancia.

Esta teoría está demostrada gráficamente por la figura 1 en la cual *a* representa la oscilación forzada que, en este caso, se supone no regulada; *b* la oscilación libre, sometida a reglaje, y *c* la oscilación resultante, determinada por el siguiente razonamiento.

En el momento en que las oscilaciones empiezan, la fuerza electromotriz de inducción, o es nula, o se halla en su máximo positivo o negativo. En el primer caso, la corriente de la oscilación forzada *a* es nula en dicho momento y su potencial se halla en su máximo positivo, siendo igual a éste el potencial de la oscilación libre *b*, pero de signo opuesto. Por consiguiente, la oscilación libre sólo puede ocupar la posición designada por la línea de puntos y la oscilación forzada la posición figurada por la línea continua. En el segundo caso, es decir, cuando la fuerza electromotriz inductora se halla en su máximo positivo o negativo en el momento en que arranca el movimiento oscilatorio, las líneas *a* y *b* figuran curvas de «corriente», en vez de curvas de «potencial»; lo mismo ocurre con la curva resultante *c*, cuyas amplitudes, en ambos casos, son en todo momento iguales a la diferencia que haya entre la amplitud de la oscilación forzada y la de la oscilación libre, creciendo gradualmente hasta que alcancen, como en el caso *a* que se refiere la figura, la misma amplitud que la oscilación forzada. Tal es, en su esencia, la actual teoría eléctrica de los fenómenos de resonancia.

La nueva teoría. — Para exponer con la mayor claridad posible la teoría formulada por J. Hettinger, es preferible considerar el caso de dos circuitos oscilantes acoplados inductivamente, como en el esquema figura 2, en el cual I es el circuito primario y II el circuito secundario, admitiéndose que la frecuencia natural

del circuito secundario sea la misma que la frecuencia de la corriente en el circuito primario.

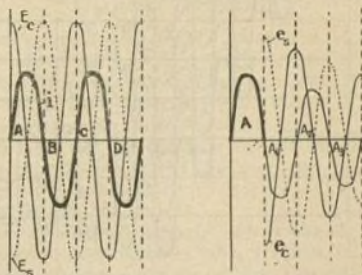
(a) En primer lugar, es natural suponer que las oscilaciones de las líneas magnéticas debidas a la influencia de la corriente oscilante de la bobina S, del circuito primario I debe necesariamente determinar por inducción una oscilación correspondiente en la bobina S₂ del circuito secundario II. Esta oscilación inducida es generalmente llamada «oscilación forzada»; su frecuencia es evidentemente igual a la de la oscilación inductora. La figura 3 es el diagrama de una oscilación forzada en la cual A, B, C, ..., N representan medias oscilaciones debidas a las correspondientes medias oscilaciones de la corriente inductora.

(b) Luego, ha de aceptarse como verosímil la hipótesis de que, cualesquiera que sean los fenómenos que determinan la oscilación forzada, estos fenómenos han de repetirse después de cada período T, dando lugar de este modo a que las oscilaciones AB, CD, EF, se sigan una a otra con la más perfecta regularidad.

En otras palabras, las condiciones eléctricas en los momentos *a*, *b*, *c*, y *d* que determinan las dos medias oscilaciones A y B son (en calidad y, en el caso de la oscilación forzada regulada, también en cantidad) exactamente las mismas que las condiciones existentes en los momentos *a*, *b*, *c*, y *d* que determinan las dos medias oscilaciones E y F, y así sucesivamente, lo que explica la regularidad observada en la repetición de las oscilaciones.

(c) Como es sabido, en un circuito de corriente alterna, la relación de fase entre la corriente (*i*), la fuerza electromotriz (*E*_s) de la auto-inducción y el potencial del condensador (*E*_c), se presenta en la forma que figura el diagrama n.º 4, siendo *E*_s igual a *E*_c en el caso de resonancia. Si *i* representa la oscilación forzada inducida en el circuito II por la corriente oscilante del circuito I (fig. 2), *E*_s debe necesariamente representar la curva de fuerza electromotriz de la auto-inducción del circuito II, y *E*_c la curva de potencial del condensador C₂.

(d) Consideremos ahora la media oscilación A, independientemente de las siguientes medias oscilaciones B, C, etc., de la oscilación forzada *i*, que son en todo caso independientes una de otra, siendo debida



Figs 4 y 5.—Relación entre *i*, *E*_s y *E*_c, y formación de una oscilación libre.

cada una de ellas únicamente a un determinado fenómeno formando parte de una serie de fenómenos sucesivos e idénticos iniciada por la corriente oscilante del circuito I. Esta media oscilación A de la corriente oscilante inducida va acompañada: 1.º de una pérdida de energía debida a la resistencia del circuito, y 2.º de

una transformación de la energía eléctrica en energía magnética e, inversamente, de la energía magnética en energía eléctrica que se realiza, teóricamente, sin pérdida alguna. Esta transformación de energía, fenómeno muy conocido en los circuitos de corriente alterna, es determinada por las oscilaciones representadas por las curvas E_s y E_e (figura 4).

Ahora bien. ¿Qué ocurrirá al final de la media oscilación A, es decir en el momento C_1 en el cual la corriente es nula (fig. 3) si no tuvieran lugar las siguientes fases de la oscilación forzada? ¿Se continuaría la oscilación primitiva, o se detendría en este punto? Como oscilación forzada, habría llegado, naturalmente, a su término pero se continuaría bajo la forma de una oscilación que, en el caso de resonancia, presentaría la misma frecuencia que la oscilación forzada A. Esta continuación de la media oscilación A únicamente puede atribuirse a la transformación de energía de que se ha hablado, cuya energía, al final de la media oscilación A, queda almacenada en el condensador C_2 bajo la forma de energía eléctrica, y desde este momento se continúa su transformación en energía magnética y vice-versa hasta que la energía primitivamente contenida en el condensador quede enteramente agotada a consecuencia de la pérdida debida a la resistencia del circuito. Una oscilación de esta naturaleza es la que generalmente se designa con el nombre de «oscilación libre». La forma de tal oscilación aparece en la figura 5 en la cual A representa una media oscilación «forzada» inducida en el circuito secundario II por la corriente del circuito primario I; y A_1, A_2, A_3 representan las tres primeras medias oscilaciones engendradas únicamente por las condiciones eléctricas dominantes en el circuito secundario a la terminación de la oscilación A y que se hallan completamente «libres» de la

eléctrica en energía magnética, y vice-versa, han sido designadas por E_s, E_e (fig. 4) en el primer caso, y por e_s, e_e en el segundo (fig. 5).

(e) Si cada una de las medias oscilaciones B, C, D, etc., de la oscilación forzada inducida en el circuito secundario y figuradas en el diagrama n.º 3 es consi-

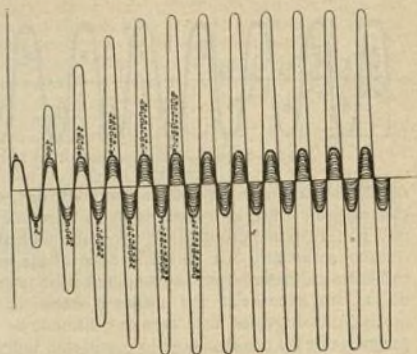


Fig. 7.—Suspensión de la oscilación forzada y de las series de oscilaciones libres.

derada independientemente de las otras medias oscilaciones, del mismo modo que la media oscilación A, se llega necesariamente a concluir que cada una de ellas es el origen de una oscilación libre de la misma frecuencia que la oscilación libre engendrada, desde el principio, por la media oscilación A, la cual podría ser llamada «primera oscilación libre» (fig. 6). Teniendo en cuenta que hasta hoy se ha admitido siempre que la oscilación forzada va acompañada por una sola oscilación libre, la conclusión anterior puede parecer en cierto modo singular y sorprendente; es, sin embargo, perfectamente natural y lógica. Supongamos, en efecto, que no se produjera la primera media oscilación A—«forzada» en el circuito secundario—y que, al final de un medio periodo, empezara una media oscilación «forzada» B, terminándose esta después de otro medio periodo sin ser seguida luego por ninguna otra oscilación «forzada». La única hipótesis plausible que en este caso puede formularse es que tal media oscilación forzada debe ir acompañada, mientras se produce, por una transformación de energía similar a la que se describió más arriba con referencia a la figura 4, y ser seguida por una oscilación debida enteramente a la energía eléctrica almacenada en el condensador C_2 al final del medio periodo y a la transformación de la misma en energía magnética y vice-versa, en la forma descrita con referencia a la figura 5. Esta oscilación libre determinada por la segunda media oscilación forzada podría llamarse «segunda oscilación libre». Del mismo modo, habría una «tercera oscilación libre» iniciada por la tercera media oscilación forzada C, una «cuarta oscilación libre» iniciada por la cuarta media oscilación forzada D, y así sucesivamente. Esta serie de «oscilaciones libres» está representada por el diagrama n.º 6 en el cual están figuradas diez «oscilaciones libres» engendradas por las diez primeras medias oscilaciones de una «oscilación forzada», empezando y terminándose cada oscilación libre medio periodo más tarde que la oscilación precedente y teniendo todas la

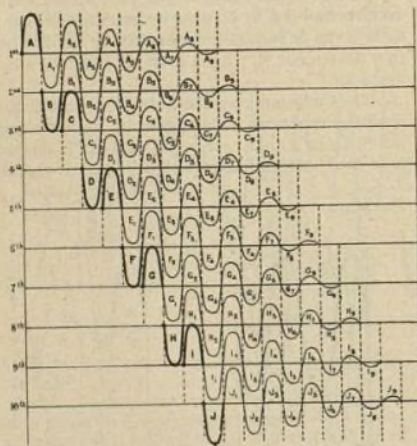


Fig. 6.—Formación de las series de oscilación libres.

influencia del circuito primario. A fin de indicar que la oscilación forzada A va acompañada por la transformación de energía de que se habló, pero no es producida por ella, y que la oscilación libre A_1, A_2 , etc., es efectivamente debida a tal transformación, las curvas de potencial que figuran la transformación de la energía

misma frecuencia, por el hecho de ser todas determinadas por las constantes eléctricas de un mismo circuito, o sea el circuito secundario II.

Volvamos ahora a la oscilación forzada figurada en el diagrama n.º 3 considerando no solamente sus medias oscilaciones separadamente, sino con relación a toda la serie de medias oscilaciones cuyo conjunto constituye una oscilación continua. También en este caso parece natural y lógico admitir que la oscilación forzada, en su conjunto, va acompañada de una serie de oscilaciones libres que se sobreponen unas a otras en el orden indicado en la figura 6. La superposición actual aparece en la figura 7 en la cual está indicada también la oscilación resultante de la superposición de las series de oscilaciones.

De la comparación del diagrama n.º 1 con los diagramas n.ºs 6 y 7 se desprende claramente la diferencia que hay entre la teoría hoy corriente y la que se acaba de exponer. Hasta ahora, la oscilación resultante de las oscilaciones parciales, en un circuito de resonancia, era atribuida a la superposición de una oscilación libre a una oscilación forzada; en la nueva interpretación, se atribuye a la superposición de un grupo de oscilaciones libres, la primera media oscilación de cada una de las cuales está constituida por una de las medias oscilaciones de la oscilación forzada, o, partiendo de otro punto de vista, la oscilación resultante puede considerarse como debida a la superposición de numerosas oscilaciones libres a una oscilación forzada, siendo cada una de las oscilaciones libres una continuación de una de las medias oscilaciones de la oscilación forzada.

Aunque la teoría desarrollada en el presente artículo fué primitivamente concebida al objeto de dar una explicación del fenómeno de resonancia en los circuitos de alta frecuencia, J. Hettinger, por razones que se derivan con claridad de las anteriores consideraciones, opina que ha de ser aplicable igualmente a los circuitos de corriente alterna en general, sean de alta o de baja frecuencia y se hallen, o no, en las condiciones requeridas para que se produzca el fenómeno de la resonancia.

s. ANDREU.

Electricidad

Transportes de energía eléctrica a alta tensión

Distribución por corriente continua a alta tensión.

—Históricamente, el transporte de corriente continua ha precedido al de corriente alterna; el primer ensayo serio fué realizado en 1883 en la exposición de Munich, con dos máquinas Gramme de 5 kilovatios, bajo la dirección de Marcelo Deprez. Transportábase el potencial suministrado por un salto de agua situado a 80 kilómetros de la capital. El experimento decisivo se realizó en 1887 entre Creil y Paris, para una fuerza de 100 caballos a la tensión de 10.000 voltios.

Bien sea que los años siguientes se hiciesen notar por el rápido desarrollo de las aplicaciones de las corrientes alternas, o que el de la corriente continua se

encontrase limitado por la dificultad del empleo de interruptores de aire sin dar lugar en la red a fenómenos de oscilación que pudiesen dar lugar a sobretensiones peligrosas; sea como fuere, lo cierto es que el transporte de corriente continua a alta tensión se desarrolló muy poco.

El invento de los interruptores de aceite cambió las condiciones en que el problema aparecía planteado, y puede decirse que en la actualidad el transporte por corriente alterna es generalmente el adoptado, sin que, no obstante, esta preferencia se halle por completo justificada y que el porvenir no pueda rectificar esta tendencia.

Las principales instalaciones de transportes de energía por corriente a alta tensión pertenecen al sistema en serie o de intensidad constante desarrollado por Thury.

Como es sabido, este sistema consiste en que las generatrices y los motores están montados en serie; un regulador conveniente mantiene constante la intensidad de la corriente suministrada por las generatrices, siendo ésta suficiente para mantener la corriente constante a pesar de la fuerza electromotriz de los motores emplazados en el circuito, los cuales absorben naturalmente una tensión más grande cuando su carga aumenta.

Estación generatriz.—No se puede en la práctica pasar de los 3.000 por colector ni montar más de dos colectores sobre cada árbol: resulta de ello que el número de las unidades generatrices es mayor en el sistema continuo serie que en el sistema alterno; en efecto, como no pueden desarrollarse más de 1.000 por unidad, ni poner más de dos máquinas en tándem por turbina, son necesarias cinco turbinas para 100.000 voltios, que es una tensión que en nuestros días puede emplearse con seguridad.

La intensidad de la corriente es proporcional a la fuerza que se ha de transportar; si ésta es, por ejemplo, de 30.000 kilovatios, la corriente es de 300 amperios y la fuerza de las turbinas de 6.000 kilovatios. Si el número de unidades es mayor que en la corriente alterna, en cambio el resto de la instalación es más sencillo: el hecho de que las dinamos produzcan directamente la alta tensión suprime el empleo de los transformadores estáticos y el cuadro general, por este hecho, queda suprimido.

Cada generatriz debe soportar la diferencia de potencial máxima entre la línea y la tierra; como no se podrían aislar de un modo suficiente los arrollamientos del inducido y del inductor, préfiérese aislar de la tierra el bastidor entero de la generatriz y poner en comunicación el inducido con la turbina por medio de un acoplamiento aislante. Por otra parte, para seguridad del personal, el suelo entero de la sala de máquinas está aislado.

Los dispositivos de seguridad de las máquinas son los siguientes: las generatrices están provistas de un aparato de puesta en corto-circuito que se cierra de modo automático si el sentido de rotación de las generatrices cambia por quedar fuera de servicio el motor primario; en cambio, un acoplamiento, que puede deslizarse por una sobrecarga de 23 %, protege el motor primario contra el efecto de un corto-circuito brusco en la generatriz: esta disposición es muy útil, particularmente cuando las generatrices van movidas por tur-

binas hidráulicas, que es el caso más frecuente y generalizado.

Cables.—La corriente continua permite el empleo de cables subterráneos, porque en ella no son de temer como en la corriente alterna, los fenómenos debidos a la capacidad de la línea, que tienen en ciertos casos un gran interés.

Cuando estos cables poseen un conductor único y van aislados con papel bajo envoltura de plomo, pueden soportar las más fuertes presiones de agua y, por consiguiente, permiten franquear brazos de mar sin exigir transformación previa.

Los ensayos hechos en la red de corriente continua del Metropolitan Supply de Londres bajo la dirección de Highfield, han demostrado que la pérdida de energía por derivación a la tierra era insignificante; bastaba una máquina electrostática cuya fuerza no excedía de 200 vatios para mantener bajo tensión varios kilómetros de cable, comprendidas las cajas e interruptores.

En Lyon, la entrada en la ciudad del transporte de fuerza de Moutiers (200 kilovatios), se realiza por cable subterráneo en una longitud de 4 kilómetros y medio, y a pesar de la alta tensión de la corriente (80.000 voltios); este ramal funciona sin ningún accidente desde hace varios años.

El retorno de la corriente puede hacerse por un segundo cable o bien por la tierra; en el caso de una instalación de dos cables, puede doblarse inmediatamente la capacidad de la línea en caso necesario. Se han realizado muchos experimentos para determinar de qué modo puede emplearse la tierra como conductor permanente para las corrientes industriales, sin que ello sea perjudicial para las demás instalaciones telefónicas, telegráficas y de otros géneros.

El contacto con la tierra se obtiene enterrando anchas planchas de hierro o tubos de fundición: la oxidación parece limitarse a una ligera capa superficial. La resistencia al contacto de estas planchas disminuye con la profundidad a que se encuentran, lo que puede atribuirse a la presión que las mismas tienen que soportar.

La ciudad de Lausanne ha recibido sin interrupción durante más de un año la corriente de Saint-Maurice por un conductor único con retorno por la tierra; la resistencia total de las conexiones de tierra era de 1,6 ohmios aproximadamente, y no se comprobó alteración alguna sobre los telégrafos y teléfonos: por otra parte, no parecen sean de temer ataques electrolíticos en los aislamientos de los cables modernos, ya que el aislante a base de papel no contiene vestigio alguno de agua libre. Sobre la línea Moutiers-Lyon, en servicio desde hace siete años, Thury no ha comprobado la más pequeña señal de deterioro o debilitamiento de los cables en servicio.

Sub-estaciones.—Las sub-estaciones están equipadas con motores en serie, aislados de la tierra, del mismo modo que se ha indicado para las generatrices, y puestos en comunicación por acoplamientos aislantes con las generatrices establecidas para suministrar a los circuitos de distribución corriente alterna o corriente continua.

Los accesorios son los mismos que en la fábrica generatriz; cada motor va provisto de un aparato que lo pone en corto-circuito cuando la velocidad excede de un límite determinado previamente: un regulador mantiene constante en ciertos límites la velocidad de

los motores, cuando la carga aumenta, cambiando la posición de las escobillas. Además, un interruptor de aceite permite interrumpir la alimentación de los motores.

Principales aplicaciones.—El transporte Moutiers-Lyon, actualmente a un potencial de 75.000 voltios, pero que se llevará pronto a los 100.000 con una intensidad de 15 amperios: longitud total del circuito 360 kilómetros. El transporte Saint-Maurice-Lausanne a 2.700 voltios, con una intensidad de 150 amperios y una longitud de 112 kilómetros. La empresa de La Chaux-de-Fonds y del Locle a 14.000 voltios, con 130 amperios y una longitud de circuito de 52 kilómetros.

TRANSPORTE POR CORRIENTE ALTERNA TRIFÁSICA A ALTA TENSIÓN

Con este procedimiento se han realizado transportes de fuerza mucho más importantes que con la corriente continua, a pesar de haber tenido que vencer dificultades mucho más serias en la instalación de la línea.

Generatrices.—Las generatrices son, naturalmente, tanto más potentes cuanto la fuerza a transportar es más considerable: en la central de Reisholz, cerca de Düsseldorf, hallase ya en servicio un turboalternador de 30.000 caballos: la casa Brown-Boveri tiene actualmente en construcción un turboalternador de 40.000 caballos destinado a una central de Westfalia. Elévese la tensión en los bornes de las generatrices lo más posible para facilitar, en igualdad de potencia, la ruptura de las corrientes y economizar cobre en los cables de conexión; no obstante, con los aislantes actuales no parece prudente salirse del límite de 12.000 voltios.

Cuando los grandes alternadores son movidos por turbinas hidráulicas cuya velocidad tangencial raras veces llega a 20 metros, no se tropieza con dificultades particulares en su construcción; no sucede lo propio cuando deben ser accionados por turbinas de vapor cuya velocidad tangencial está comprendida entre 100 y 200 metros; en efecto, como no puede emplearse transmisión intermediaria, el alternador debe poder funcionar a la misma velocidad que la turbina, y las dificultades con que a la sazón se tropieza son de dos órdenes: en primer lugar la frecuencia de las corrientes industriales que en la actualidad se utilizan varía entre 15 y 60; si la velocidad angular del alternador es grande, hay necesidad de reducir en consecuencia el número de polos, generalmente a cuatro. Por razones de solidez, no se puede alargar demasiado el alternador, y ello conduce a construir máquinas cuyo inducido compacto es de difícil ventilación; hay necesidad de proveer el estator de numerosas canales de ventilación y de enfriarlo con aire captado al exterior de la sala de máquinas. Otra dificultad de construcción de estos alternadores de gran velocidad reside en la magnitud de los efectos debidos a la fuerza centrífuga que se desarrolla y que aumentan la dificultad de fijación de las bobinas y pueden provocar el aplastamiento de los aislantes.

Por otra parte, han surgido en los comienzos de utilización de estas máquinas, incidentes de gravedad, causados por la producción de un corto-circuito sobre la red; las bobinas inducidas son asiento de acciones mecánicas extremadamente violentas que las deforman y puede hasta romperse el árbol del alternador. La

causa de estos fenómenos ha sido estudiada por Punga y Boucherot. Los inductores de estas máquinas de gran velocidad y de pequeño número de polos almacenan tanta energía como los de las máquinas de pequeña velocidad y gran número de polos. Si los circuitos del inducido son cerrados sobre ellos mismos por un corto-circuito, la reacción del inducido no puede anular el campo antes de que toda esta energía se haya disipado a través de los circuitos inducidos e inductores. En estos alternadores los circuitos tienen una débil constante de tiempo, porque a causa del muy pequeño grueso del entre-hierro, la suma de los escapes del inductor y del inducido es a penas igual al 1/10 del flujo útil, mientras que, en los alternadores ordinarios, esta suma es sensiblemente igual a su mitad, y que por otra parte la masa de cobre del rotor es más pequeña, en igualdad de fuerza, a la de las máquinas de poca velocidad. Resulta que, en el momento de los corto-circuitos, la intensidad en los circuitos inducidos e inductores puede alcanzar veinte veces su valor normal. Esto basta para explicar tales accidentes, pues se sabe que un circuito atravesado por una corriente tiende a deformarse de modo que abraza el mayor flujo posible. Para evitar estas deformaciones, se da a las partes exteriores de las bobinas la forma que tienden a tomar bajo la influencia de los corto-circuitos, o bien se puede aumentar la constante de tiempo de los circuitos montando en serie con ellos bobinas de self-inducción muy fuerte.

Transformadores.—A causa de las dificultades de aislamiento, a fuerza igual la altura de los transformadores crece con la tensión: la General Electric C^o construye un transformador de 3.000 kilovatios a 14.000 voltios, montado dentro de un recipiente de aceite: posee un serpentín por el cual circula el agua necesaria para el enfriamiento del aceite. La Westinghouse Electric C^o construye un transformador de 1.000 kilovatios y 100.000 voltios con recipiente de aceite. Se generaliza la costumbre de instalar los transformadores directamente al aire libre; en este caso no hay necesidad de agua, limitándose a proveer la cubierta exterior del recipiente de acanaladuras que hacen las veces de aletas de radiador.

Interruptores de aceite.—En caso de corto-circuito, los interruptores pueden tener que cortar corrientes de gran intensidad, de varios millares de amperios por fase. Se han construido interruptores que puedan cortar normalmente 2.000 amperios a 13.000 voltios. Estos interruptores se ponen en movimiento por un potente resorte, que se suelta cuando hay necesidad de ello.

Cuadros.—Los generadores van unidos generalmente al cuadro de la fábrica generatriz por cables desnudos sostenidos por aisladores o dispuestos en zanjas de mampostería; estos interruptores se manejan desde lejos por medio de motores a baja tensión gobernados por el cuadro; los aparatos contadores se hallan generalmente provistos de transformadores, de suerte que, en principio, ningún conductor de alta tensión llega al cuadro.

Estaciones de transformación.—Poco a poco se han hecho tan importantes como las fábricas generatrices; no obstante, se presentaba el peligro, de gran monta, de acumular en un edificio una cantidad de materia tan combustible como el aceite de los transfor-

madores y de los interruptores; por ello se ha adoptado la costumbre de suprimir el edificio e instalar al aire libre transformadores e interruptores.

Línea de transporte.—a) **Diámetro y separación de los conductores.**—El diámetro de los conductores no está solamente determinado por la intensidad de la corriente que debe transportar; debe ser de tal grueso que no pueda haber formación de efluvios a lo largo de la línea (efecto «Corona» de los americanos); estos efluvios causan, en efecto, una pérdida de energía y, por otra parte, dan lugar a la formación de ozono y de productos nitrosos que atacan a los conductores. Es preciso, pues, que en régimen la fuerza eléctrica desarrollada en la superficie de los conductores sea insuficiente para determinar la ionización del aire, causa de los efluvios. Así, pues, ¿de qué depende esta fuerza eléctrica? Ryan encontró que la tensión eficaz necesaria para producir efluvios entre dos conductores iguales mantenidos a distancia fija elevase cuando se hace crecer su diámetro.

De otra parte, Berg hace variar la separación de dos conductores iguales, permaneciendo constante su diámetro, encontrando que la tensión necesaria para producir los efluvios crece con esta separación. Hay, pues, dos factores para hacer crecer o bien impedir estos efluvios: el diámetro de los conductores y su separación. Pero una distancia de 3 metros entre cables es ya considerable; por consiguiente, no se puede hacer descender el diámetro de los hilos por debajo de un cierto límite, sea cual fuere la intensidad de las corrientes por transmitir. Ello ha conducido a emplear o bien conductores huecos de cobre con un alma de yute, o bien preferentemente cables de aluminio; este último metal es el elegido casi exclusivamente para los grandes transportes de energía recientemente instalados en los Estados Unidos.

Los experimentos de Peck han determinado otras causas que pueden favorecer la producción de efluvios: electrización negativa del conductor, oxidación o rugosidad de la superficie del mismo, temperatura exterior más elevada, presión atmosférica más baja, etc. Ha encontrado finalmente el fenómeno más curioso y sobre las consecuencias del cual volveremos a hablar luego, a saber, que el efluvio se muestra alrededor de dos conductores paralelos bastante antes que surjan chispas entre ellos cuando la tensión es muy elevada, mientras que la chispa precede al efluvio cuando la tensión es inferior a cierto límite. Resulta de dichos experimentos que es preferible no traspasar la relación de 0,8 entre la tensión necesaria para producir efluvios en las condiciones particulares de la instalación y de la tensión normal de la línea; en estas condiciones se puede, en efecto, prescindir de todo dispositivo de protección contra las sobretensiones, ya que la tensión se halla automáticamente limitada a 125/100 de su valor normal por la producción de efluvios.

b) **Aisladores.**—Pertenecen a dos tipos: los aisladores de campana y los aisladores de rosario. Los aisladores de campana son bastante conocidos; son muy sólidos, pero caros: por encima de 80.000 voltios su precio hace imposible su empleo. A la sazón se les reemplaza por aisladores de rosario, cuyos eslabones se hallan provistos o no de para-lluvias de porcelana o vidrio. Los eslabones se reúnen entre sí por anillos

metálicos; pónese un gran número de ellos en rosario, lo que hace inofensiva, desde el punto de vista del aislamiento, la ruptura de uno de ellos.

Es indispensable proteger el eslabón contra la acción de la lluvia, con el fin de impedir que la porcelana se recubra de una capa de agua buena conductriz; la experiencia parece demostrar que este peligro es menos temible para los aisladores de alta tensión que para los otros. Es posible, en efecto, que los efluvios oscuros que preceden inmediatamente a los efluvios visibles cubran el cable de una funda electrizada impermeable a las gotas de agua; esto parece comprobado por el hecho que, en caso de niebla, ésta desaparece alrededor de los conductores y aisladores de alta tensión. Lippmann ha comprobado que si se mantiene una diferencia de potencial elevada entre las dos extremidades de una hoja de porcelana previamente mojada, se ve manar el agua en el sentido de la corriente; los aisladores de alta tensión se desembarazarían pues rápidamente de todo vestigio de humedad. Pero la producción de efluvios invisibles precede de poco la de efluvios visibles, y no se puede correr el riesgo de establecer la línea de tal modo que se produzcan efluvios invisibles más que cuando la tensión necesaria a la producción de los efluvios visibles es netamente inferior a la que determinaría la creación de chispas disruptivas, lo que sólo es posible para tensiones superiores a los 50.000 voltios. Por otra parte, hemos visto antes que el empleo de estas altas tensiones permitía la supresión de dispositivos destinados a proteger la línea contra las sobre-tensiones. Hay en ello dos razones para que en el porvenir el empleo de las tensiones superiores a los 100.000 voltios se generalice, incluso en el caso en que las condiciones de la explotación permitiesen obtener un buen rendimiento con una tensión más débil.

Elegido el aislador, sea cual fuere su sistema, debe ser ensayado bajo una lluvia artificial que debe ser más intensa que las lluvias más fuertes registradas en la región. No hay que olvidar, en efecto, que el viento determina remolinos que en ciertos parajes pueden producir verdaderas, aunque pequeñas, trombas de agua.

Los aisladores se fabrican indistintamente de vidrio o de porcelana. Si se forma un arco a lo largo del aislador, del conductor a su forro, después de haber sido creado por una causa cualesquiera, el aislador no puede resistirlo sino cuando es de duración corta; si se prolonga, el aislador queda inutilizado y fuera de servicio.

Para evitar este inconveniente Creighton mide la tensión entre cada conductor y el suelo por medio de un electrómetro especial; si esta tensión sufre una baja anormal, el electrómetro obra sobre un relé que durante un tiempo muy corto establece un corto-circuito franco entre el conductor y el suelo y lo interrumpe en seguida; ello basta para apagar el arco. La aplicación de este procedimiento necesita no obstante que el punto neutro de la línea no comunique directamente con la tierra; esta condición se generaliza de otra parte cada vez más, pues tiene la ventaja de evitar la producción de un corto-circuito franco en el caso en que por accidente un conductor se encuentre puesto momentáneamente en contacto con la tierra.

Aparatos de protección contra las sobre-tensiones.

—Las sobre-tensiones son de temer particularmente sobre las líneas de gran longitud y alta tensión; son

debidas a diversas causas que conviene estudiar separadamente.

a) *Efecto Ferranti.*—Sobre una línea de transporte de gran longitud, la intensidad y la tensión están lejos de tener los mismos valores eficaces a todo lo largo de la línea; ésta es el asiento de reflexiones en las extremidades que determinan resonancias. Estas resonancias producen sobre-tensiones, particularmente elevadas cuando la longitud de la línea es igual a un múltiplo impar del cuarto de la longitud de las ondas que se propagan.

Así, pues, sobre las líneas de alta tensión, en las condiciones prácticas de instalación, la velocidad de propagación de las ondas eléctricas no traspasa los 200.000 kilómetros. Supongamos una línea de 500 kilómetros y 50 periodos de frecuencia de corriente; busquemos las armónicas que pueden dar lugar a resonancias.

Supongamos que los alternadores no produzcan armónicas pares ni armónicas cuya categoría sea un múltiplo de 3.

Las categorías de las armónicas susceptibles de ser producidas son:

5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 25, 29;

a las cuales corresponden frecuencias:

250, 300.... etc.

y longitudes de onda:

800, 572, 363, 308, 235, 210, 174, 160, 138 km.;

Por otra parte, las longitudes de onda peligrosas, según la regla antes enunciada, serían:

2.000, 666, 400, 286, 212, 182 km.

Se ve pues que la 19ª armónica se hallará en plena resonancia y que todas las demás podrán dar sobre-tensiones más o menos elevadas. Es, pues, necesario disponer los arrollamientos de modo que se evite la producción de armónicas y disponer apagadores de armónicas sobre los alternadores. El efecto Ferranti, de otra parte, no es de temer más que cuando la línea no está cargada; cuando está en carga, las reflexiones se hallan amortiguadas en las extremidades en que toda la energía recibida no es integralmente restituida.

b) *Resonancias entre la línea y los aparatos generadores o receptores.*—Estas resonancias, de temer especialmente en las redes de distribución en cables armados y de tensión media, deben evitarse con esmero, siguiendo los procedimientos indicados anteriormente.

c) *Oscilaciones ocasionadas por los cierres y apertura de circuitos.*—En virtud de la corta duración del fenómeno, puede evitarse por medio de limitadores de tensión.

Para no abrir un paso a las corrientes de trabajo a la vez que las corrientes de descarga oscilante, nótese que éstas tienen siempre una frecuencia muy superior a la de la red y que, por consiguiente, atraviesan más fácilmente un condensador que las corrientes normales; es, pues lógico, proteger los aparatos por medio de condensadores empalmados en derivación entre las entradas de estación y la tierra. Moscicky ha logrado construir condensadores de vidrio que han dado excelentes resultados: pero a pesar de ello se tiene preferencia por

los condensadores electrolíticos de hojas de aluminio. Están constituidos por platos de aluminio superpuestos y separados por calas de porcelana y llenas de un electrolito. Estas pilas de plata, retenidas por montantes de madera impregnada, alójense en las cajas de los transformadores que se llenan de aceite. Para formar estos aparatos se somete las placas a una tensión alterna cada vez más elevada; como el hidrógeno reduce la alumina, va aumentando hasta que la corriente no pasa: queda constituido el condensador y se le puede hacer soportar hasta 450 voltios por plato.

Estos aparatos se unen al punto que se trata de proteger con ellos por un pararrayos; tan pronto surge un arco, la corriente oscilatoria superpuesta a la corriente normal atraviesa fácilmente el condensador, y la corriente normal a través del condensador es lo suficientemente débil para que el arco se apague espontáneamente.

d) *Descargas atmosféricas.*—Es raro que el rayo caiga sobre la línea; de todos modos, sólo puede evitarse proveyendo los postes de un conductor especial que domine todos los demás y en comunicación con la tierra, procedimiento muy costoso y que por lo mismo sólo puede emplearse en lugares particularmente expuestos. Las descargas eléctricas atmosféricas determinan corrientes de inducción de frecuencia muy elevada, siendo fácil evitar su entrada en las estaciones proveyendo a éstas de bobinas de self-inducción, que pueden reducirse a algunas vueltas de alambre; las corrientes inducidas van a la tierra a través de los condensadores de que antes se ha hecho mérito.

Instalaciones típicas modernas.—En la actualidad se tiene el modo de transportar la energía por corrientes trifásicas hasta a distancias de 500 kilómetros con tensiones que llegan hasta a 150.000 voltios. Se puede citar como tipo de estas gigantescas instalaciones modernas la del Mississippi River Power Company, que en lo futuro tomará 300.000 caballos al Mississippi, para lo cual ya está terminada la mitad de la instalación. La altura del salto de agua no es más que de 9 metros aproximadamente, lo que obliga a emplear grupos generadores de marcha lenta, siendo las unidades de 7.200 caballos cada una de ellas. La corriente producida es trifásica de 25 de frecuencia y a 11.000 voltios, transformándose en corriente de 110.000 voltios. Gran parte de esta corriente ha de ser transportada a la ciudad de San Luis, distante 230 kilómetros.

Dignas de mención son también las características del proyecto de Blondel para transportar hasta París la energía tomada del Rhone, a la salida del lago de Ginebra: fuerza 350.000 caballos captados por medio de una presa situada en Genissiat con 40 metros de salto; 14 turbinas de 14.500 caballos conducen alternadores que producen corriente trifásica a 12.000 voltios, que una fábrica de transformación eleva a la tensión de 120.000 voltios. Cuatro líneas aéreas, formada cada una de ellas por tres conductores de aluminio transportan por dos caminos distintos esta energía hasta París, distante 450 kilómetros.

La conclusión de este estudio, realizado por Maurice Leblanc Hijo, no puede ser una elección definitiva entre el transporte de energía eléctrica por corriente continua sistema serie y el por corriente alternativa trifásica; el uno y el otro hallan condiciones de explota-

ción en las que su aplicación con preferencia al otro se impone. Es preciso hacer notar, no obstante, que salvo en ciertos casos particulares (cábricas, ventiladores de minas, etc.) el sistema serie no constituye, hablando con propiedad, un sistema de distribución de la electricidad: no pueden accionar bien los motores industriales pequeños y medianos, que racionalmente no pueden empalmarse más que con redes de potencial constante. Su papel debe limitarse a la alimentación en fuerza motriz económica de uno o varios centros de utilización, centrales de distribución, industrias de gran importancia, minas, etc., en especial cuando, por consecuencia de la longitud de la línea, el coste de ésta es el factor predominante desde el punto de vista comercial, pues que entonces es más económica. Pero, en la mayor parte de los casos, las corrientes trifásicas constituyen el medio más práctico de transportar grandes cantidades de energía a distancias considerables.

¿La cuestión queda definitivamente resuelta? Nos parece que no. Las corrientes alternativas dificultan el empleo de cables subterráneos: con ellas no se osa traspasar la tensión de 25.200 voltios, e incluso a la frecuencia 15, la corriente de carga lleva aparejadas grandes dificultades. Pero las líneas aéreas presentan graves causas de inferioridad comparadas con los cables subterráneos: imposibilidad de montarlas en las ciudades, accidentes causados por las tempestades y huracanes, conservación costosa. La solución del porvenir tal vez será la siguiente: producción y utilización de la energía eléctrica bajo forma de corrientes trifásicas y su transporte bajo forma de corriente continua por cables subterráneos. Se tendrá necesidad de dos órganos simples de transformación en las extremidades de línea; la válvula de mercurio de Copper-Hewitt, merced a sus rápidos progresos, permitirá pasar a la partida de la corriente alterna a la corriente continua: no faltará más que encontrar un aparato estático que haga posible la transformación, a la llegada, de la corriente continua en corriente alterna; los fenómenos utilizados en la telegrafía sin hilos permiten esperar que el problema llegará a resolverse.

Los accidentes causados por las corrientes eléctricas desde el punto de vista médico-legal y técnico

El número de los accidentes debido a las corrientes eléctricas industriales es cada día más grande y tanto más inquietante cuanto las circunstancias que los rodean son, en la mayoría de los casos, difícilmente analizables y dejan casi siempre numerosísimas lagunas tanto en lo que se refiere al mecanismo del accidente, como a lo relativo al modo de verificar los estudios médico-legales, a los primeros auxilios que se deben prestar a los accidentados, al modo de prevenir los accidentes y a las responsabilidades jurídicas que de ellos pueden desprenderse.

El valor del efecto pernicioso que resulta para un organismo vivo de su contacto con un conductor eléctrico viene dado por la fórmula:

$$S = \frac{V \cdot A \cdot P}{\Omega} \cdot K_1 K_2$$

en que: S = trayecto recorrido en el organismo por la corriente;

V = tensión de la corriente;

A = intensidad

t = duración del contacto;

P = número de polos tocados;

Ω = resistencia;

K_1 = constante somática;

K_2 = constante psíquica;

Basándose en los experimentos y estudios de Batelli, Weiss y Jellinck y estudiando detalladamente cada uno de los factores de la fórmula veremos que S o sea el trayecto que recorre la corriente en el organismo depende del contacto que, estableciéndose siempre en dos puntos de la piel, da lugar a la formación entre los mismos de varios circuitos derivados, de los cuales uno sigue siempre la superficie del cuerpo; cuando la mayor parte de la corriente pasa por éste no se producen lesiones internas graves. Se puede decir que la densidad de la corriente que atraviesa los órganos internos es un factor muy importante para la gravedad del accidente; las densidades grandes ocasionan perturbaciones graves en los centros nerviosos sin alterar el corazón, al paso que las débiles ocasionan la fibrilación del corazón y ligerísimas perturbaciones en los centros nerviosos.

V , la tensión, produce efectos distintos, según sea alta, (mayor de 1.000 voltios); media, (de 400 a 1.000 voltios) o baja (100 a 400 voltios). La primera produce la inhibición de los centros nerviosos y la suspensión de la respiración; la segunda ocasiona una serie de fenómenos intermedios entre los causados por la alta y los ocasionados por la baja, y no bien estudiados y definidos, y la baja da lugar al tremendo fenómeno de la fibrilación del corazón que consiste en contracciones desordenadas, asincrónicas y arritmicas de los haces fibrilares de dicho órgano, que determinan la parálisis definitiva con independencia absoluta de los centros nerviosos. La corriente alterna empieza a ser peligrosa a los 400 voltios y la continúa a los 1.000.

Se supone que la intensidad A es peligrosa a partir de 0,1 amperio; sin embargo, se han observado algunos accidentes mortales debidos a corrientes de intensidad mucho más débil.

La duración t del contacto tiene influencia innegable sobre el efecto de la corriente en el organismo. Según los experimentos de Batelli, se puede decir que: 1.º Para duraciones de fracciones de segundo es mucho más peligrosa la corriente continúa que la alterna, pues basta una décima de segundo para producir la fibrilación del corazón por efecto de la corriente continúa y se necesita un segundo como mínimo para obtener el mismo efecto con la alterna. 2.º Si la corriente produce fibrilación, la duración de un segundo causa el paro del corazón. 3.º Varios segundos de contacto causan perturbaciones más graves y la parálisis definitiva y sin remedio del corazón.

P , número de polos. En igualdad de circunstancias el tocar dos polos contrarios es mucho más peligroso que tocar uno solo.

11, la resistencia del cuerpo tiene una importancia capitalísima en los efectos de la corriente eléctrica. Cuando el circuito se cierra con las manos (que es lo que acontece con más frecuencia), la resistencia puede

variar desde 1.000 a 100.000 ohmios, según el espesor de la piel y las condiciones del contacto. Claro está que cuanto mayor sea la resistencia menor será el efecto nocivo.

K_1 , o constante somática, depende de las condiciones del organismo, pues es evidente que la preexistencia de lesiones en los centros nerviosos, en el corazón o los órganos respiratorios tendrá una influencia decisiva en la nocividad del efecto de la corriente.

K_2 , o constante psíquica, depende del estado de ánimo en el momento del contacto; un contacto intencionado tiene efectos menos perniciosos que un contacto inesperado ya que la sorpresa causa efectos muy desastrosos en lo que se refiere a la suspensión de las funciones vitales.

En la fórmula no figura la frecuencia, pues aunque el peligro disminuye a medida que la frecuencia aumenta, como la frecuencia de las corrientes industriales está comprendida, generalmente entre 30 y 150 períodos y los efectos de estas frecuencias son sensiblemente los mismos, no hay necesidad ninguna de tenerlas en cuenta.

Mecanismo de la muerte.—Se puede afirmar que cuando la muerte está ocasionada por una corriente continua, es instantánea por ser producida por una parálisis definitiva del corazón.

Certificaciones médico-legales.—Para poder dictaminar con acierto y pleno conocimiento no basta ni un médico por sabio que sea, ni un ingeniero por mucho que conozca todo lo relativo a la electricidad, pues los accidentes son fenómenos complejos. El único modo de que los dictámenes tengan las condiciones requeridas es el que se encargue de redactarlos de común acuerdo y asesorándose mutuamente a un médico y a un ingeniero.

Primeros auxilios.—La mayoría de las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben prestarse a un accidentado están basadas en el sistema que se sigue con los ahogados prescindiendo, por lo tanto, de las perturbaciones del sistema circulatorio, debidas a la fibrilación del corazón. Lo primero que se debe procurar es restablecer la circulación mediante frías vigorosas, aspersiones de agua fría, etc., al mismo tiempo que se restablecerá la respiración mediante el empleo del pulmón.

J. B. DE AQUILAR-AMAT.

Inventos modernos

Indicador dinamo-eléctrico de frecuencias

Este nuevo aparato, construido por la casa Hartmann y Braun, consiste, como se ve en la figura 1, de cuatro bobinas f_1, f_2, f_3, f_4 dispuestas simétricamente de modo que producen cuatro campos alternados que se combinan de dos en dos, para formar en definitiva los campos F_1 y F_2 representados en la figura 2. En el centro del aparato, y rodeado por las cuatro bobinas, se halla colocado un devanado móvil S , cuya forma especial ha sido elegida para que la escala del aparato pueda ser lo más uniforme posible. Las bobinas f_1 y f_2 están en serie con el condensador C y el devanado S ; las bobinas f_3 y f_4 están en serie con la bobina de in-

ducción D. Los flujos engendrados en las bobinas f_1 y f_2 forman, por su combinación, el flujo F_1 , y los flujos procedentes de las bobinas f_3 y f_4 constituyen el flujo F_2 (fig. 2). El circuito está, por consiguiente, dividido

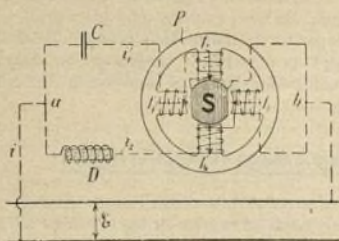


Fig. 1.

en dos ramales entre los puntos a y b ; uno de ellos contiene el condensador C y el otro la bobina de inducción D . Los puntos a y b se hallan conectados con el circuito cuya frecuencia debe determinarse. La posición del devanado móvil S resulta de las acciones contrarias de las dos fuerzas eléctricas de rotación engendradas en el aparato. Si, por ejemplo, la frecuencia aumenta, la corriente i_1 crece, mientras la corriente i_2

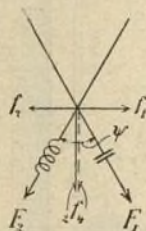
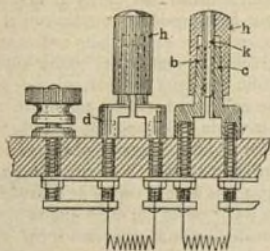


Fig. 2.

decrece y la posición del devanado se halla modificada. El consumo del aparato es de 60 miliamperios aproximadamente.

Enchufes para cajas de resistencia

Este nuevo tipo de enchufe figuraba en una de las últimas exposiciones organizadas por la «British Physical Society». Consiste de un bloque de enchufe del



tipo ordinario, prolongado en su parte superior por un cono vertical formado de dos mitades, b , c , separadas por un espacio de aire, de modo que las bobinas se hallan en el circuito mientras no se coloque sobre

dicho cono el sombrerete h . En cambio, al colocarse esta última pieza en la posición que aparece en el esquema, se establece la comunicación entre las dos mitades del cono, en su interior mediante la aguja k , y por su exterior mediante las paredes del sombrerete. En estas condiciones, la resistencia de contacto se halla reducida al mínimo, aun en el caso de que las superficies de contacto no sean perfectamente lisas. Una de las principales ventajas de este sistema es que los varios enchufes quedan independientes uno de otro (al establecer la comunicación o cortarla) en cuanto a la constancia de la resistencia de contacto, lo que representa un ahorro de tiempo. Por otra parte, este tipo de enchufe permite reducir notablemente el espacio ocupado por la caja de resistencia, debido a que no es preciso que las fajas de latón presenten la misma rigidez, pudiendo por lo tanto ser más cortas; la superficie de contacto es, además, mayor en este tipo de enchufe que en otros.

Carro aéreo para reparación de cables aéreos

El carro aéreo que representan las adjuntas ilustraciones pesa solamente 20 libras; está construido enteramente de acero laminado en frío y acero fundido,

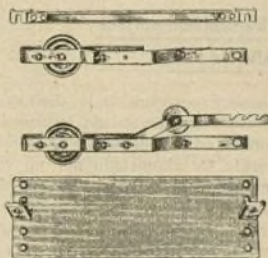


Fig. 1.—Partes del carro.

con excepción del asiento y de la polea que son de madera de roble; puede desmontarse en cuatro partes (fig. 1) que pueden separarse una de otra sin que sea necesario para ello quitar ningún tornillo ni tuerca alguna.

Las ruedas del carro, que descansan sobre el cable «mensajero» son de tal forma que puedan fácilmente pasar por encima de los pequeños obstáculos que se encuentran sobre dicho cable, como son los ganchos de suspensión, etc. Una disposición especial permite ajustar el carro a mayor o menor altura, según la estatura del hombre que haya de utilizarlo. La barra transversal que reúne los dos soportes verticales es también ajustable y puede elevarse o bajarse mientras el carro está en servicio sobre el cable. En la figura 2, esta barra está representada en su posición más alta.

La polea, montada sobre palanca con cremallera, que se ve en la parte derecha del carro en la figura 2, y sobre la cual descansa el cable conductor puede, mediante dicha cremallera, colocarse en varias posiciones en conformidad con la dimensión de los ganchos de suspensión, pudiendo fácilmente guardarse entre los dos cables la distancia debida, sin que el operario tenga que sostener con la mano el peso del conductor.

Por la facilidad con que este carro puede transportarse y montarse, puede prestar grandes servicios para la conservación de las redes eléctricas en general y, sobre todo, de las redes telefónicas. Siendo, en efecto,

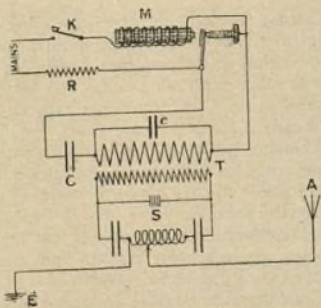


Fig. 2.—Operario utilizando el carro para la reparación de un cable.

su peso y su volumen reducidísimos, puede fácilmente colocarse sobre la bicicleta de que el operario se valga para acudir rápidamente al lugar donde se tenga que reparar una avería.

Aparato de transmisión portátil para telegrafía sin hilos

En la reciente exposición de la «British Physical Society» se presentó un aparato de transmisión radio-telegráfica portátil, con condensador tipo Leslie Miller. El aparato puede ser alimentado por un circuito de corriente continua a 100 ó 200 voltios; su alcance es de 15 millas aproximadamente. Comprende un interruptor de gran velocidad con punta de platino, con el cual está conectado en *shunt* un condensador C puesto en serie con una bobina de inducción que constituye el devanado primario de un transformador T. Esta bobina se halla, a su vez, en *shunt* con un pequeño condensador c que sirve de regulador. El electroimán del interruptor actúa igualmente como aparato de resistencia y puede, en los circuitos a 100 voltios, colocarse



Aparato de transmisión portátil para telegrafía sin hilos.

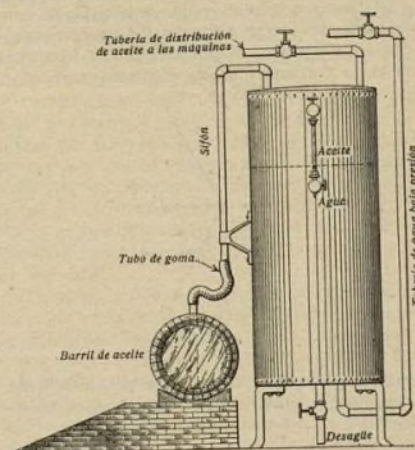
directamente sobre los conductores principales. En los circuitos a 200 voltios, es necesaria la instalación de un reostato no inductivo, R, (aproximadamente 25

óhmios) en serie con el interruptor. El devanado secundario del transformador actúa sobre un circuito oscilante de tipo ordinario, cuya única particularidad consiste en el disyuntor S de que va provisto. Éste consta de cuatro placas de cobre paralelas, con bordes biselados y separadas por pequeños tubos de vidrio.

Este aparato de transmisión requiere de 1,5 a 2 amperios; la producción de chispas en el interruptor es muy reducida, debido a la disposición del circuito primario.

Sifón para trasiego de aceite de engrase

Entre los varios procedimientos de trasiego automático del aceite de engrase de los barriles a los depósitos de distribución, puede recomendarse como más práctico el siguiente, que consiste esencialmente en poner en comunicación el barril de aceite, por medio de un sifón, con el depósito, en el cual se realiza un vacío parcial. El adjunto esquema muestra la disposición general del aparato.



El depósito de aceite, construido de gruesa plancha de hierro, está provisto en su parte superior de dos tuberías: una es la tubería de distribución de aceite a las máquinas; la otra forma parte del sifón por el cual el aceite debe pasar del barril al depósito. Una tubería de agua bajo presión comunica con el depósito por su fondo, en el que hay también una espita de desagüe. La operación se realiza del modo siguiente: se llena el depósito con agua suministrada por la tubería de presión; se coloca el barril en un punto algo más elevado que la salida de la espita de desagüe y, por medio de un trozo de tubo de goma, se pone en comunicación el barril con el sifón. Se cierra la válvula de la tubería de agua y se abre la espita de desagüe. Al escaparse el agua y por efecto del vacío que se forma en la parte superior del depósito, el aceite, sobre el cual se ejerce la presión atmosférica, sube por el sifón y llena el espacio que deja libre el agua. Para evitar toda pérdida de aceite es preciso cerrar el desagüe un poco antes de que se haya vaciado la totalidad del agua contenida, al principio de la operación, en el depósito.

Procedimientos industriales

Fabricación de lámparas de filamento de tungsteno

La temperatura máxima a que puede elevarse el filamento de una lámpara de incandescencia depende de la volatilidad y de la fusibilidad de la sustancia que forma dicho filamento. Un filamento de carbón que consume aproximadamente 3,5 vatios por bujía, no pasa de una temperatura de 1.800°. Cualquier aumento de alguna duración en esta temperatura ocasionaría la volatilización de dicho filamento. Los filamentos de osmio, tántalo y tungsteno consumiendo mucha menos corriente permiten alcanzar temperaturas que llegan hasta 2.000°.

Las modernas lámparas de filamento metálico son únicamente aquellas cuyo filamento está formado por un hilo de tungsteno homogéneo y estirado.

El tungsteno puro, muy frágil a la temperatura de forja, puede, sin embargo forjarse, laminarse y trefilarse a la temperatura del rojo blanco y por este procedimiento llega a hacerse maleable.

Las principales condiciones que debe reunir el tungsteno frágil para poderse transformar en maleable son: estar completamente libre de óxido; la cantidad de carbono contenida en él no debe exceder de 0,05 % y estar completamente libre de antimonio, arsénico, azufre, fósforo, selenio y telurio.

Además, antes de trabajar el tungsteno debe calcinarse hasta casi la fusión, de una manera progresiva. Es necesario también evitar, en lo posible, durante las diversas fases de la fabricación del filamento el contacto del aire con el tungsteno.

La fabricación de los filamentos comprende seis operaciones:

- 1.ª Obtención del tungsteno en polvo suficiente-mente puro;
- 2.ª Aglomeración del polvo en barritas;
- 3.ª Endurecimiento de las barritas;
- 4.ª Calcinación de las mismas;
- 5.ª Laminado o forjado de las barritas.
- 6.ª Estirado de las barritas en hilos.

1.ª *Obtención del polvo metálico.* — Para esto se parte de un trióxido de tungsteno que se convierte en tungsteno metálico calentándolo al blanco en una corriente de hidrógeno puro. Efectuando esta operación a una temperatura regular, 1000°, se obtiene un polvo fino de tungsteno que a pesar de contener de 1 a 2 % de óxido sirve para la obtención de los filamentos.

2.ª *Aglomeración del polvo.* — Ésta se obtiene introduciendo el polvo en matrices para barras de 4 mm. de grueso y 130 mm. de longitud y sometiendo dichas matrices a la acción de una prensa hidráulica, capaz de ejercer una presión de 5000 kg. por cm². Las barritas que se obtienen por este método son muy frágiles y su manipulación exige gran práctica. El polvo que da barritas de más resistencia es el de un grosor regular, pues, tanto el polvo muy fino como el polvo muy grueso dan barras que se desagregan con gran facilidad.

3.ª *Endurecimiento de las barritas.* — Para dar mayor dureza a las barritas de tungsteno se someten, en un horno tubular, y en una corriente de hidrógeno a la temperatura del rojo durante una hora, y luego en el mismo horno y también en una corriente de hidrógeno

a una temperatura algo más alta que 1000°, durante otra hora, con lo cual se obtienen barritas algo menos frágiles.

4.ª *Calcinación.* — Esta operación tiene por objeto crear una conexión íntima entre los pequeños cristales de tungsteno que forman la barrita; debe efectuarse con cuidado y lentamente pues de ella depende la bondad del filamento obtenido y la temperatura final debe ser de 2850°, que es muy próxima a la de fusión del tungsteno. La calcinación debe hacerse en una atmósfera de hidrógeno y con hornos eléctricos especiales y complicados; durante la calcinación la barrita sufre una contracción de 14 %.

5.ª *Laminado o forjado de las barritas.* — Una vez calcinadas las barritas de tungsteno son todavía algo frágiles, pues si caen de una altura de 40 cm. se rompen. Para darles mayor dureza se deben someter a un forjado a unos 1300° y en una atmósfera de hidrógeno, resultado que se obtiene con una máquina especial que a la velocidad de 400 vueltas por minuto imprime a las barritas 4000 golpes repartidos uniformemente en toda su superficie. Con un número apropiado de operaciones se obtienen finalmente barritas de tungsteno de 9,75 mm. de diámetro y dúctiles hasta el punto de poderse trabajar a la temperatura ordinaria.

6.ª *Estirado de las barritas.* — Las barritas obtenidas con la operación anterior se someten a la acción de una hilera, que a pesar de que las barritas son dúctiles a la temperatura ordinaria, se calienta con un dispositivo especial que quema gas del alumbrado, y se lubrifica con una mezcla de grafito Atcheson y de agua. Como los hilos para poderse introducir entre las mordazas de las hileras deben estar afilados, y las barritas tienen el mismo diámetro en toda su extensión, es necesario proceder al adelgazamiento de sus extremos. Debido a la gran dureza del tungsteno y al poco diámetro de las barras no pueden emplearse procedimientos mecánicos y debe recurrirse a métodos químicos; estos son dos, uno para los hilos gruesos y otro para los finos: el primero consiste en sumergir la extremidad de los hilos en nitrato de potasio fundido de modo que formen el anodo de un circuito eléctrico; el segundo, difiere del primero únicamente en que se emplea una solución de cianuro potásico como electrolito.

Las hileras que se emplean sucesivamente difieren muy poco entre sí, de modo que para pasar de un diámetro de 0,65 mm. a otro de 0,02 mm. se necesitan 100 hileras; el trefilaje se efectúa a 600° para los diámetros mayores y a 400° los inferiores.

Un hilo de 0,18 mm. de diámetro puede, a la temperatura ordinaria, arrollarse sobre un dedo sin que se rompa. Desde 0,1 mm. en adelante es tan dúctil que puede sufrir el estirado a la temperatura normal, a pesar de lo cual y para mayor facilidad siguen calentándose las hileras.

Al salir el hilo de tungsteno de la última hilera es de color negro-azulado debido en parte al grafito que lubrifica la hilera y en parte a una pequeña cantidad de óxido. Para quitarle esta capa se somete a la temperatura del rojo naciente en el interior de un tubo por el que circula hidrógeno y manteniéndolo en contacto con dos cilindros de cobre por los que circula una corriente eléctrica.

Una vez terminado, el hilo de tungsteno es de color blanco de plata, no se oxida a la temperatura normal y tiene una resistencia a la tracción de 420 a 460 kg. por mm². Es inatacable por los ácidos clorhídrico, fluorhídrico y nítrico; débilmente atacable por el ácido sulfúrico y a elevada temperatura y por el agua regia y muy atacable por la mezcla de ácido fluorhídrico y nítrico concentrados. Los cloratos y nitratos de potasa lo oxidan transformándolo en trióxido de tungsteno.

Montaje de las lámparas.—El filamento va encerrado en una bombilla en que se ha hecho el vacío y en la que la corriente eléctrica penetra por dos pequeños trozos de hilo de platino. El filamento va montado sobre un soporte cuyos extremos van soldados a la parte inferior de la bombilla. Los hilos en que se apoya el filamento son de molibdeno en la parte superior y de níquel en la inferior.

La duración de estas nuevas lámparas es de unas 1000 horas como *minimum minimorum*.

Ensayo de los aceites para la lubricación de los motores de explosión

Es muy interesante desde el punto de vista práctico, el conocimiento del coeficiente de frotamiento inmediato de los aceites empleados como lubricantes en los motores que se usan en automovilismo y aviación, en las condiciones físicas en que se emplean habitualmente.

Para llegar a este conocimiento G. Lumet ha ideado una máquina original y muy bien combinada. Se compone esencialmente de un cilindro horizontal que puede girar alrededor de un eje en cuyo interior y apoyados contra la pared se encuentran cuatro frotadores rectilíneos, paralelos a las generatrices de dicho cilindro y montados en cruz sobre un eje que atraviesa las bases del cilindro y está montado sobre soportes que le permiten una gran movilidad angular.

Cada frotador se apoya sobre la pared del cilindro por medio de un pistón sobre el que actúa a presión el aceite procedente de una canalización exterior. El aceite se comprime mediante una bomba de mano en un recipiente en el que hay una cantidad de aire y la presión se regula por medio de un regulador colocado en la canalización.

El cilindro recibe un movimiento de rotación mediante un motor eléctrico cuya velocidad es regulable.

El rozamiento que la pared del cilindro ejerce sobre los frotadores tiende a arrastrar el árbol sobre el que van montados y que se equilibra mediante un brazo y un cursor móvil a lo largo de dicho brazo.

El aceite que sirve para transmitir la presión a los pistones es el mismo que se quiere ensayar y que gracias a la incompleta impermeabilidad de dichos pistones cae gota a gota sobre la pared del cilindro frente a los frotadores.

Una serie de mecheros Bunsen colocados a lo largo del cilindro permite elevar la temperatura del aceite y un pirómetro situado convenientemente indica en cada caso dicha temperatura.

El cilindro y los frotadores son intercambiables de modo que pueden utilizarse en su construcción metales diferentes.

La máquina está construida de modo que la velocidad lineal puede variar desde 0 hasta 20 m. por segundo; la presión desde 0 hasta 5 kg. por cm² y la temperatura desde 0 a 300°.

En el caso de roce mediato se puede suponer que las capas de aceite están completamente adheridas a las superficies frotantes, de modo que el movimiento relativo resulta exclusivamente del resbalamiento de unas moléculas de aceite sobre otras.

La ley de variación del coeficiente de roce, en las condiciones expuestas, es $\varphi = K \frac{V}{p}$, fórmula en la que

φ es el coeficiente de roce, K una constante de viscosidad, p la presión ejercida por unidad de superficie sobre las paredes frotantes y V la velocidad lineal.

Pero hay que considerar que el espesor de la capa de aceite es del mismo orden que las magnitudes de

las irregularidades de las superficies, de modo que hay contactos directos entre los metales. Para los esfuerzos parciales, tangenciales o normales correspondientes a estos contactos se aplican las leyes del frotamiento directo, de modo que el fenómeno se puede representar parcialmente por $\varphi = \text{constante}$. Para designar el coeficiente de frote mediato real de la experiencia, se ha imaginado una ley intermedia entre la ley del roce mediato hipotético y la del roce directo $\varphi = K \frac{V^\beta}{p^\alpha}$ siendo

α y β positivos y menores o iguales a la unidad.

Los resultados obtenidos en más de mil determinaciones han demostrado que el valor de $\alpha = 0,75$ representa con una aproximación suficiente el conjunto de los fenómenos.

Estudiando la influencia de la temperatura, se ha encontrado que el coeficiente de rozamiento, como función de la temperatura, decrece según una ley hiperbólica cuando la temperatura aumenta: $\varphi = \frac{a}{t} + \frac{b}{t}$

+ c. Los coeficientes a, b y c son características del lubricante y de las superficies frotantes y dependen de la presión y de la velocidad.

En lo que se refiere se puede expresar por la fórmula:

$$\varphi = \frac{K}{p^{0,75}}$$

En función de la velocidad podría representarse por una fórmula en que β que depende de la viscosidad, fuera también dependiente de la temperatura; esta relación no está todavía bien estudiada, pero puede decirse que cuando la temperatura se eleva, disminuyendo por tanto la viscosidad, si el lubricante está mantenido contra las paredes gracias a dicha viscosidad, es despedido por el movimiento de rotación del cilindro, y el rozamiento se aproxima al roce directo y β tiende hacia cero; hechos todos comprobados en todos los ensayos.

Los datos siguientes dan una idea de como varía φ al variar la presión p:

p en kg. cm ² . . .	5,275	3,275	1,775	1,275	0,275
φ	0,023	0,031	0,048	0,058	0,213
K ₁ para $\alpha = 0,8$. .	0,080	0,080	0,076	0,070	0,074
K ₁ para $\alpha = 0,7$. .	0,074	0,071	0,072	0,069	0,084

Los ensayos se verificaron en las condiciones siguientes: fundición contra fundición, temperatura de la capa de aceite 75°, velocidad lineal 5 m. por s., aceite Leprêtre.

La fórmula en este caso y siendo $\alpha = 0,75$ sería:

$$p^\alpha \varphi = K_1$$

Para representar la ley de variación de los coeficientes de roce, al variar la temperatura, se ha adoptado la

$$\text{fórmula } \varphi = \frac{16,41}{t^2} + \frac{2,086}{t} - 0,0076. \text{ En un caso}$$

particular siendo las superficies frotantes de hierro colado, los coeficientes calculados mediante la fórmula y los medidos fueron los siguientes:

Temperatura . . .	75°	100°	115°	150°	175°	200°
φ calculado . . .	0,023	0,015	0,010	0,007	0,007	0,004
φ medido	0,023	0,019	0,010	0,007	0,007	0,000

A medida que la velocidad aumenta β va disminuyendo, siendo los resultados de las experiencias los siguientes:

Velocidad . . .	5 m. p. s.	9 m. s.	15 m. s.
φ	0,058	0,105	0,175.

CONTADOR DE GAS

Generalidades.—En los principios de la industria del gas, el consumo o paso de este fluido se *medía* o evaluaba por el calibre de los mecheros, en función del tiempo que éstos permanecían encendidos. Este medio tan empírico, prácticamente tan inexacto como de fácil acceso al fraude, dió gran valor a la necesidad de un procedimiento o aparato de medición exacta, con la suficiente garantía de una perfecta regularidad de funcionamiento.

Fué al gran impulsor de las industrias del gas, en sus orígenes, a Samuel Clegg, a quien se debe el primer aparato de esta clase, datando su primer modelo, por él mismo perfeccionado posteriormente, del año 1815, dando origen con su principio fundamental, en que se han basado todas las modificaciones subsiguientes, al aparato que hoy conocemos por *contador de gas*, cuyo objeto es registrar, medir o *contar* las unidades volumétricas de fluido que pasan durante un período cualquiera de tiempo por la conducción o ramal de destino en que está interpuesto.

El primer *contador de gas*, verdaderamente práctico, parece ser debido al ingeniero Juan Malam, sucesor de Clegg en la *Chartered gas Company* de Londres, que lo construyó en 1819.

Hoy se clasifican los contadores de gas en dos grandes grupos: 1.º *contadores hidráulicos*, 2.º *contadores secos*.

Los primeros son los fundados en el principio de Clegg, que emplea el agua como elemento mediador o modificador mecánico aprovechando la propiedad de su estado normal líquido; pero en los países fríos, anulada esta propiedad por la congelación del agua, no pueden funcionar, y, por lo tanto, tener aplicación los contadores hidráulicos, empleándose entonces los contadores fundados en el segundo principio o *contadores secos*.

Contadores hidráulicos.—En éstos el paso o corriente de gas, guiado y regulado por una superficie de agua, pone en movimiento de rotación un volante o tambor de paletas, cuyo eje, mediante un tornillo sin fin y una rueda dentada, hace girar la espiga o eje de un medidor de litros sobre el que un índice señala el número de litros de gas pasados por el interior del tambor. Este mismo eje engrana y pone en movimiento un mecanismo de relojería o sistema de ruedas, cu-

yo número de vueltas están en proporciones de múltiplos decimales correspondientes a esferas en que se indican, en metros cúbicos, las unidades simples, decenas, centenas y hasta millares, (en los contadores de gran capacidad), de gas consumido o *gasto* fluido del aparato.

Así, pues, esencialmente, un contador hidráulico de gas, consta de un volante o tambor medidor, una *cantidad* de agua reguladora y un mecanismo registrador o reloj; a estos órganos que podríamos llamar activos, hay que añadir otro pasivo o continente que es el cilindro o caja. La descripción esquemática de su estructura y funcionamiento, nos la facilitará la figura 1.

Un tambor compuesto de tres o cuatro compartimientos, B, D, F, G, puede girar alrededor de un eje, E, dentro de una caja cilíndrica, CC, que contiene cierta cantidad de agua hasta un nivel tal como *na*. La capacidad de los compartimientos del tambor, es igual, estando constituidas las divisiones por tabiques de curvaturas especiales que varían con los tipos. Generalmente afectan una posición oblicua con respecto al eje, dejando por sus extremos periféricos, unas ranuras *r* de comunicación. Tomando como posición inicial la representada en la figura 1, el gas entra en el tambor por el tubo T

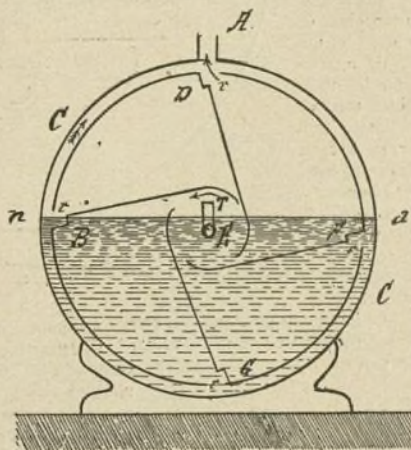


Fig. 1.—Principio de los contadores de gas.

cuyo orificio de paso está sobre el nivel del agua, y llena el espacio libre del compartimiento B o sea el comprendido entre las paredes del compartimiento que se encuentran fuera del agua y la superficie de ésta. La presión del gas, reaccionando sobre la superficie que le ofrece menor resistencia, que es el tabique superior del compartimiento, dispuesto en equilibrio indiferente, siendo las demás estables o fijas, imprime un movimiento lento de rotación al tambor, debido al cual, el espacio libre del mismo compartimiento B, va aumentando y a la par siendo invadido por la corriente gaseosa que continúa su acción motora sobre el tambor, hasta que, adquirida por B una posición tal como D se halla completamente cargado de fluido en una cantidad volumétrica igual a su capacidad. Antes de este momento, el compartimiento G completamente sumergido en el agua y exento, por lo tanto, de la más mínima cantidad de gas, habrá tomado una posición tal como la primitiva considerada para B, y repitiéndose en este compartimiento G la misma serie de operaciones ya consideradas, como consecuencia de la circulación

natural del gas, se determina la continuidad del movimiento giratorio del tambor, debido a la cual, el compartimiento B, después de la posición D, tomará la posición F en que se inicia la inmersión del compartimiento en el agua y consecutivamente la reducción de su espacio libre. Debido a esta inmersión y consiguiente reducción de espacio, el gas se ve obligado a salir por la ranura *r* a la cámara del cilindro o caja C y de allí al exterior por el tubo A, hasta que sumergido ya completamente en el agua el compartimiento se ha verificado también por completo la expulsión del gas, cerrando el ciclo que por fases sucesivas se verifica simultáneamente para todos los compartimientos en el curso continuado de la rotación del tambor mientras el gas permanece en circulación. Se comprende que conocida previamente la capacidad de los compartimientos del tambor y el número de éstos, por el número de rotaciones, determinaremos fácilmente los volúmenes y por lo tanto la cantidad total de gas consumido. Pero también será fácil observar que, existiendo un exceso de agua en el cilindro, el espacio libre de los compartimientos nunca llega a ser completo y, por lo tanto, su capacidad de admisión fluidica queda reducida siendo tanto menor el volumen de gas recogido o sea medido por cada compartimiento, cuanto mayor la cantidad de agua. Inversamente, reduciendo la cantidad de agua más de lo conveniente para que el espacio máximo libre de los compartimientos iguales

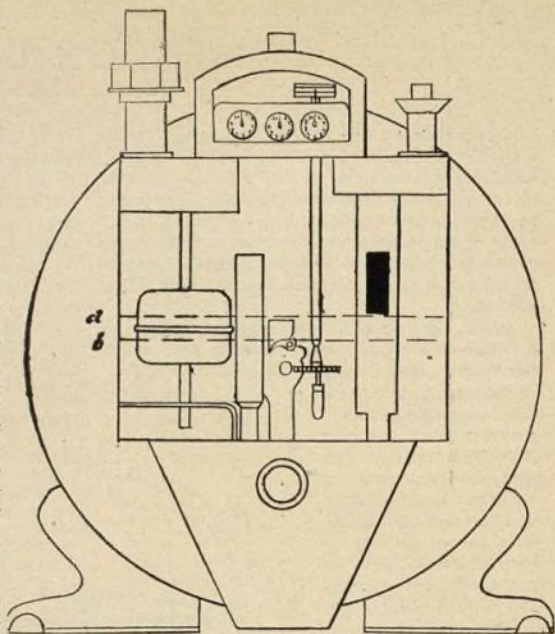


Fig. 2.—Contador de medida invariable de Siry Lizars y C.
a, nivel superior del agua. b, inferior.

al computado para el régimen normal del contador, el volumen del gas admitido aumentará. En el primer caso, se dice que el contador *adelanta* (cuenta más); en el segundo que *atrás* (cuenta menos); en ambos, como el registro o reloj indicador está regulado por el número invariable de revoluciones del tambor, hay error.

De lo dicho se deduce, que en rigor, todo contador de gas tiene un nivel de régimen, invariable. La evaporación natural inevitable del agua, constituye otra causa, en este caso permanente, de perturbación del nivel del agua y, por lo mismo, de error.

Para evitar todas estas causas de error e irregularidades accidentales posibles, y asegurar la exactitud de las mediciones del gas consumido, se han ideado diversidad de dispositivos que en conjunto obedecen a dos principios: conservación del nivel invariable del agua y corrección de las perturbaciones que puede producir el descenso del agua, por medio de un mecanismo compensador.

El contador tipo fundado en el primer principio es el de P. Bouget, en el que, antes de entrar en el tambor, el gas se satura de vapor de agua en una antecámara; es un tipo de contador muy seguro y sencillo, no pudiendo, en realidad, atribuirle más inconveniente que la frecuencia con que hay que alimentar el depósito de saturación.

El contador tipo fundado en el segundo principio o de compensación, es el de Siry Lizars y C.^a (fig. 2). El volante de este contador consta

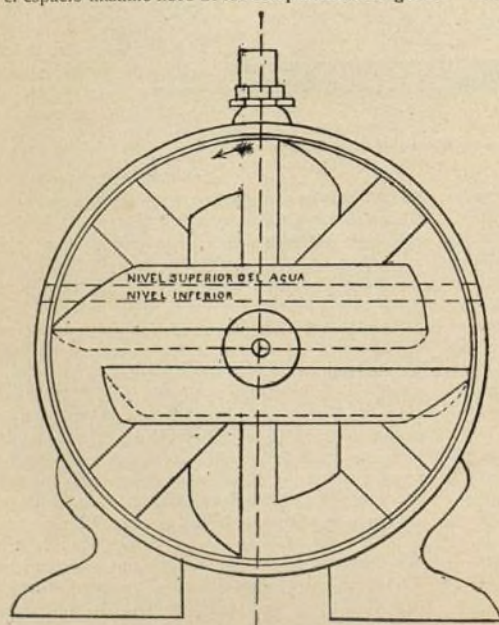


Fig. 3.—Disposición de los canales compensadores de medida invariable.

de cuatro canales o cucharas colocadas en su parte anterior y posterior (fig. 3). Al vaciarse un compartimiento del tambor, una parte del gas es retenida y conducida por su canal correspondiente al compartimiento que está en fase opuesta. En el caso de descender el nivel del agua, el extremo anterior del canal recoge un volumen de gas proporcionalmente mayor e inversamente cuando el nivel del agua asciende sobre el de régimen y de este modo se consigue que los compartimientos reciban y emitan invariablemente la misma cantidad de gas.

En el contador primitivo se obtienen los efectos de corrección por medio de tres órganos esenciales dispuestos en una caja prismática, situada en la parte anterior del contador, que son: el nivel, la válvula de entrada del gas y el sifón. El nivel está constituido por un tubo vertical cuyo extremo superior o boca enrasa el nivel que haya de tener el agua en el contador, vertiéndose por él la sobrante si la hubiera. La válvula de entrada del gas, está regida por un flotador del que es solidaria por medio de una espiga; en caso de descenso del nivel del agua, el flotador desciende también, cerrando la válvula, no pudiendo entonces el gas penetrar en el aparato. El paso del gas al tambor medidor se verifica

por el sifón en el que penetra el agua obstruyendo el paso del gas en caso de un exceso sobre el nivel de régimen. Este tipo primitivo, que podríamos llamar fundamental, ha sufrido diversas modificaciones y adiciones, tales como la caja de agua o guarda hidráulica, cuyo objeto es impedir el escape del gas al exterior por el desagüe del sifón, en el caso de que fortuitamente estuviese destapado; los canales compensadores, de que ya hemos hablado, el nivel de tubos gemelos; el volante Duplex y la cuchara niveladora, etc. Algunos de estos dispositivos integran el contador que podríamos llamar tipo moderno.

Contador moderno.—Un modelo típico de contador moderno está representado en la lámina desmontable, en el cual se conservan las líneas generales del ti-

po primitivo del contador hidráulico, que ya hemos descrito. Una ligera ampliación con este modelo a la vista nos acabará de proporcionar un conocimiento acabado del contador de gas.

El cuerpo principal del contador o caja cilíndrica de hierro fundido o de plancha emplomada que encierra el volante medidor, descansa sobre unos pies o soportes (1) y en su cara anterior tiene adosada otra caja prismática, más pequeña, dividida en cinco compartimientos que contienen todos los órganos reguladores y registradores del contador. El tubo 6 es el de alimentación de agua, operación previamente necesaria para

que pueda funcionar el aparato. De este tubo el agua se vierte en el compartimiento 8, llamado de entrada del agua, de donde pasa por el pequeño tubo 40 colocado en la parte superior, a la cámara central 8, y de ésta a la caja del tambor por la abertura 19 hasta enrasar el nivel de régimen determinado por la boca del tubo 13 que conduce el agua sobrante a la cámara 12, mediante el vaso 17 que obra como sifón, permitiendo la salida del agua y cerrando la del gas. El desagüe de este compartimiento inferior (12) se verifica por el tubo 18.

Alimentado ya de agua el contador, se halla en disposición de funcionar: La entrada del gas se verifica

por el tubo de conducción 15 invadiendo la cámara seca 10 por el orificio 16 delante del cual juega una válvula solidaria de un contrapeso 21 que cierra automáticamente el paso del fluido al inclinar el contador hacia adelante. De la cámara seca 10 pasa el gas por el pequeño tubo 22 a la caja cilíndrica 24, del flotador, el cual está provisto de una válvula 25 que cierra el paso del gas por el orificio 28, su curso natural, al sifón 27. Prosiguiendo su curso el fluido recorre el sifón y penetra sucesivamente, conducido por éste, en los compartimientos del tambor, en los que, después de haber sido medido y desarrollado la acción motriz que ya conocemos, poniendo en rotación el volante, sale por las rendijas de los compartimientos del tambor al espacio libre del cilindro y por la abertura 40 de éste al tubo de salida 41 pasando por la cámara central 8.

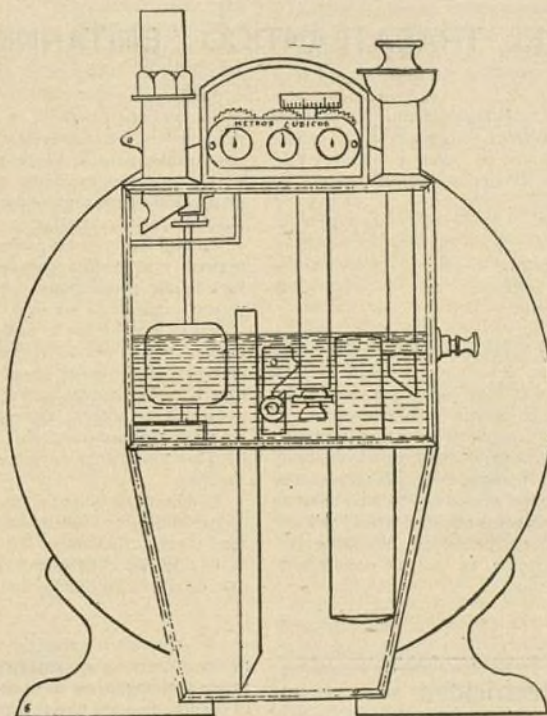


Fig. 4.—Contador de la Compañía Parísien.

Los tambores del sistema primitivo, normalmente, sólo pueden verificar 100 revoluciones por hora; los tambores Duplex llegan a dar hasta 200 revoluciones. Existen contadores de distintas capacidades, construyéndose de 3, 5, 10, 20, 30, 50, 80, 100, 250 y 200 mecheros.

Contadores secos.—Estos contadores fueron principalmente estudiados por Berry, Croll, Malam, Reichards y Sullivan, y se basan en el funcionamiento de una especie de doble capacidad de cuero muy flexible, preparado químicamente, que se hincha o se des-

hincha a manera de fuelle. Los contadores más conocidos fundados en este principio son los de De Fries, Dordrecht, Croll, Glover y Kromschroeder.

Para finalizar debemos mencionar también los contadores especiales como los *reguladores* propios de laboratorio y para la práctica de las verificaciones; los grandes *contadores de fabricación*, los *fotométricos* que acusan los litros consumidos en un tiempo dado por el *mechero tipo* y los *contadores de ensayo* que en un minuto evalúan el consumo por hora.

A. MENÉNDEZ CABALLERO

EL TRASATLÁNTICO "BRITANNIC"

Una de las obras maestras de la moderna arquitectura naval es el trasatlántico «Britannic» de la compañía White Star, construido en Belfast por la casa Harland y Wolff y cuyas características son:

Eslora, 273 metros.
Manga, 28 metros.
Puntal, 19 metros.
Altura total, 31 metros.
Tonelaje, 53,000 toneladas.
Potencia, 18,000 HP.
Número de puentes, 9.

El casco de doble fondo está formado por placas de acero unidas con cubrejuntas y roblonadas de modo que la rigidez y la impermeabilidad son absolutas y está dividido en compartimientos estancos.

Está dotado el «Britannic» de 48 botes salvavidas con capacidad suficiente para la mayor parte de los individuos que pueden navegar en él y la maniobra de botadura de dichos botes se efectúa por medio de un aparato ideado por sus constructores Harland y Wolff, cuyo funcionamiento parece dar una absoluta garantía de la perfecta utilización, en caso de accidente, de todos y cada uno de ellos.

La instalación eléctrica es, en este buque, un verdadero modelo, y en ella se han tomado todas las medidas posibles para la buena marcha de los servicios, tales como iluminaciones, ascensores, montacargas, grúas, calefacción, ventilación, etc., que dependen en absoluto de dicha instalación.

La ventilación de las partes habitables del buque es perfecta y se verifica por medio de ventiladores de succión que proporcionan corrientes de aire, frío en verano y caliente en invierno.

En la distribución e instalaciones del interior del buque se han tenido rigurosamente en cuenta los preceptos de la higiene, pues además de varias salas hospitales, un hospital para enfermedades infecciosas perfectamente aislado, una clínica quirúrgica, etc., posee muchos departamentos de baños, lavabos y retretes cuyo funcionamiento es admirable y su desinfección absoluta.

El número de personas que puede viajar a bordo de este buque es 3,529 de los cuales 2,579 son pasajeros y el resto tripulantes.

La disposición interior del buque puede verse con todo detalle en los dibujos de la lámina central.

Electricidad

Funcionamiento de los transformadores en paralelo

1

Determinación de la corriente en los transformadores conectados en paralelo.—Reducción de la corriente total a sus componentes por el análisis simbólico.

Ciertos autores, al tratar del funcionamiento en paralelo de los aparatos eléctricos, se extienden considerablemente sobre el llamado «intercambio» de corrientes locales que circulan en los circuitos existentes entre los varios aparatos, sin extenderse al circuito externo. Este punto de vista especial es resultado de la particularización de un método general de análisis, por el cual la corriente de cualquier circuito queda reducida a sus varias componentes, cada una de las cuales tiene su significación propia. Si son tres los factores que afectan el funcionamiento de los aparatos en pa-

ralelo, la corriente en cualquier porción del circuito puede descomponerse en cuatro elementos. El primero es la corriente ideal que existiría si quedase sin efecto cada uno de aquellos factores. La segunda componente es debida enteramente a la acción del primero de dichos factores independientes; lo mismo ocurre con las otras dos. Por consiguiente, si es nulo uno de los factores, la componente de la corriente principal que, habitualmente, se deriva de él, será también igual a cero.

El objeto del presente artículo es la aplicación de este método de análisis al caso de los transformadores que funcionan en paralelo. Cuando se trata de transformadores en carga, es costumbre prescindir, en los cálculos, de la corriente de excitación y admitir que la pérdida en el núcleo es constante. Fácil es demostrar que los errores en que se incurre con este modo de proceder son muy pequeños y que, en cuanto a las pérdidas, tienden a compensarse unas con otras.

El vector, diagrama n.º 1, es el que se emplea para la representación gráfica de las condiciones existentes en un transformador sencillo.

El voltaje primario V_1 es igual al voltaje secundario V_2 multiplicado por la relación de transformación a , más la caída equivalente referida al lado primario. Poco importa el modo en que la impedancia, se halle efectivamente dividido entre los dos lados del transformador. Esto, sin embargo, es verdad sólo cuando la corriente de excitación es insignificante, así como la influencia que pueda tener sobre la pérdida en el núcleo cualquier modificación que sobrevenga en el flujo recíproco.

Si las siguientes ecuaciones estuvieran establecidas para el pleno voltaje, la corriente, la oposición y la admisión estarían expresadas en notación simbólica de cantidades complejas.

Es condición habitual del funcionamiento en paralelo de los transformadores que el voltaje primario y el voltaje secundario sean los mismos para todos los transformadores. Cuando las relaciones de transformación son iguales, la solución es sencilla y resulta de la ecuación:

$$aV_2 + I_1 z_1 = V_1 \\ aV_2 + I_2 z_2 = V_1$$

I_1 , I_2 , etc., son las corrientes primarias y z_1 , z_2 , etc., son las impedancias equivalentes referidas a los lados primarios de los transformadores. Estas ecuaciones pueden escribirse:

$$I_1 = y_1 (V_1 - aV_2) \\ I_2 = y_2 (V_1 - aV_2)$$

La corriente total es igual a la suma de los vectores de las corrientes individuales, siendo:

$$I_o = I_1 + I_2 = (y_1 + y_2) (V_1 - aV_2)$$

Como que, en general, la corriente total es ya conocida, se deducirá de esta ecuación la caída debida a la impedancia:

$$(V_1 - aV_2) = \frac{I_o}{Y_o}$$

V_o es la suma de las admisiones expresada en notación de cantidades complejas. La corriente en el primer transformador, se deduce de la fórmula:

$$I_1 = \frac{y_1}{Y_o} I_o \quad (1)$$

Si las relaciones de transformación no son las mismas en los varios transformadores, la solución es, sin embargo, sencilla; en este caso, las ecuaciones se establecen del siguiente modo:

$$a_1 V_2 + I_1 z_1 = V_1 \\ a_2 V_2 + I_2 z_2 = V_1$$

Las relaciones de transformación son a_1 , a_2 , etc.; las corrientes en los varios transformadores son I_1 , I_2 , etc., y las oposiciones equivalentes referidas a los lados primarios son z_1 , z_2 , etc., respectivamente. Las diferencias del potencial primario y secundario son respectivamente V_1 y V_2 . Deduciendo de la primera de estas ecuaciones el valor de I_1 , se obtiene:

$$I_1 = \frac{1}{z_1} (V_1 - a_1 V_2)$$

fórmula que puede escribirse del siguiente modo:

$$I_1 = y_1 V_1 - a_1 y_1 V_2 \quad (2)$$

La corriente total en el lado primario es la suma de las corrientes I_1 , I_2 , etc. y es:

$$I_o = I_1 + I_2 \\ I_o = (y_1 + y_2 +) (V_1 - a_1 y_1 + a_2 y_2 +) V_2$$

Sustituyendo V_o a $(y_1 + y_2 +)$, y Σay a $(a_1 y_1 + a_2 y_2 +)$ puede deducirse de esta ecuación el valor de V_2 :

$$V_2 = \frac{Y_o V_1 - I_o}{\Sigma ay}$$

Y, sustituyendo a V_2 en la fórmula n.º 2, el valor así obtenido, aquella fórmula se escribirá:

$$I_1 = y_1 V_1 - a_1 y_1 \left(\frac{Y_o V_1 - I_o}{\Sigma ay} \right)$$

En esta última ecuación, todas las cantidades son conocidas, pudiendo así exactamente determinarse la corriente de cada uno de los transformadores. Sin embargo, cuando lo que se busca es una solución numérica, es preferible establecer dicha ecuación en la forma siguiente:

$$I_1 = a_1 y_1 \frac{I_o}{\Sigma ay} + y_1 \left(V_1 - a_1 \frac{V_1 Y_o}{\Sigma ay} \right) \quad (3)$$

En la ecuación n.º 3, las variables independientes son y_1 y a_1 . Si las relaciones de transformación son todas iguales, la ecuación se reduce a la forma sencilla (1). Esta es, por consiguiente, la solución general del problema de la corriente en cada uno de los varios transformadores conectados en paralelo.

En el caso ya supuesto de que las relaciones de transformación sean iguales, la corriente en cada transformador, no estando en carga, es igual a cero. (V. ecuación n.º 1).

Cuando las relaciones no son iguales, sin embargo, hay siempre corriente en dos de los transformadores por lo menos, aun cuando no existe carga sobre ellos. En cambio, si hay tres o más transformadores conectados en paralelo, es posible que alguno de ellos no lleve corriente alguna. Aun cuando los transformadores conectados en paralelo se hallen en carga, es posible, aunque no probable, que no haya corriente en uno de ellos.

Para la aplicación del principio analítico antes expuesto, es necesario determinar los factores que influyen el funcionamiento en paralelo de los transformadores. Estos factores son tres: en primer lugar la relación de transformación; en segundo lugar la relación de la resistencia equivalente a la reacción equivalente, y en tercer lugar el voltaje de impedancia, cuando existe en el aparato la corriente máxima de que es capaz.

En el caso de que la corriente de excitación pueda considerarse como una cantidad despreciable y que las pérdidas en el núcleo dependan solamente del voltaje primario inicial, dichos factores son los únicos que afectan el funcionamiento en paralelo. La corriente total de cada transformador debe, por consiguiente, dividirse en cuatro componentes. La primera es la corriente ideal que existiría si los transformadores estuvieran perfectamente adaptados al funcionamiento en paralelo. La segunda es la que resulta de desiguales relaciones de transformación. La tercera es la que resulta de la desigualdad de las relaciones de reacción equivalente entre los varios transformadores, y la cuarta es la que resulta de la desigualdad del voltaje de impedancia equivalente bajo la corriente máxima que el

aparato puede llevar. En general, la corriente en el primer transformador puede deducirse de la ecuación n.º 3. Si las relaciones de transformación son las mismas, la corriente se deduce de la ecuación n.º 1. Entonces, la diferencia de estas dos corrientes representa la componente de corriente debida enteramente a la

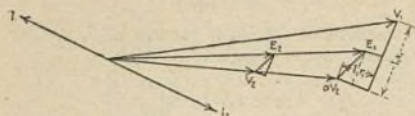


Fig. 1. — Vectores de las corrientes y de los voltajes.

desigualdad de las relaciones de transformación. Esta componente es designada por B en la ecuación siguiente:

$$B = y_1 \left\{ V_1 - a_1 \left(\frac{V_0 V_1 - I_0}{\Sigma ay} \right) \right\} - y_1 \frac{I_0}{Y_0}$$

que puede también escribirse:

$$B = y_1 \left(V_1 - \frac{I_0}{Y_0} \right) \left(1 - a_1 \frac{Y_0}{\Sigma ay} \right)$$

En estas ecuaciones, las variables independientes son y_1 y a_1 .

El segundo factor de la componente B es el voltaje primario menos una cantidad que podría llamarse la caída de impedancia equivalente media referida al lado primario. Por consiguiente, puede decirse, sin apartarse mucho de la verdad, que esta componente B es indispensablemente, en fase y en magnitud, de la corriente de carga total.

Para determinar la tercera componente, admítase que las relaciones de transformación son iguales y que la resistencia equivalente y la reacción equivalente de cada transformador se hallan ajustadas de tal modo que aún cuando sus receptividades equivalentes queden iguales, la relación de la resistencia a la reacción sea la misma para cada uno de ellos. En este caso la componente B es igual a cero y la corriente en el primer transformador se deduce de la ecuación n.º 1. Puesto que las relaciones de la resistencia a la reacción son las mismas en cada uno de los transformadores, las corrientes están todas en fase de tiempo y la relación $\frac{y_1}{Y_0}$ es la misma que la relación del valor numérico de la capacidad de recepción del primer aparato a la suma de los valores numéricos de las capacidades de recepción de los varios transformadores. Esta última relación se expresará así:

$$\left[\frac{y_1}{\Sigma y} \right]$$

Puede entonces establecerse la ecuación:

$$I_1 = \left[\frac{y_1}{\Sigma y} \right] I_0 \quad (4)$$

La tercera componente C de la corriente en el primer transformador está representada por la diferencia que hay entre las ecuaciones núms. 1 y 4, y es:

$$C = \left\{ \frac{y_1}{Y_0} - \left[\frac{y_1}{\Sigma y} \right] \right\} I_0 \quad (5)$$

Esta componente no se halla, en general, en fase de tiempo, ni en cuadratura de tiempo con la corriente de carga total I_0 . Es igual a cero cuando la relación de la resistencia equivalente a la reacción equivalente es la misma para todos los transformadores.

Admítase que las componentes B y C son iguales a cero; en este caso, la corriente en el primer transformador se deduce de la ecuación n.º 4. La corriente en cualquier transformador será en todo tiempo proporcional a la corriente de carga total.

Si los transformadores están dispuestos de un modo teóricamente perfecto para el funcionamiento en paralelo, cada uno de ellos llevará la corriente máxima de que es capaz cuando la carga total esté también en su máximo. Llámense I'_1, I'_2 , etc., las corrientes máximas que pueden llevar los varios transformadores. Estas pueden ser iguales a las corrientes indicadas para la plena carga, o no serlo, puesto que las indicaciones que acompañan a los aparatos son expresión de una apreciación prudencial del constructor, pero a falta de datos más ciertos, hay que suponer que existe tal igualdad. Esta ecuación no se establecerá necesariamente en notación compleja, puesto que todos los vectores de la corriente se hallan en fase de tiempo. La corriente total correspondiente a la carga mínima posible es la suma de las corrientes existentes en los varios transformadores y se expresa por la fórmula:

$$\Sigma I' = I'_1 + I'_2 + \dots$$

La proporción de esta corriente que debe tomar el primer transformador funcionando a plena carga es $\frac{I'_1}{\Sigma I'}$, y por consiguiente esta es la proporción de la corriente de carga total que este transformador llevará en todo momento. Puede llamarse corriente ideal A, cuya expresión es la fórmula:

$$A = \frac{I'_1}{\Sigma I'} I_0 \quad (6)$$

Esta es la primera y más importante de las componentes en las cuales la corriente se divide.

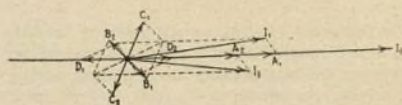


Fig. 2. — Vectores demostrando las relaciones de fase de las componentes.

La cuarta componente, D, es la diferencia entre la corriente real, cuando las relaciones de transformación y las relaciones de la resistencia equivalente a la reacción equivalente son iguales para todos los transformadores, y la corriente que existiría en condiciones teóricamente perfectas. En otros términos, es la diferencia entre los valores que resulten de las ecuaciones 4 y 6:

$$D = \left\{ \left[\frac{y_1}{\Sigma y} \right] - \left[\frac{I'_1}{\Sigma I'} \right] \right\} I_0 \quad (7)$$

Si los voltajes de impedancia son los mismos para todos los transformadores cuando llevan la corriente máxima de que son capaces, esta componente D es igual a cero. La corriente real puede, por lo tanto,

expresarse como suma de sus cuatro componentes, esto es:

$$\begin{aligned}
 I_1 &= A_1 + B_1 + C_1 + D_1 \\
 I_1 &= \left[\frac{I_1'}{\Sigma I'} \right] I_0 \\
 &+ y \left(V_1 - \frac{I_0}{Y_0} \right) \left(1 - a_1 \frac{Y_0}{\Sigma a y} \right) \\
 &+ \left\{ \frac{y_1}{Y_0} - \left[\frac{y_1}{\Sigma y} \right] \right\} I_0 \\
 &+ \left\{ \left[\frac{y_1}{\Sigma y} \right] - \left[\frac{I_1'}{\Sigma I'} \right] \right\} I_0 \quad (8)
 \end{aligned}$$

Cuando sólo se desea conocer el valor de la corriente que, en definitiva, llevan los aparatos, es preferible emplear la ecuación 3, no siendo necesario recurrir a la ecuación 8 sino para determinar la influencia de las varias componentes. En resumen: la primera componente es la corriente que existiría si la disposición de los transformadores fuera teóricamente perfecta para el funcionamiento en paralelo; la segunda componente es igual a cero si las relaciones de transformación son iguales. Esta componente es prácticamente independiente de la carga total impuesta a los transformadores, de modo que su relación de fase con respecto a la corriente de carga depende del factor de potencia de la carga. La tercera componente es igual a cero si las relaciones de resistencia equivalente a reacción equivalente son iguales en los varios transformadores; es directamente proporcional a la carga total. La cuarta componente es igual a cero si los transformadores tienen el mismo voltaje de impedancia equivalente para la corriente máxima que pueden llevar. Es también directamente proporcional a la carga total y puede hallarse sea en fase de tiempo, sea en oposición de tiempo con la corriente resultante. Cuando tres o más transformadores funcionan en paralelo, es posible hacer que las componentes B, C y D se hallen presentes en dos de ellos, faltando en los otros.

El diagrama figura 2 representa, por medio de vectores, las relaciones de fase de estas componentes con respecto a la corriente de carga total. Este diagrama ha sido establecido para dos transformadores. La componente D se halla siempre en fase o en oposición con la corriente ideal, mientras que la componente C se halla prácticamente casi en cuadratura con ella. La suma de sus componentes de cuadratura, para todos los transformadores, debe naturalmente ser igual a cero. La suma de los vectores de las componentes B, C y D para todos los transformadores es también igual a cero:

$$\Sigma B = 0, \Sigma C = 0, \Sigma D = 0; \text{ pero } \Sigma A = I_0.$$

Puesto que, en el conjunto, ninguna de estas componentes, excepto A, aparece en la línea, pueden ser llamadas «corrientes locales».

Admitiendo que la pérdida en el núcleo sea prácticamente constante, el rendimiento de cada transformador está determinado por la corriente que lleva. Es, por lo tanto, importante determinar la influencia de cada una de estas componentes sobre la pérdida en los conductores. El efecto de la componente D es el más fácil de determinar. Si las componentes B y C son, una y otra, iguales a cero, la corriente total es:

$$I_1 = A_1 + D_1.$$

La componente D puede hallarse sea en fase de tiempo, sea en oposición de tiempo con la componente A. La elevación de la temperatura debida a la corriente es proporcional a I_1^2 , o a $(A_1^2 + 2A_1D_1 + D_1^2)$. La elevación adicional de temperatura debida a la componente D es proporcional a $(2A_1D_1 + D_1^2)$ y el aumento fraccionario es proporcional a: $\left(\frac{2D_1}{A_1} + \frac{D_1^2}{A_1^2} \right)$.

En los casos que se presentan habitualmente en la práctica, el primer término de esta expresión sería probablemente mayor que el segundo y, por lo tanto, determinarían el signo de la expresión; en otros términos, D puede ser cantidad positiva o cantidad negativa. Es de notar que el aumento adicional de temperatura que se deriva de esta componente dista mucho de ser proporcional al cuadrado de su valor. Por consiguiente, debido a la desigualdad del voltaje de impedancia, equivalente bajo la corriente máxima, la elevación de temperatura en algunos transformadores es mayor de lo que, teóricamente, debería ser, y en otros es menor, de modo que ciertos aparatos alcanzan antes que otros el límite de rendimiento de que son capaces.

Las otras componentes B y C no están, en general, ni en fase de tiempo ni en cuadratura de tiempo con la corriente de carga total, y el aumento adicional de temperatura debido a cada una de ellas puede determinarse por el mismo método de análisis. En cuanto a la elevación adicional de temperatura producida por la componente de corriente que resulta, sea de la desigualdad de las relaciones de transformación, sea de la desigualdad de las relaciones de la resistencia equivalente a la reacción equivalente, no es tampoco proporcional al cuadrado de esta componente.

Puesto que la relación de fase de la segunda componente, B, con respecto a la corriente de carga I_0 , depende del factor de potencia de la carga, el aumento de temperatura que determinará dependerá naturalmente también de dicho factor de potencia. La elevación de temperatura determinada por las demás componentes, C y D, es independiente del factor de potencia. Si vienen impuestas a cada transformador la resistencia y la reacción convenientes, estas últimas componentes, C y D, pueden quedar reducidas a cero en cada transformador para todas las condiciones de carga. Con ciertas cargas, el aumento adicional de temperatura debido a la componente B puede reducirse a cero en uno de los transformadores, por lo menos. Pero, para que la influencia de esta componente pueda quedar anulada en todos los transformadores, es preciso que los números de vueltas del primario y las del secundario sean modificados de tal modo que la relación existente entre ellos sea la misma para todos los transformadores.

WALDO W. LYON.

(Continuará)

Transformación de una corriente de fase simple en trifásica

Nos proponemos en este artículo describir de un modo breve, cómo mediante una unión apropiada de los transformadores estáticos en un sistema trifásico es posible obtener un circuito de fase simple entendiendo por éste un circuito monofásico y no tres circuitos se-

parados de dos hilos, siendo la fase de desplazamiento, entre cada par, de 120° .

En la generalidad de los casos, la corriente de fase simple es únicamente necesaria para el alumbrado,

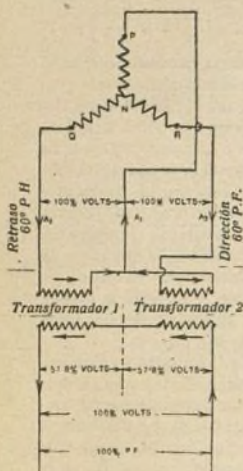


Fig. 1.

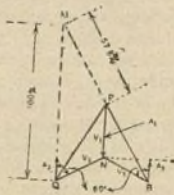


Fig. 2.

siendo innecesaria y en todo caso inútil y pródiga la transformación del sistema trifásico existente, de condiciones tan admirablemente apropiadas a las aplicaciones de fuerza, cuando de este objeto se trata. Por consiguiente, si un sistema trifásico es útil, la carga de alumbrado puede dividirse en tres partes, siendo suministrada cada una por una fase de la secundaria. Esto, en cierta extensión, complica inútilmente el circuito y si se puede obtener un sistema de fase simple compuesto de dos alambres únicos, resultará una instalación mucho más sencilla. Se observará, sin embargo, considerando la cuestión detenidamente, que seme-

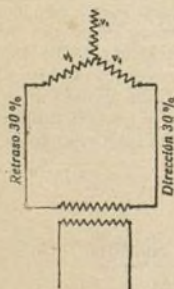


Fig. 3.



Fig. 4.

jante transformación dará origen a un considerable desequilibrio sobre el lado primario que puede ser o no de importancia en el origen de abastecimiento, dependiendo, por consiguiente, de las dimensiones del sistema

generador. A continuación describimos tres modos de unir los transformadores para dar una fase simple en el circuito inducido; en el primer método empleando dos transformadores monofásicos, en el segundo un transformador y en el tercero tres transformadores. En el primero se unen dos transformadores con el devanado de uno invertido como muestra la figura 1. Las relaciones físicas de las corrientes y voltajes se representan en el diagrama de la figura 2.

El arranque del generador, los voltajes de las tres fases, NP, NQ y NR son dados por

$$V_1 = V_2 = V_3$$

El voltaje a través del devanado primario del transformador 1 es la suma vectorial de V_1 y V_2 , i.e. PQ; semejantemente, el voltaje a través del primario del transformador 2 es PR. El voltaje a través del secundario del transformador 1 tendrá la fase de PQ y el del secundario del transformador 2 estará en fase con PR invertido (mientras un devanado está invertido). El voltaje total del circuito secundario deseado, por lo tanto, estará en fase con la suma vectorial de PQ y PM, es decir, MQ. Mientras la carga secundaria es no inductiva, la corriente secundaria y consecuentemente las corrientes primarias están en fase con MQ. Se observará, por consiguiente, que en el hilo que conduce

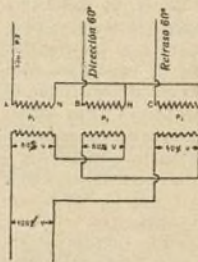


Fig. 5.

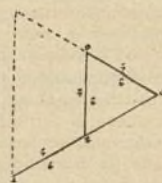


Fig. 6.

desde Q las corrientes lentas V_3 a 60° (i.e., un factor de fuerza de 50 por ciento) mientras que en la línea que conduce desde R la corriente conduce V_2 a 60° , pero como $A_1 = A_2$, A_3 , la corriente en el hilo central desde P estará en fase con V_1 ; así resulta un considerable desequilibrio sobre el lado primario y consecuentemente la conveniencia de la instalación de un sistema semejante depende de las relativas dimensiones de la carga de alumbrado y de la capacidad de la estación de fuerza. En cuanto a las figuras 1 y 2 se observará que la unidad transformada deberá tener una capacidad total 115,6 por ciento de la carga de alumbrado (debido a que el voltaje a través del secundario de cada transformador es 57,8 por ciento del voltaje secundario total, como se observará comparando las longitudes de PM y MQ). El factor potencia de la unidad será, por lo tanto, $100/115,6 = 0,865$.

Otro método para obtener corriente monofásica está ilustrada en la figura 3; en él sólo se emplea un transformador monofásico. También resulta un considerable desequilibrio, diferenciándose las corrientes en fases

según los voltajes en la fase del generador a 30° adelantando en un hilo y retrasando en el otro como se representa en el diagrama vector de la figura 4.

Este método es, por consiguiente, algo más económico que el primero descrito, cuando se emplea sólo un transformador y la capacidad de la serie es 100 por ciento, de la total, contra la capacidad de 115'2 por ciento del primer caso.

El tercer método, disponiendo de tres transformadores monofásicos o de un aparato trifásico, se emplea algunas veces, verificando las conexiones como se representa en la figura 5, correspondiente al diagrama vector de la figura 6. En el último, A N, B N y B C, representan los voltajes de las tres fases P_1 , P_2 y P_3 , respectivamente. La suma vectorial de éstas, i , e , A C, representará el voltaje del circuito secundario, observándose, de un golpe de vista, que éste es dos veces el voltaje que cruza cualquiera de los devanados secundarios. La corriente secundaria, y por consiguiente las corrientes de carga primaria, estarán, por lo tanto, en fase con A C. La corriente del hilo conductor de A, estará, así, en fase con v_1 ; el hilo que conduce desde C, retrasará 60° tras la fase del voltaje v_1 , mientras que el hilo que conduce desde B llevará la fase de voltaje v_2 a 60° . El conjunto de la serie de transformación será, consecuentemente, 140 por ciento del cómputo total, dando un factor de potencia total de $100/150=66,6$ por

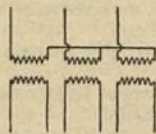


Fig. 7.

ciento. No obstante, si la fase P_2 fuera invertida, resultará el mismo grado de desequilibrio, estando en fase con v_2 la corriente en el hilo conductor desde B y teniendo el otro dos fases corrientes, conduciendo y retrasando a 60° como ya queda descrito. Este método es más complicado que los anteriores, cuando se emplean tres transformadores y el factor de potencia total es considerablemente menor.

Se habrá visto que con los métodos descritos, aunque se obtiene una fase simple sobre el lado secundario, el sistema está fuera de equilibrio sobre el lado primario. Por consiguiente, si la carga de alumbrado es pequeña comparada con la capacidad de la máquina generadora, este desequilibrio sería insignificante y el método de unión puede admitirse, aunque en los casos en que tal desequilibrio afecte materialmente al sistema de abastecimiento, habrán de ser adoptados los métodos en que se empleen tres transformadores separados dando tres circuitos monofásicos de dos hilos separados, siendo su disposición la representada en la figura 7.

Una variación del último sistema consistirá en emplear el método de conexiones de Scott, cuando resulten dos circuitos de dos hilos monofásicos siendo la diferencia de fase entre ellos de 90° .

S. ANDREU.

Máquinas eléctricas de excitación interna

R. V. Picou ha presentado recientemente a la Sociedad Internacional de Electricistas diversos tipos de máquinas eléctricas con disposiciones nuevas basadas principalmente en una excitación interna.

Se llaman máquinas de excitación interna aquellas en que la corriente inductora y la inducida pasan por el mismo punto, estator o rotor o mejor aún por el mismo conductor. Para que se excite una dinamo no es de ningún modo necesario que el inductor y el inducido sean independientes; basta que un circuito eléctrico se halle en movimiento relativo en un campo magnético de orientación distinta que la del campo de dicho circuito. Los circuitos inductor e inducido pueden colocarse en el mismo eje. También puede realizarse en el rotor la excitación de una máquina de corriente continua; bastará añadir al estator un devanado de compensación para obtener una distinción suficiente entre las respectivas funciones de los dos devanados y realizar una auto-excitación.

Otro método de excitación interna es el hacer pasar por el rotor de corriente continua corrientes polifásicas de fase conveniente. Bastará añadir una excitatriz alterna, complicación que será compensada por las interesantes propiedades siguientes:

- 1.ª Menor depresión del flujo útil y compensación de la reacción del inducido; de donde se sigue una tensión fija aún con gasto variable.
- 2.ª Reducción de la corriente magnetizante por ser el entre-hierro más limitado y debido sólo a consideraciones mecánicas.
- 3.ª Compensación del campo inducido y conmutación segura con una posición fija de las escobillas.
- 4.ª Campos magnéticos iguales, sea cualquiera el número de polos.

Todas estas propiedades tienden a proporcionar una gran utilidad tanto para la tensión como para la acumulación.

La aplicación de este procedimiento a las excitatrices de los alternadores es muy sencilla, proporcionando al alternador, sin ninguna dificultad, la corriente de excitación de su excitatriz, y asegurando el sincronismo de la marcha por el montaje sobre el mismo eje. Una excitatriz de este género permite, además, obtener una puesta en *compound* automática por desorientación del estator o por desplazamiento del devanado de compensación. La excitación por corriente alterna permite además la reducción del número de polos.

Empleando estos procedimientos, Picou ha construido una máquina pequeña para estudio, de 4 polos, y montada en el extremo del eje del alternador. Los devanados del estator y del rotor son idénticos y el colector de 20 láminas y 30 ranuras. Los resultados dados por esta máquina han sido excelentes y demuestran una conmutación y una marcha de las escobillas perfectas. Un grupo *compound* de 150 kilovatios ha dado los resultados deseados.

La aplicación de la excitación interna a las máquinas de gran consumo debería dar buenos resultados. Como es sabido, es muy difícil obtener una buena marcha de las escobillas en las máquinas que producen corrientes de gran intensidad, como las usadas en la electrolisis y galvanoplastia. Se producen chispas (tanto más numerosas cuanto mayor es el número de esco-

billas) y la corriente se reparte mal entre las diversas series de escobillas. La mala conmutación proviene en su mayor parte de la desigualdad de los campos magnéticos producidas por las diferencias de reactancia. El empleo de polos auxiliares y de conexiones equipotenciales remedió algo este inconveniente sin poder suprimirlo del todo.

La excitación interna producida por fuerzas electromotoras polifásicas de fase conveniente, llega a equilibrar los flujos.

Para que más fácilmente se acepte la excitatriz, Picou la disimula, por así decirlo, en la generatriz continua que tiene la misma disposición que la excitatriz de alternador ya mencionada; el estator lleva el devanado de compensación en las ranuras, el rotor es de colector y lleva varias tomas de la corriente alterna de excitación. La excitatriz está constituida por un inductor fijo de polos radiantes que envuelve a un rotor devanado en polifásico, montado sobre el mismo eje de la generatriz; los dos rotores pueden conectarse directamente por lo que la máquina auxiliar no tiene ni anillo ni colector.

La excitatriz va colocada en el eje a continuación del inducido principal, y la regulación se efectúa con mucha sencillez por medio de un reostato.

El principio de la excitación interna no es aplicable a las máquinas receptoras; podría ser interesante para los alternadores; pero acarrearía una gran modificación en su construcción y no se ha ensayado todavía.

Las máquinas de corriente continua de excitación interna tienen gran analogía con las conmutatrices; pero su funcionamiento es muy distinto. Estudiándolas se ha reconocido la posibilidad de darles las mismas propiedades de arranque de los motores asíncronos de campo rotatorio y, después de sincronizados, una gran amortiguación de las oscilaciones del flujo de reacción.

El devanado inductor, que lleva el rotor, es repartido poligonal cerrado; tomando en el cuatro puntos equidistantes se les puede considerar como extremos de un circuito bifásico y unirlos directamente a los reostatos de arranque. Una vez en marcha, dos puntos diametralmente opuestos se unen a las escobillas y los otros dos se ponen en corto-circuito. Todo el cobre contribuye de este modo a la excitación y al amortiguamiento.

Preceptos del electricista

En los Estados Unidos se ha publicado recientemente un modo de código para los electricistas en el que, entre otros muchos preceptos, hay las siguientes prohibiciones:

- No emplear fusibles al aire libre.
- No tocar las correas en marcha.
- No dejar resbalar las correas.
- No verter agua sobre aceite ardiendo.
- No apretar demasiado los portaesobillas.
- No echar agua en los cojinetes que se calientan.
- No pasar por encima, por debajo o por entre las correas en marcha.
- No quemar los contactos de los interruptores, abriéndolos lentamente.
- No golgar ningún objeto de los hilos de una línea.
- No emplear fusibles de alta tensión mal aislados.

- No poner en los transformadores aceite húmedo.
- No poner en marcha un motor en serie al vacío.
- No instalar un circuito al aire libre sin pararrayos.
- No olvidar el valor de la arena para apagar los incendios eléctricos.

No olvidarse de inspeccionar los cojinetes de los motores de cuando en cuando.

No poner en marcha un motor sin verificar su excitación.

No enviar un obrero nuevo para verificar un trabajo que no comprende.

No dejar de poner la señal de peligro al hacer ensayos de alta tensión.

No acercarse a la cara a los colectores.

No descargar las baterías lentamente y no dejarlas descargadas.

No emplear las dos manos al trabajar en aparatos en carga.

No olvidar el esquema de las conexiones de cada cuadro.

No poner en marcha un motor o un generador con una polea mal sujeta.

No emplear poleas con chavetas o roblones que sobresalgan.

No dejar de proteger las correas o los engranajes accesibles.

No considerar los circuitos como descargados hasta haberse cerciorado de ello.

No parar nunca un motor hasta que la aguja del reostato indique el cero.

No abrir un interruptor principal con carga, salvo caso de urgencia.

No emplear nunca un acoplamiento rígido cuando puede emplearse elástico.

No poner en marcha un motor o un generador con un polo poco fijo.

No olvidarse nunca de quitar los cables internos.

No olvidarse de que 500 voltios y a veces menos, son mortales.

No instalar reostatos sin aislarlos de las materias inflamables.

No clavar clavos de modo que puedan tocar a un hilo.

No poner en marcha un motor por medio del interruptor principal sin cerciorarse que la aguja del aparato de arranque está en el cero.

No conectar transformadores en paralelo sin estar ciertos de la polaridad.

No olvidar que los circuitos de baja tensión pueden ser peligrosos por un contacto fortuito con otro de alta tensión, etc., etc.

Los fenómenos atmosféricos y las perturbaciones que ocasionan a las instalaciones eléctricas

Los fenómenos atmosféricos son muy numerosos y sus efectos sobre las instalaciones eléctricas pueden tener lugar en todo tiempo. En días absolutamente buenos y en una localidad de suelo horizontal, el potencial de las capas atmosféricas varía, siguiendo una dirección vertical y partiendo de la superficie de 150 voltios por metro para los 100 primeros metros, 40 voltios por metro para los 1000 m. y tiende a cero después de

los 7000 metros. Estas cifras no son más que el término medio; normalmente el potencial varía con la presión barométrica y dos veces por día en las inmediaciones de la superficie del suelo.

La electricidad atmosférica es debida al roce del aire con el vapor de agua y con otros cuerpos en suspensión, tales como las agujas de hielo que forman los cirros, las gotas de agua, los copos de nieve, el granizo, etc.

En circunstancias normales y en terrenos llanos las capas equipotenciales son horizontales; pero en lugares accidentados las capas están mucho más próximas en las partes altas y en las cimas que en el fondo de los valles. En las líneas eléctricas que pasan por sitios algo elevados y por la parte inferior de los valles, pueden presentarse grandes elevaciones de potencial entre los conductores y la tierra; así en la línea del ferrocarril eléctrico de Montreux-Oberland que presenta una diferencia de alturas de 1250 metros, en un día sereno y claro de invierno se pudieron hacer saltar chispas de 3 c/m. de longitud, lo que indica una diferencia de potencial de unos 40.000 voltios. Otra causa de perturbaciones es el fenómeno de la inversión del potencial entre 4 y 15 metros, ya que algunos trozos de línea pueden estar en contacto con capas de aire electrizadas con signos contrarios.

Todos estos hechos que por sí solos pueden tener desagradables y peligrosas consecuencias aún en tiempo tranquilo y sereno, aumentan de intensidad y se exageran al aproximarse una tempestad y durante la misma. En tiempo tempestuoso se han sucedido inversiones de potencial de — 6000 a + 6000 y de — 10.000 a + 10.000 voltios; en estos casos las superficies equipotenciales dejan de ser horizontales y paralelas, y toman formas irregulares, llegando a formarse superficies esféricas y concéntricas con el potencial más elevado en el centro, lo que ocasiona el fenómeno del rayo en bola.

Los rayos directos provocan una descarga eléctrica que recorre el conductor y que por regla general causa efectos destructores bastante localizados; en algunos casos las descargas son oscilantes, con una frecuencia de 500.000 a 1.000.000 de periodos y se suceden a razón de 3 a 7 descargas por minuto. La descarga tiende a pasar al suelo aún a través de muchos metros de aire, gracias a la enorme inductancia de los conductores. Si la superficie de potencial nulo está más alta que los postes, éstos serán destruidos por su parte baja y por su parte alta si dicha superficie está cerca del suelo. Por regla general, y a no ser que la descarga tenga lugar muy cerca de una fábrica o sub-estación, el efecto de un rayo en la línea no repercute ni en las máquinas ni en los transformadores.

Las descargas eléctricas son fenómenos análogos a los de la radio-telegrafía; las dos nubes tempestuosas forman la capacidad, el rayo es la distancia explosiva y la línea la antena de la estación receptora. En este caso las ondas tienen una frecuencia comprendida entre 100.000 y 1.000.000 de periodos por segundo. Cuando la línea, de poca capacidad, deja escapar cierta cantidad de electricidad a gran tensión debido a las modificaciones del campo terrestre, deben forzosamente producirse considerables elevaciones de tensión. En el caso de que una nube que había acumulado, sobre una parte de la línea, una cierta carga, se descarga con un

rayo, la carga inducida de la línea queda libre y se propaga hacia los extremos con gran rapidez produciendo una onda de gran tensión y frecuencia.

De todo lo expuesto se deduce que las causas de las sobre-tensiones en las líneas eléctricas pueden ser: el paso por encima de las líneas de una nube electrizada; el viento que roza con los conductores sobre todo si arrastra arena, granizo, lluvia, nieve, etc.; las variaciones de la presión atmosférica; la luz; las variaciones bruscas de temperatura a la salida y puesta del sol, y las ondas hertzianas que cruzan el espacio.

Las sobre-tensiones pueden ser entre un conductor y la tierra, entre dos conductores y entre dos puntos cercanos del mismo conductor.

La mejor protección de las líneas contra los rayos es el hilo de tierra, alambre de acero galvanizado con alma de cáñamo, colocado encima del conductor y unido en cada poste con tierra, teniendo cuidado, si los postes son de madera, de aislarlos de dicho hilo con materiales refractarios para evitar incendios.

Para proteger los aisladores es necesario adoptar coeficientes de seguridad muy elevados; uno de los métodos más eficaces es el empleo de anillos de protección en los que se forma el arco entre la línea y la tierra sin deteriorar el aislador; este método tiene el inconveniente de provocar, durante las tempestades, en las centrales, el funcionamiento de los desconectores automáticos.

Las centrales, subcentrales y estaciones de transformación deben protegerse mediante una red metálica en comunicación con tierra, que consiste en la aplicación del hilo de tierra de las líneas.

Para evitar las sobre-tensiones de origen estático se emplean los limitadores de tensión de agua, y mucho mejor una bobina de inducción con núcleo de hierro la cual deja pasar la corriente continua y limita el gasto de la corriente de la red.

Los fenómenos de baja y media frecuencia y de gran amplitud tienen su causa en la misma red; estas causas pueden ser: resonancia, funcionamiento de los interruptores, variaciones bruscas de régimen, puesta en paralelo sin la debida sincronización, ruptura de cables, etc. El mejor medio de evitar estos fenómenos es el empleo de la llamada válvula Gilles que funciona como un reostato bien graduado y tiende a apagar los arcos al final de cada medio período.

J. B. DE AQUILAR-AMAT.

Química

Los depilatorios

Existen un gran número de recetas y procedimientos para la preparación de estas interesantes fórmulas en la industria de la perfumería; pero la mayor parte de ellas resultan fantásticas e ineficaces, siendo ello tal vez debido a vicisitudes prácticas en el curso de la investigación que, unido a las dificultades de las mismas hicieron fracasar los experimentos realizados. Es, pues, necesario antes de entrar en detalles sobre este asunto, hacer un estudio doctrinal sobre el fundamento científico de los métodos que han permitido llegar a resol-

ver prácticamente la fabricación de los depilatorios.

Desde la sección o corte del pelo mediante la navaja de afeitar, que es el procedimiento más empleado, aunque presenta sus inconvenientes, hasta los métodos químicos que consisten en utilizar mezclas que aplicadas sobre la piel, desorganizan y gelatinizan el pelo, existen un gran número de procedimientos depilatorios, entre los que citaremos el de la *pinza depilatoria*, previo emplasto que se levanta después de su solidificación, y la *destrucción del germen por la corriente eléctrica*; el primero de los últimamente citados, es un método que debe desterrarse, pues resulta muy doloroso al aplicarle; el segundo es una verdadera operación quirúrgica dolorosa y que puede dejar cicatriz, lo cual es un grave inconveniente, ya que estos procedimientos deben tender a hermoear y no afeitar el cutis; así, pues, nos ocuparemos preferentemente de los depilatorios químicos cuya conservación es perfecta y cuyo empleo no resulta difícil.

Los primeros trabajos sobre depilatorios químicos, se deben a Olmer y Tiau y se fundan en las propiedades depilatorias de las sales de talio. Modernamente se ha comprobado que la acción de estas sales es momentánea y que se conservan durante mucho tiempo en ciertos líquidos del organismo.

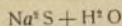
A continuación reproduciremos las fórmulas publicadas por diversos autores con el resultado de sus ensayos.

Los depilatorios químicos son disolventes del pelo, al cual más bien que disolverle, lo gelatinizan, hasta el extremo que se desorganiza perdiendo su tenacidad. Puede operarse con diversos agentes o compuestos químicos.

Depilatorios al sulfuro sódico.—Entre las fórmulas más recomendables citaremos:

AUTORES	FÓRMULA A BASE DE			
	Monosulfuro sódico.	Cal viva en polvo.	Almidón.	Agua.
Askinson	6	10	10	
Debay	100	250	235	500
Boudet	3	10	10	
Billone	10	10	20	
Anón. na	3	3	6	
Chaplet	2	10	10	
Natura	5		5	50

Repasando las anteriores fórmulas observamos que la base de las mismas es el monosulfuro cristalizado en masas transparentes coloreadas en verde por las impurezas. El producto responde a la fórmula:



y puede prepararse haciendo burbujear una corriente de hidrógeno sulfurado en lejía sódica. Es un compuesto higrométrico, debiendo conservarle en frascos con tapón esmerilado, pues difunde un ligero aroma. A la larga corroe la piel y tiene pequeños inconvenientes; como su acción es rápida, deberá dejarse este compuesto muy poco tiempo sobre la epidermis.

Entre los compuestos a base de monosulfuro citaremos los siguientes:

Jabón depilatorio.—La fórmula Mellinger es la más recomendable. Contiene:

Olicerina	450 gramos
Aceite de coco	90
— de ricino	180
Sebo	90
Lejía de 35°	1800

A esta mixtura se le agregarán 100 gramos de almidón por 200 de sulfuro sódico y 10 de aceite de melisa. Cherzi recomienda la fórmula siguiente:

Cal viva pulverizada	8 gramos
Carbonato de potasa	1
Sulfuro de potasio	1

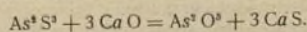
Depilatorios al sulfuro de arsénico.—El *rushma* de los orientales se emplea desde tiempo inmemorial en los *harems*. Se le prepara mezclando cal apagada y oropimente (trisulfuro de arsénico) con bastante agua, para obtener la consistencia de una crema. Las cantidades de los compuestos que constituyen la fórmula, varían en la práctica, aunque puede adoptarse como buenas proporciones la de 250 gramos de oropimente y 1.500 gramos de cal. La crema depilatoria se aplica sobre la piel debiendo retirarse cuando produzca sensación dolorosa (aproximadamente cinco minutos) separando entonces con una lámina delgada no cortante. Se lava a gran corriente de agua, se seca y se coloca sobre la piel una capa de vaselina.

Otras fórmulas se han indicado para la preparación de estas mixturas depilatorias, entre las cuales citaremos las siguientes:

AUTORES	Oropimente	Cal viva	Almidón	Lejía sódica	Goma pulverizada	Pulvo de iris	Nitrato de potasa	Azúfre
Plenc	1	16	10					
Plater	1	10						
Tissandier	15	30		500 gr.	60			
Delcroix	4	30						
Colley	12	30		125			4	4
Debay	4	30				60		
Cerbeland	15	60	10					
Malepeyre	30	60		500		60		8
Cherzi	1	8						

La mayor parte de estas fórmulas no suponen manipulación especial, quedando reducidas a la fabricación de polvos que se diluyen en agua para su empleo. Malepeyre y Tissandier efectúan una cocción hasta consistencia conveniente.

En Oriente se sigue empleando el *rushma*, pero en Europa se abandona completamente su uso a consecuencia de los graves accidentes a que ha dado lugar su utilización. Nosotros creemos que el oropimente puro es inofensivo y que más bien debiera eliminarse el uso de ciertos productos comerciales que contienen gran cantidad de ácido arsenioso cuya aplicación externa puede provocar graves trastornos. Por otra parte la acción de la cal sobre el sulfuro puede también dar lugar a este peligroso ácido.



Se puede también suprimir la cal pero la mezcla no es recomendable. Citaremos el polvo de Laforest compuesto de:

Sulfuro de arsénico.	30 gramos
Mercurio.	60 —
Litargirio.	30 —
Almidón.	30 —

La mezcla se diluye en agua jabonosa. Esta mixtura es de uso peligroso por contener tres venenos violentos: arsénico, mercurio y plomo.

El empleo del oropimente al estado de mixtura preparado según las fórmulas más usadas, no nos permite comprobar ningún efecto notable; por dicha razón, se ha propuesto mezclar el sulfuro de arsénico con otros sulfuros activos. Entre las fórmulas de esta clase citaremos la siguiente:

Oropimente.	10 gramos
Sulfuro sódico.	40 —
Agua.	50 —

Citaremos por último entre los compuestos a base de sulfuro de arsénico la fórmula de Bleun d'Omalia a base de hiposulfito sódico compuesta de:

Sulfuro de arsénico.	8 a 20 gramos
Hiposulfito sódico.	10 —
Cal viva.	80 a 90 —

Depilatorio a base de sulfuro cálcico básico.—El más conocido de estos productos se debe a Boetger. El autor opera preparando una lechada de cal con 3 partes de agua por 2 de cal recientemente apagada, haciendo burbujear en el seno de la masa una corriente de gas sulfhídrico hasta saturación completa. El líquido resultante tiene un aspecto verdoso por las impurezas de la cal, disociándose por el reposo en un depósito blanquecino y un líquido incoloro. Para su empleo, se agita aplicando una capa sobre la piel que desea depilarse y levantando la costra al cabo de unos diez minutos. Esta mixtura, si bien da excelentes resultados, no resulta práctica por su olor nauseabundo a huevos podridos que le destierra, por sólo esta propiedad, de los usos de tocador.

Cerbeland aconseja mezclar en el momento de emplear el sulfuro sulfurado, un peso igual de almidón preparando la mixtura siguiente:

Sulfuro sulfurado.	40 gramos
Óxido de cinc pulverizado.	10 —
Almidón.	10 —
Glicerolado de almidón.	20 —
Terpineol.	1 —

La fórmula Askinson también es muy recomendable:

Sulfuro sulfurado de calcio.	200 gramos
Azúcar.	100 —
Agua.	100 —
Almidón.	100 —
Esencia de limón.	3 —
— de menta.	1 —

El sulfuro de bario ha sustituido en la moderna perfumería al de calcio; así Askinson obtiene una buena fórmula depilatoria con:

Depilatorio Askinson

Sulfuro de bario.	6 gramos
Óxido de cinc.	24 —
Carmin.	0.05 —
Agua, almidón y esencia.	C. S.

Por último, citaremos los depilatorios Bartholow a base de bisulfito bórico, y el de Lutge que utiliza el sulfuro estrónico:

Depilatorio Bartholow

Bisulfito de bario pulverizado.	20 gramos
Cal viva.	20 —
Almidón de trigo.	40 —
Terpineol.	1 —
Extracto de lilas blanco.	2 —

Depilatorio Lutge

Sulfuro de estroncio.	15 gramos
Almidón.	20 —
Agua.	80 —

El todo se lleva a la ebullición para obtener un engudo de consistencia cremosa.

Mixturas a base de otros agentes depilatorios.

Según Malepeyre, el agua de cal constituirá por sí sola un excelente depilatorio, recomendando este autor la mezcla siguiente:

Cal viva.	125 gramos
Iris en polvo.	45 —

Algunos autores preconizan el uso de la sosa cáustica, mas estas lejías resultan de una acción larga e irregular; además se provoca en la piel un humor irritante y molesto.

Para producciones pilosas pequeñas, Gallois recomienda el uso de bolitas de algodón embebido de agua oxigenada, con cuyo uso frecuente, el pelo acaba por desaparecer.

La mixtura Blihun, es también un depilatorio que clasificamos entre este grupo, resultado de experimentos, algunos no confirmados, y que por esta razón son discutibles.

Depilatorio Blihun

Azufre.	60 gramos
Hiposulfito sódico.	30 —
Esencia de trementina.	10 —

Se ha propuesto el empleo de líquidos depilatorios a base de colodión (American Druggist), pues los pelos resultan aprisionados en la película adherente:

Depilatorio al colodión

	A	B
Colodión.	1200 gr.	1000 gr.
Aceite de ricino.	50 —	20 —
Alcohol de 90°.	450 —	190 —
Trementina de Venecia.	38 —	—
Esencia de trementina.	—	60 —
Tintura de yodo.	75 —	30 —

Conclusiones.—Hemos reproducido en el presente artículo algunas fórmulas, muchas de ellas sin valor práctico, para evitar a nuestros lectores costosas manipulaciones infructíferas y vanas investigaciones. Creemos conveniente resumir los conceptos expuestos y dar nuestra opinión deducida de la experimentación de algunas de las referidas fórmulas. Las mixturas a base de sulfuro sódico son las únicas recomendables en el uso de los depilatorios, y aunque será conveniente que el profesional experimente alguna de las fórmulas mencionadas en el desarrollo del presente trabajo, creemos

deber orientarle sobre dos tipos de productos; *polvos depilatorios* a base de sulfuro sódico y una materia amilácea, sin olvidar el uso del óxido de cinc y el perfume que atenúa el desagradable olor del sulfuro, y las *cremas depilatorias* constituidas por engrudos de fécula o almidón elaboradas con solución acuosa de sulfuro sódico, incorporando glicerina y óxido de cinc y debiendo perfumarlos por análogas razones a las ya indicadas en los polvos depilatorios.

DR. N. OLIVÁN.

El acetato de amilo

Cada uno de los alcoholes amilícos conocidos puede ser convertido en acetato de amilo, reemplazando el radical oxidado de dicho alcohol por el ácido acético; pero desde el punto de vista práctico, el acetato de isoamilo forma la mayor parte del acetato de amilo utilizado en la industria.

Los otros acetatos de amilo isoméricos conocidos y estudiados son: el acetato de alcohol amílico normal, el acetato de metilpropilcarbinol, el acetato metilpropilcarbinol, el acetato de dietilcarbinol y el acetato de alcohol amílico terciario.

La preparación en el laboratorio de los varios acetatos de amilo se efectúa calentando una parte de alcohol con ácido sulfúrico concentrado y, una vez combinados, añadir poco a poco una parte y media de ácido acético glacial con lo que se logra la transformación del alcohol en éter acético sin necesidad de calentar. En el fondo del recipiente se forman dos capas; se decanta la superior, se neutraliza con carbonato sódico y se destila, recogiendo solamente los productos que pasan en los puntos de ebullición de cada uno de los éteres formados.

Dos clases de acetato de amilo corriente se encuentran en el comercio; el acetato de amilo purificado, preparado en frío y el acetato de amilo técnico obtenido en caliente; este último tiene un olor muy agradable; pero sus usos, a causa de su elevado precio, están reducidos a la preparación de esencias.

El procedimiento en frío, que es el más usado, es muy sencillo y no exige más aparatos que recipientes abiertos de cobre o de cerámica. Se utiliza el ácido acético libre o en forma de acetatos de calcio o sodio, se les mezcla aceite de fusel procedente de la destilación de los alcoholes de temperatura de ebullición baja y se usa el ácido sulfúrico para neutralizar las bases o como deshidratante. Las proporciones sobre las que hay que operar son: 200 partes de acetato sódico de 3 moléculas de agua, 110 partes de aceite de fusel rectificado y 85 partes de ácido sulfúrico de 66°.

La preparación se efectúa colocando en recipientes abiertos el acetato y añadiendo poco a poco la mezcla del aceite de fusel con el ácido sulfúrico. Agitando, la reacción se verifica en seguida y sobrenada una capa formada por una mezcla de alcohol y acetato de amilo, que se deja reposar durante toda una noche, se decanta luego, se separa por fraccionamiento el alcohol no clarificado y luego se neutraliza por medio de carbonato sódico. Al destilar pasa primero una mezcla de éter y de agua y después acetato de amilo sensiblemente puro. El rendimiento práctico de esta operación es un 85 % del rendimiento teórico.

En lugar de tratar el acetato por el ácido sulfúrico y de añadir después el aceite de fusel, es mucho más provechoso hacer reaccionar el ácido sulfúrico diluido sobre el aceite de fusel. Es conveniente calentar por medio de un serpentín de acero y no por medio de un doble fondo y debe introducirse el vapor con lentitud, pues de lo contrario podría pasar al refrigerante alcohol no eterificado y por otra parte el calor desprendido en la reacción basta al principio para llevar toda la masa a la ebullición.

En la práctica el rendimiento de acetato de amilo cuando se opera con fusel refinado es menor que si se emplea fusel en bruto, y esto proviene de la formación de cierta cantidad de éteres homólogos que no pueden separarse del éter previamente dicho y el acetato procedente de fusel purificado es menos soluble en el agua. El olor es también más agradable; al acetato de amilo se le llama vulgarmente esencia de peras o esencia de bananas, por recordar su olor el de estos frutos y se le usa a veces en confitería. El acetato de amilo puro es incoloro, límpido y de olor agradable, hierve entre 138° y 139° y es soluble a todas las proporciones en el alcohol, cloroformo y éteres. Se utiliza sobre todo como disolvente en la fabricación de barnices a base de celulosa, y como disolvente de resinas, gomoresinas y bálsamos.

Sirve para la preparación de algunas esencias de frutas; así la esencia de peras es una solución de 10 % de acetato de amilo en alcohol etílico; la esencia de banana es la mezcla de acetato de amilo con el butirato de la misma base; la esencia de bergamota está constituida por 30 partes de acetato de amilo, 1 de éter acético y 10 partes de alcohol etílico; como disolvente de la celulosa se emplea en la fabricación de algunos explosivos como la pólvora sin humo.

Mecánica

Gráfico para determinar prácticamente la potencia de los engranajes cilíndricos

El empleo de fórmulas para el cálculo de los engranajes necesita un gran número de operaciones, además las fórmulas no son reversibles y es mucho más rápido valerse de procedimientos gráficos. Recientemente Mr. James en el *Engineering News* ha publicado unos ábacos basados en la fórmula de Lewis.

Dicha fórmula es:

$$h = 0,000,007. 930 \, d \, s \, p \, f \, y \, r$$

en la cual,

h = potencia en caballos-vapor;

d = diámetro en pulgadas;

s = coeficiente de seguridad para la fundición;

s = " " " " el acero;

p = paso circular en pulgadas;

f_n = cara;

y = factor dependiente de la forma de los dientes;

r = vueltas por minuto.

Se puede suponer $h = mn$; $m = 0,000,007. 933 \, d \, s \, p$; $n = f \, y \, r$ y por término medio $s = 2,5 \, s_1$.

Estableciendo como en la figura 1 la curva de los valores de s para diversos diámetros y diferentes ve-

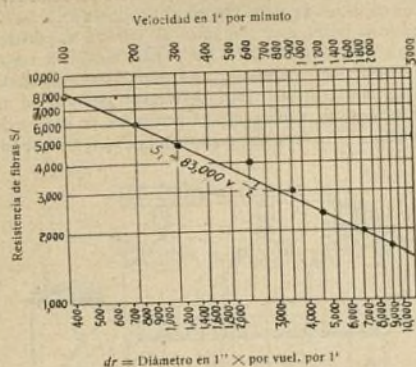


Fig. 1.

locidades, se ve que con excepción de dos puntos, dicha curva es una línea recta y se puede escribir:

$$s = 83.000 v - \frac{1}{2}$$

$$dr = \frac{12v}{\pi}$$

$$m = 2,515 v - \frac{1}{2} = 1,20 d - \frac{1}{2} r^2$$

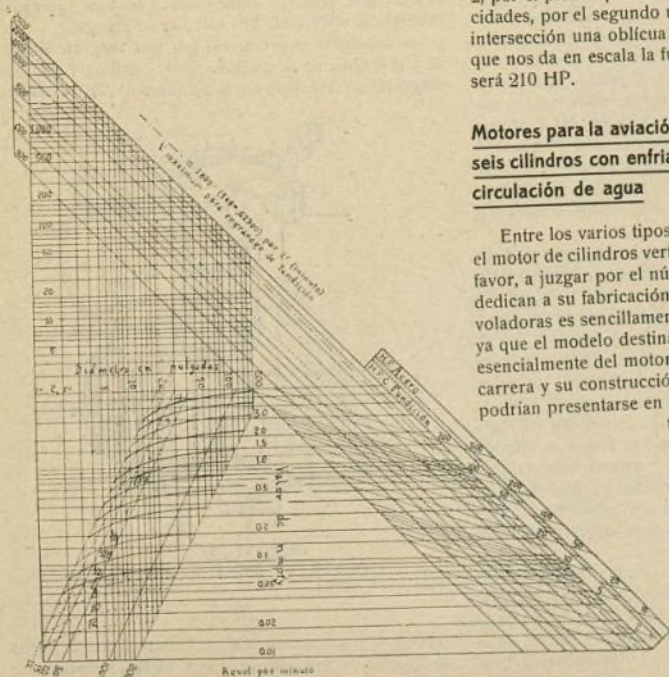


Fig. 2.

Para n es necesario establecer una relación entre p y f ; en general se admite que $f = 3p$.
Para caras más anchas f , la fuerza es

$$h_t = h \frac{f_1}{f} = h \frac{f_1}{3p}$$

comunmente $n = 3p \cdot 2y$.

El desarrollo de los engranajes es en general de 15° , y según Lewis:

$$y = 0,124 - \frac{0,684}{t} \cdot \frac{\pi d}{p}$$

de donde,

$$y = 0,124 - \frac{0,684 p}{\pi d}$$

siendo t el número de dientes.

En este caso,

$$n = 0,372 p^3 - 0,654 \frac{p^3}{d}$$

y la carga sobre cada diente es:

$$w = s p f y = s n.$$

En el diagrama solo se consideran tres variables: el diámetro, el paso y las vueltas por minuto.

Para encontrar la fuerza de H de un engranaje de acero de $d = 21$, $p = 2$, $f = 8$ y 120 vueltas por minuto, se traza en el diagrama por el diámetro 21 una horizontal limitada por la izquierda, por la ordenada de las 120 vueltas, y a la derecha por la curva del paso 2, por el primer punto se traza una paralela a las velocidades, por el segundo una vertical y por el punto de intersección una oblicua paralela a las líneas de fuerza que nos da en escala la fuerza buscada; en este caso será 210 HP.

Motores para la aviación. — Tipo de seis cilindros con enfriamiento por circulación de agua

Entre los varios tipos de motores para aeroplanos, el motor de cilindros verticales parece gozar de especial favor, a juzgar por el número de constructores que se dedican a su fabricación. Su aplicación a las máquinas voladoras es sencillamente un problema de adaptación, ya que el modelo destinado a los aeroplanos no difiere esencialmente del motor ordinario de automóviles de carrera y su construcción no ofrece las dificultades que podrían presentarse en la fabricación de motores de tipo enteramente nuevo.

El más conocido de los motores de esta clase es el Austro-Daimler, del cual las adjuntas ilustraciones representan el modelo de 90 caballos (figuras 1 a 3).

Este modelo, como puede verse, es de dos cilindros y, por su aspecto, se asemeja mucho a los motores de automóvil. Los cilindros son de acero fundido fino y pulimentado mecá-

nicamente. Están sujetos de un modo muy sencillo por medio de pernos que atraviesan unos rebordes de acero que tienen en la base; algunos de estos pernos de fijación atraviesan los collares de los cojinetes principales de modo que el esfuerzo de la explosión se halla contrarrestado por ellos sin transmitirse a la caja del eje. Otros de dichos pernos pasan a través de la mitad inferior de dicha caja, aumentando así la solidez del conjunto. Los émbolos son de acero com-

se mueven dichos émbolos son de bronce fosforoso. El aceite es conducido por tuberías de acero sin soldadura a los cojinetes de metal blanco y al cojinete de bolas de que se ha hecho mención antes, así como a las paredes interiores de los cilindros. La bomba recoge el aceite de dos depósitos independientes, dispuestos de tal modo que la lubricación puede verificarse siempre de un modo perfecto, aun cuando el aeroplano se incline de un lado a otro. Hay dos carburadores, cada uno de los

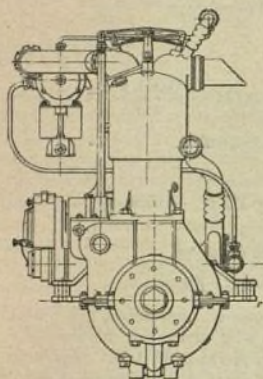


Fig. 1.

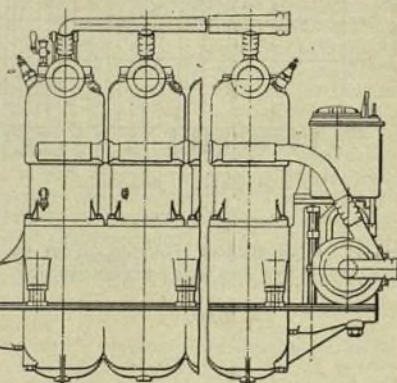
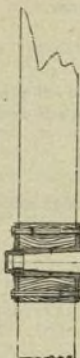


Fig. 2.

primido y llevan cada uno tres discos de hierro fundido. El árbol acodado es hueco y descansa en los dos lados de cada codo sobre cojinetes de metal blanco; en su extremidad, cerca de la hélice, el último cojinete es alargado, en forma de manguito, como puede verse en la figura 2, y va provisto de bolas. De este modo quedan aseguradas la ligereza del funcionamiento y la rigidez del mecanismo; como resultado de esta disposición, la hélice se halla bastante lejos del primer cilindro. Las bielas son relativamente cortas y por consiguiente su peso y el de la caja del eje son muy reducidos.

La refrigeración se realiza por circulación de agua, circulación que se obtiene mediante una bomba accionada por un tornillo sin fin que forma la extremidad posterior del eje. Esta disposición se ve claramente en las figuras 1 y 2. Las envolturas de los cilindros son de cobre electrolítico. El radiador es del sistema Daimler, tipo de células. Las válvulas están montadas en las cabezas de los cilindros, forman un ángulo de 55° y su diámetro es relativamente grande. La válvula de admisión está alojada en una caja móvil, fija en la extremidad superior del cilindro; al retirarse esta caja, la válvula de escape queda descubierta, pudiendo ser desmontada con los dedos. Por consiguiente, no es necesario desmontar los cilindros para limpiar y pulimentar las válvulas.

La lubricación se hace por medio de una bomba que distribuye aceite, continuamente renovado, en todas las partes del mecanismo; esta bomba está dispuesta en un depósito situado en la extremidad derecha de la máquina y visible en la figura 2. Los émbolos de esta bomba son de acero y están accionados desde el árbol de bielas por piñones helicoidales, los cilindros que

cuales sirve para la alimentación de tres cilindros accionando cada biela dos válvulas de manga.

La explosión es producida por una magneto Bosch de alta tensión en la máquina de 90 caballos, y por dos magnetos de este tipo en la máquina de 120 caballos,

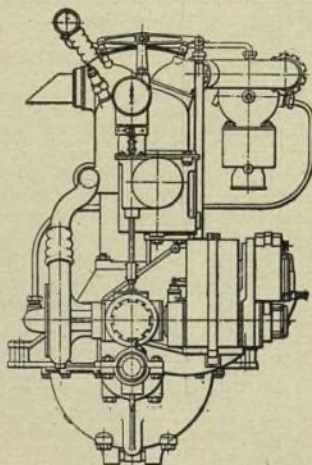
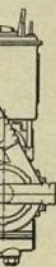


Fig. 3.

correspondiendo a cada uno de ellas un par de bujías de ignición independiente. Estas bujías, revestidas de fibra y porcelana, se hallan dispuestas en la parte alta de los cilindros; las chispas estallan entre las puntas de

oroso. El
soldadura
de bolas de
paredes
el aceite
tal modo
re de un
ncine de
mo de los



cilindros

to Bosch
y por dos
caballos,



de bujías
stidas de
parte alta
puntas de

1.-F
2 y 3
4.-F
5.-S
6.-F
7.-F
8.-C
9.-C
10.-C
11.-C
12.-C
13.-C
14.-C
15.-C
16.-C
17.-C
18.-C
19.-C
20.-C
21.-C

- 1.—Pie.
- 2 y 3.—Tapas de las cámaras anteriores.
- 4.—Tapa de la cámara del reloj registrador del consumo de fluido.
- 5.—Sellos de contrate.
- 6.—Tubo de alimentación de agua.
- 7.—Revés de las tapas anteriores del contador.
- 8.—Cámara de agua y del gas en curso de salida.
- 9.—Cámara de agua en curso de entrada.
- 10.—Cámara seca del fluido en curso de medición.
- 11.—Cámara de afluencia del agua condensada en el sifón y parte de la expulsada por la presión del gas en la caja del tambor.
- 12.—Depósito del agua sobrante.
- 13.—Conducción del agua sobrante al depósito y tubo nivelador.
- 14.—Comunicación entre las cámaras 11 y 12.
- 15.—Tubo de conducción del gas al contador.
- 16.—Orificio de entrada del gas en el contador.
- 17.—Vaso sifón de expulsión del agua y cierre gas.
- 18.—Tubo de desagüe.
- 19.—Pasos del agua a la caja del tambor.
- 20.—Válvula de contrapeso.
- 21.—Contrapeso de la válvula anterior.

- 22.—Conducción del gas a la cámara del flotador.
- 23.—Flotador.
- 24.—Cámara del flotador.
- 25.—Válvula del flotador.
- 26.—Guía de la válvula.
- 27.—Sifón que conduce el gas al contador.
- 28.—Entrada del sifón.
- 29.—Tubo de eliminación del vapor de agua condensado en el sifón.
- 30.—Conexiones del eje del tambor y el árbol que acciona el aparato de relojería.
- 31.—Tubo que garantiza el árbol del reloj.
- 32.—Tambor litador.
- 33.—Aguja fija indicadora del reloj.
- 34.—5 portes del mecanismo de relojería.
- 35.—Cuadrantes.
- 36.—Cojinete del árbol motor del reloj.
- 37.—Conexiones de engranaje entre el árbol motor y las saetas registradoras de consumo.
- 38.—Cojinete del eje del tambor.
- 39.—Tablones que forman los compartimentos del tambor.
- 40.—Abertura de salida del gas.
- 41.—Tubo de salida del gas.



A. Menéndez Caballero.

dos bu
siones
das po
En
la héli
tando
arranc

Lo
máqu
120 c
metro
const
nomi
quina
veloc
lucio
emple
pérdi
El
de ag
nas d
ficaci
por c
por c
litros
tores
todo

Bom

E
que l

○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○

cint
rios
con

dos bujías opuestas, en el sentido de su eje. Las explosiones sucesivas en los varios cilindros son determinadas por una magneto miniatura manejada a mano.

En esta máquina no es de temer la trepidación de la hélice en el momento de la puesta en marcha, bastando darle dos o tres vueltas para determinar el arranque.

Los cilindros tienen 120 m/m. de diámetro en la máquina de 90 caballos y 130 m/m. en la máquina de 120 caballos; la carrera de los émbolos es de 140 milímetros en ambos modelos. Las dos máquinas están construidas para desarrollar una potencia superior a la nominal, siendo el máximo de 140 caballos en la máquina cuya potencia indicada es de 120 caballos. La velocidad es reducida, siendo solamente de 1.200 revoluciones por minuto, por lo que no es necesario el empleo de un engranaje de reducción y se evitan las pérdidas consiguientes.

El peso del motor, comprendido el radiador lleno de agua, las envolturas de los cilindros igualmente llenas de agua, y todas las piezas necesarias para la lubricación y la ignición, es aproximadamente de 2 kilos por caballo. El consumo de petróleo es de 0,340 litros por caballo-hora, y el consumo de aceite de 0,014 litros por caballo-hora. El funcionamiento de estos motores resulta, por lo tanto, sumamente económico, sobre todo en cuanto al consumo de aceite.

E. LOZANO.

Bomba de cadena Bessonnet - Favre

Esta bomba está fundada en el mismo principio que la bomba de cinta; pero se distingue por tener la

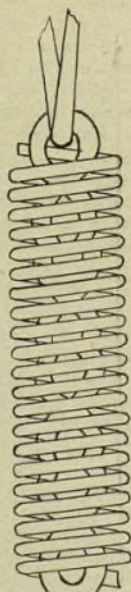


Fig. 1.

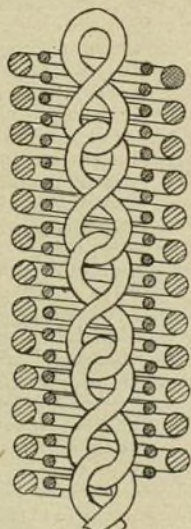


Fig. 2.

cinta constituida por una cadena rodeada de uno o varios espirales metálicos de modo que las superficies de contacto con el agua están en gran número.

La cadena y los aparatos son de acero dulce galvanizado.

Esta bomba permite sacar agua de grandes profundidades; una cadena de 43 mm. con dos espirales elevaría desde 60 m. de profundidad un caudal de 9.500 litros por hora, y necesitaría 5 HP. El rendimiento varía con el diámetro y el número de espirales de la cadena; elevando el agua desde 10 m. de altura, una cadena de 63 mm. y 3 espirales puede dar por hora 23.000 litros, consumiendo unos 24 HP., y otra de 82 mm. 30.000 litros por hora.

La mayor o menor parte de cadena que queda sumergida tiene gran influencia en el rendimiento: los experimentos efectuados han demostrado que el mayor caudal se obtiene cuando la parte sumergida es igual a 60 cm.

Metalurgia

Vaciado en moldes metálicos

El vaciado en moldes metálicos difiere esencialmente del vaciado en moldes de arena y sólo es practicable con aleaciones que puedan introducirse en los moldes bajo presión. El metal, en el estado pastoso en que se encuentra inmediatamente antes de solidificarse, es forzado en el molde por la presión de un émbolo, adaptándose con perfección a los detalles más diminutos de la superficie interna de aquél. Este procedimiento es, por lo tanto, el más apropiado para la elaboración de objetos de forma complicada que difícilmente podrían obtenerse en moldes de arena, resultando demasiado costosa su fabricación por procedimientos mecánicos. En esta categoría de objetos pueden contarse numerosas piezas de maquinaria, partes de máquinas de escribir y de sumar, de contadores de gas, de fonógrafos, de aparatos telefónicos, etc., piezas en las cuales deben a menudo figurar, impresos en relieve o en hueco, letras u adornos, nervios, roscas, etc. En cambio, tratándose de piezas pequeñas, pero de forma sencilla que puedan ser fácilmente y con poco gasto torneadas y cepilladas, el empleo de moldes de arena resulta generalmente más económico que el de moldes metálicos. También ha de tenerse en cuenta, para calcular el coste de fabricación de una determinada pieza, el número de piezas a confeccionar; el coste de los moldes de metal es, en efecto, relativamente elevado y para que este gasto inicial no venga a gravar de un modo muy oneroso el precio de fabricación de cada pieza, debe repartirse entre un número bastante crecido de ellas. Sin embargo, si las piezas que se trata de fabricar son de forma muy complicada y, por consiguiente, de difícil elaboración y de elevado precio, el coste de los moldes podrá quedar suficientemente compensado aun con la fabricación de un número relativamente pequeño de piezas.

Los metales empleados para el vaciado en moldes metálicos deben ser fácilmente comprimibles. Por esta razón, no se emplean el hierro, el acero ni el latón, sino numerosas aleaciones de plomo, estaño, cinc, aluminio, cobre y antimonio, combinados en diferentes proporciones. Estos varios productos, cuya dureza varía con la

proporción de los elementos que los constituyen, pertenecen en su mayoría a la categoría de los latones blancos.

Durante los dos o tres últimos años este procedimiento ha sido notablemente perfeccionado, siendo hoy día numerosísimos los objetos para cuya fabricación se emplea, y muy variada la maquinaria ideada para su aplicación. Existen centenares de tipos especiales de moldes, habiendo sido adoptada la forma de cada uno como resultado de un estudio detenido de las condiciones de elaboración de cada pieza.

La temperatura del metal fundido juega en el vaciado un papel muy importante; los defectos que a menudo se observan en las piezas de fundición son debidos con frecuencia a que el metal ha sido echado en los moldes demasiado frío o demasiado caliente. El metal a una temperatura demasiado baja penetra difícilmente en los rincones del molde; en cambio, si el metal es demasiado caliente los moldes se calientan también de un modo excesivo, hallándose por ello retrasada la solidificación de las piezas fundidas, con la pérdida de tiempo consiguiente. La rapidez con que se efectúa el vaciado varía, como es natural, dentro de extensos límites en relación con las dimensiones de los moldes, considerándose como un término medio una producción de 40 piezas fundidas por hora. La lubricación de los moldes, indispensable para la fácil extracción de las fundiciones, se obtiene frotándolos de vez en cuando con cera natural.

Los moldes metálicos están siempre formados de dos partes unidas de tal modo que sea fácil su separación después del enfriamiento de su contenido. Si esta condición es relativamente fácil de realizar en los moldes sencillos, puede en cambio presentar serias dificultades en aquéllos que se destinan a la confección de piezas de forma complicada. Ha de procurarse, en cuanto sea posible, que la junta de las partes del molde no deje en la pieza fundida señales de proyección o escurrimiento del metal, lo cual puede muchas veces conseguirse procurando que dicha junta coincida con una de las aristas del fondo o de la parte superior del molde. Por otra parte, en los moldes bien hechos, no es de temer el escurrimiento del metal mientras éste no se vacíe demasiado caliente. Sin embargo, el punto en que se dispone la junta de las dos partes del molde no es cuestión secundaria e indiferente, ya que de su adecuada disposición depende la facilidad con que pueden separarse dichas partes y, en ciertos casos, la posibilidad de evitar el empleo de piezas sueltas, como tacos, cuñas, etc.

No es preciso, para la fácil extracción de la pieza fundida, que los moldes presenten forma de embudo, bastando para separar aquélla de las paredes de éste la ligera contracción que sufre el metal al enfriarse, pero sí es absolutamente necesario que la superficie interna del molde sea perfectamente lisa. La importancia de esta contracción depende de las aleaciones empleadas y no siempre es fácil preverla cuando se trata de aleaciones de composición variable; se halla comprendida entre 0,050 m/m. y 0,140 m/m. por cada 25 m/m. de metal.

El escape del aire contenido en el molde está asegurado por unos canales anchos y llanos, practicados en las caras opuestas de las partes que forman la junta.

Hay en los moldes metálicos dos elementos que no

tienen equivalente en los moldes de arena: el mecanismo de proyección de la pieza fundida y la cuchilla destinada a separar de ésta el exceso de metal que se haya solidificado en la boca del molde. Funciona en primer lugar esta cuchilla, dispuesta siempre perpendicularmente al eje del orificio de entrada del metal en el molde; luego, entra en juego el mecanismo de extracción que consiste en una palanca mediante la cual se ejerce una presión suficiente sobre una clavija que echa al exterior el contenido del molde. Si la cara de la pieza fundida inmediata a la boca del molde es una superficie plana, la hoja de la cuchilla es también plana; si es una superficie curva, esta misma forma deberá presentar la hoja cortante.

Muy a menudo deben insertarse en las piezas de fundición piezas forjadas o elaboradas mecánicamente, como pernos, dientes de engranaje, etc. Es indispensable que dichas piezas estén sólidamente fijadas, dentro del molde, en la posición que hayan de ocupar, para no ser desplazadas al ser vertido el metal fundido; esta fijación se realiza por medio de clavijas que atraviesan el molde y las piezas añadidas. Para que sea mayor la adherencia del metal de fundición con el metal forjado o cortado a máquina, es conveniente hacer en la superficie de las piezas en cuestión algunos agujeros o huecos, separados por partes en relieve; se obtiene de este modo una especie de compenetración de los dos metales que asegura de una manera duradera la fijeza de las piezas enclavadas en la fundición.

Son numerosas las circunstancias que concurren para limitar el empleo de los moldes metálicos. En primer lugar, sólo pueden utilizarse para el vaciado en tales moldes las aleaciones pertenecientes a la categoría de los metales blancos; no pueden emplearse, como ya se dijo, ni el hierro, ni el acero, ni el latón, ni los bronce; las aleaciones cuya temperatura de fusión excede mucho de 1.200° Fahr. no se prestan tampoco a este procedimiento. En efecto, siendo los moldes de acero, al estar sometidos a temperaturas elevadas, se oxidan al contacto de los metales fundidos, modificándose rápidamente su forma y sus dimensiones.

Los principales elementos que entran en la constitución de las aleaciones propias para el vaciado en moldes metálicos son, en primer lugar, el cinc, variando la proporción en que entra en la mezcla desde el 50 por ciento en las aleaciones más duras, hasta el 80 por 100 en las más blandas; luego, el estaño en la proporción de 5 a 30 por ciento; el cobre en la proporción de 2 a 20 por ciento; el aluminio y el antimonio en la proporción de 2 a 6 y de 1 a 5 por ciento respectivamente. El aluminio obra como purificador y aumenta la fluidez del metal, pero nunca puede ser el principal elemento de una aleación ni siquiera formar parte de ella en una proporción importante. En efecto, no se adapta fácilmente a las formas de los moldes ni penetra en sus detalles; además, las aleaciones que contienen fuerte proporción de aluminio tienden a descomponerse en el transcurso de dos o tres años, perdiendo con ello mucho de su resistencia. El mismo fenómeno se produce en las aleaciones compuestas exclusivamente de cinc y estaño, pero por la adición de cierta cantidad de cobre adquieren la maleabilidad conveniente. El antimonio y el bismuto aumentan la dureza de las aleaciones, pero en cambio disminuyen su resistencia. Las aleaciones empleadas para la confección de tipos de imprenta,

compuestas principalmente de plomo, con alguna cantidad de antimonio y estaño, raras veces pueden emplearse para la elaboración de objetos fundidos, a causa de su insuficiente resistencia. Las aleaciones que contienen grandes proporciones de cinc y de cobre resultan quebradizas, poco maleables y de escasa solidez.

Se ha observado que las aleaciones vaciadas en moldes de metal suelen ser más duras que las de la misma composición, echadas en moldes de arena. Los productos que se pueden obtener por la mezcla en distintas proporciones de los elementos indicados son muy numerosos y aunque su resistencia no llegue a igualar la de los bronce ni la del hierro fundido, es suficiente para los usos a que estas piezas de fundición se destinan. Además, haciendo variar la proporción de uno u otro elemento, pueden variarse también las propiedades de la aleación para obtener en ella tal o cual calidad que, en un determinado caso, convenga: resistencia a la presión o a la tracción, dureza, maleabilidad, etcétera. Por otra parte, si no se encuentra en ninguna aleación las propiedades que sean precisas en ciertas partes de una pieza de fundición, esta deficiencia puede generalmente salvarse enclavando en el metal fundido, como se indicó más arriba, piezas elaboradas separadamente por otros procedimientos.

Las aleaciones cuya composición se indica a continuación son conocidas por dar buenos resultados para el moldeado. Las dos primeras pueden utilizarse en sustitución del latón ordinario. Las otras dos son más duras, sobre todo la última.

	Por ciento
Cinc.	73'75
Estaño.	14'75
Cobre.	5'25
Aluminio.	6'25
Cinc.	72'7
Estaño.	19'0
Cobre.	5'0
Aluminio.	1'0
Plomo.	2'0
Antimonio	0'30
Cinc.	73'8
Estaño.	12'0
Cobre.	10'6
Aluminio.	3'4
Cinc.	46'2
Estaño.	30'8
Cobre.	20'4
Aluminio.	2'6

Las piezas fundidas en moldes de metal son tan perfectas como las que se elaboran mecánicamente; las partes huecas o salientes, como dientes, letras, roscas externas o internas quedan bien definidas. Aunque se observa cierta contracción del metal, ésta es menor que en los moldes de arena, ya que el vaciado se hace bajo presión. El coste de la fundición queda invariable, por complicada que sea la forma de las piezas fundidas; si bien aumenta el precio de los moldes, este mayor coste, repartido entre un número bastante crecido de piezas, no representa para cada una sino carga insignificante.

La fundición de las aleaciones blancas empleadas para el vaciado en moldes metálicos, puede realizarse en hornos de gas que ofrecen la ventaja de que su po-

tencia calorífica puede fácilmente variarse en relación con la temperatura de fusión de los metales. A fin de evitar o reducir la oxidación y la pérdida consiguiente de metal, es conveniente emplear para la fundición recipientes cerrados, de modo que impidan el contacto directo del aire con el metal en fusión. Éste que, como se indicó es vaciado bajo presión, no se pone en contacto con el aire sino en el momento en que sale del crisol para entrar en el molde. La presión conveniente, que varía con la naturaleza de la aleación, se obtiene por medio de una palanca manejada a mano.

La perfección de la pieza fundida depende en gran parte de la preparación del metal; éste debe ser homogéneo y al mismo tiempo muy fluido. La fusión del metal ha de hacerse paulatinamente y es preciso que su introducción en los moldes se verifique de un modo uniforme; el resultado de la operación depende mucho de la práctica del operario que la realiza. Para obtener esta uniformidad, es conveniente que un operario esté encargado exclusivamente del vaciado mientras otro se cuida de preparar el metal y abrir y cerrar los moldes. Estas precauciones son necesarias para evitar la formación de burbujas de aire en los moldes. Éstos deben calentarse ligeramente antes de empezar el vaciado. Los hornos apropiados para la fusión de las aleaciones blancas pueden servir también para la calefacción de los moldes, pero es práctica habitual fundir el metal en un horno distinto del en que estén dispuestos los moldes. Si, en efecto, el mismo horno se empleara para las dos operaciones, el enfriamiento producido por la adición de nuevos trozos de metal en el crisol haría más lenta la operación del vaciado, además de disminuir la homogeneidad del metal.

J. J. BROCA.

Horno para temple de herramientas

El horno que representan los adjuntos esquemas puede ser construido con un centenar aproximadamente de ladrillos refractarios, sin otro accesorio que una tobera de fragua.

La ventaja de este horno consiste en proporcionar un fuego que ofrece las cualidades más necesarias para el temple de herramientas, cualidades difíciles de conseguir en las fraguas ordinarias, a saber: 1.º Combustión duradera en una gran masa de carbón; 2.º Obtención de un calor intenso, cuando es necesario; 3.º Facilidad de calentar las herramientas en un determinado punto.

Como puede verse en la sección (fig. 1), la combustión tiene lugar mucho más abajo de la boca del horno, siendo imposible que el fuego se eleve hasta el nivel de ésta, porque se van añadiendo con regularidad nuevas cantidades de carbón en la tolva. De este modo se obtiene constantemente una temperatura elevada y regular, circunstancia que permite proceder sucesivamente al temple de una serie de herramientas sin ponerlas en contacto directo con los carbones. Se evita que el fuego suba en la tolva cerrándola con una placa de hierro o de asbesto.

Colocando la herramienta sobre un ladrillo, es fácil exponer a un calor intenso la porción de la misma que ha de ser templada, preservando de dicho calor sus demás partes; puede, por ejemplo, calentarse fuer-

temente el cortante de una cuchilla sin que el calor alcance al resto de la hoja. Como combustible, puede emplearse carbón de coque o carbón de piedra seco.

una solución rigurosamente exacta de esta ecuación; pero si para obtener una solución aproximada se desprecian las tensiones tangenciales que tienen muy poca

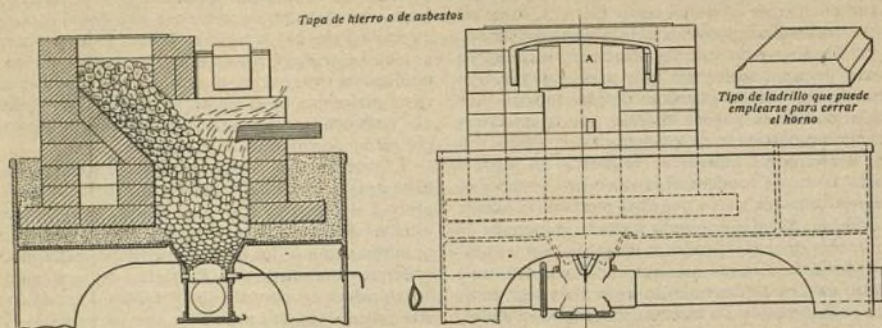


Fig. 1.—Sección y elevación anterior del horno.

La limpieza del horno se verifica como la de una fragua ordinaria.

Este horno puede ser construido con ladrillos del

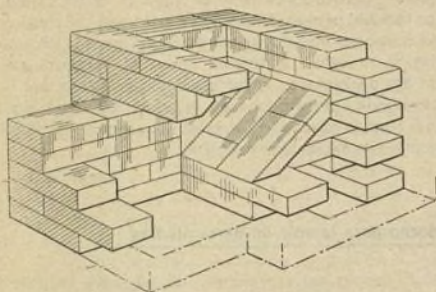


Fig. 2.—Perspectiva del horno.

tipo más corriente y montado, como ya se indicó, sobre cualquier aparato de tiraje empleado en las fraguas. Su empleo facilita el trabajo del operario, permitiéndole producir herramientas de calidad más uniforme.

Construcción

Cálculo de los depósitos de paredes curvas

Los depósitos de paredes curvas o en arco, construidos por vez primera por la Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A-G., se caracterizan por formar sus paredes una superficie de equilibrio para el líquido que contienen y por exigir menos material que la construcción de un depósito del mismo volumen, de cualquier otra forma.

La ecuación diferencial de esta superficie de equilibrio se deduce de la condición de ser iguales y constantes, en cada punto del depósito, las tensiones tangenciales y meridianas. Hasta ahora no se ha encontrado

importancia, el problema resulta mucho más sencillo y se puede resolver sin grandes dificultades.

Sea (fig. 1) H la altura total del depósito; x , y las coordenadas de un punto meridiano cualquiera respecto a los ejes; γ peso por unidad del contenido del depósito.

Supongamos que el depósito está lleno de agua de modo que el nivel coincida con el eje de las y . La presión del agua varía con la profundidad siguiendo la ley $p = \gamma x$.

Como no se quieren considerar más que las tensiones meridianas, es necesario hacer el cálculo analítico de la línea funicular de las presiones p . Éstas son siempre perpendiculares a la pared del depósito, es decir, en el sentido del radio de curvatura ρ de la línea meridiana que buscamos, de modo que las tensiones funiculares P_0 son constantes y tienen el valor:

$$P_0 = p\rho = \gamma x\rho$$

de donde tendremos:

$$x \cdot \rho = \frac{P_0}{\gamma}$$

Si representamos por σ el esfuerzo admisible sobre

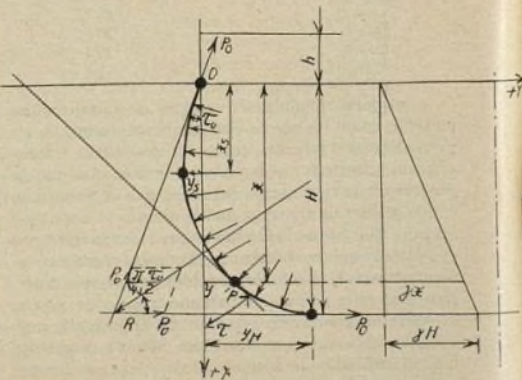


Fig. 1.

el metal del depósito y δ el grosor de la pared tendremos:

$$P_w = \sigma \cdot \delta.$$

Si suponemos:

$$\frac{P_w}{\gamma} = \frac{\sigma \delta}{\gamma} = \frac{a^2}{2}$$

tendremos:

$$x p = \frac{a^2}{2}.$$

Con $\frac{1}{p} = \frac{d(\text{sen } \tau)}{dx}$ y teniendo en cuenta la ecuación precedente hallaremos: $\frac{d(\text{sen } \tau)}{dx} = \frac{2x}{a^2}$ la cual integrada nos dará:

$$\text{sen } \tau = \left(\frac{x}{a}\right)^2 + C_1.$$

Las condiciones de que $x = 0$, $\tau = \tau_0$ da para la constante C_1 el valor $C_1 = \text{sen } \tau_0$.

Si suponemos que $\tau = \frac{\pi}{2} x$, tomando el valor H

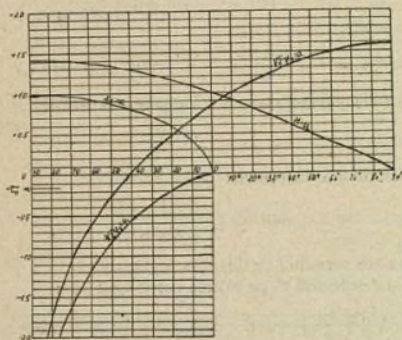


Fig. 2.

tendremos: $\left(\frac{H}{a}\right)^2 = 1 - C_1$ que indica la relación entre la altura H y el ángulo τ_0 con un valor dado a. Los valores de la relación H:a vienen dados por el cuadro I para ángulos τ_0 que aumentan de 10° en 10° desde 0° a $\pm 90^\circ$. El aspecto de la curva representada por la ecuación última es el de la figura 2.

Se ve además por la ecuación:

$$\text{sen } \tau = \left(\frac{x}{a}\right)^2 + C_1$$

que la línea de equilibrio que buscamos tiene una tangente vertical en el punto en que:

$$\left(\frac{x}{a}\right)^2 + C_1 = 0.$$

Si designamos por x_s el valor correspondiente de x, ésta la calcularemos por la fórmula: $\left(\frac{x_s}{a}\right)^2 = -C_1$.

Es evidente que los puntos extremos reales solo son los determinados por valores negativos de C_1 y τ_0 .

Los valores numéricos de la relación x_s/a están indicados en el cuadro II.

Para encontrar la ecuación de la línea de equilibrio, es necesario volver a la ecuación $\text{sen } \tau = \left(\frac{x}{a}\right)^2 + C_1$ y observar que:

$$\frac{dy}{dx} = \text{tang } \tau \quad \text{y} \quad \text{tang } \tau = \frac{\text{sen } \tau}{\sqrt{1 - \text{sen}^2 \tau}}$$

de modo que la ecuación diferencial de la línea funcional es:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{\left(\frac{x}{a}\right)^2 + C_1}{\sqrt{1 - \left(\frac{x^2}{a^2} + C_1\right)^2}}.$$

Para simplificar, es necesario introducir otra variable φ con la condición $x^2 = a^2(1 - C_1) \cos^2 \varphi$ y escribir $\frac{1 - C_1}{2} = K^2$ en que K es siempre positivo y más pequeño o igual a la unidad. Después de cortas transformaciones la ecuación:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{\left(\frac{x}{a}\right)^2 + C_1}{\sqrt{1 - \left(\frac{x^2}{a^2} + C_1\right)^2}}$$

queda convertida en:

$$\sqrt{2} d\left(\frac{y}{a}\right) = -\frac{1 - 2K^2 \text{sen}^2 \varphi}{\sqrt{1 - K^2 \text{sen}^2 \varphi}} d\varphi.$$

Teniendo en cuenta que $x = 0$; $\varphi = \frac{\pi}{2}$; $y = 0$ son valores de la misma categoría la integración dará:

$$\sqrt{2} \left(\frac{y}{a}\right) = \int_{\frac{\pi}{2}}^{\varphi} \frac{d\varphi}{\sqrt{1 - K^2 \text{sen}^2 \varphi}} + (1 - C_1) \int_{\frac{\pi}{2}}^{\varphi} \frac{\text{sen}^2 \varphi d\varphi}{\sqrt{1 - K^2 \text{sen}^2 \varphi}};$$

$$\int_0^{\varphi} \frac{d\varphi}{\sqrt{1 - K^2 \text{sen}^2 \varphi}} = F(K, \varphi);$$

$$\int_0^{\varphi} \sqrt{1 - K^2 \text{sen}^2 \varphi} d\varphi = E(K, \varphi)$$

representan las integrales elípticas de primero y segundo grado del módulo K. Para $\varphi = \frac{\pi}{2}$ tendremos las integrales elípticas completas de primer y segundo grado que designaremos por K y E con lo que la ecuación anterior será:

$$\sqrt{2} \left(\frac{y}{a}\right) = 2(E - E) - (K - F).$$

Los valores especiales de y son interesantes para $x = H$ y $x = x_s$ y como según ecuaciones anteriores la relación $x^2 = H^2 \cos^2 \varphi$ subsiste, el ángulo φ recibe para $x = H$ el valor cero y por consecuencia la ordenada y_H tiene en la base del depósito el valor:

$$\sqrt{2} \left(\frac{y_H}{a}\right) = 2E - K.$$

Para ver fácilmente cómo varía y_H con la altura del depósito, los valores $\sqrt{2} y_H : a$ están calculados, en el cuadro I, para ángulos τ_0 aumentando de 10° en 10° desde 0° a $+90^\circ$. La curva de los valores $\sqrt{2} y_H : a$

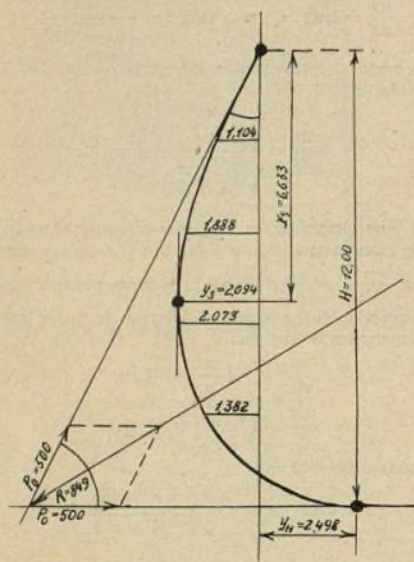


Fig. 3.

de la figura 2 sirve para determinar valores que no están en el cuadro I.

En la determinación del módulo K es necesario notar lo siguiente: En las tablas para integrales elípticas se encuentra $K = \text{sen } \alpha$ y las integrales están dadas para diversos valores de α . Entre los ángulos α y τ_0 existe una relación muy sencilla. Según las ecuaciones anteriores:

$$K = \sqrt{\frac{1-C_1}{2}} = \sqrt{\frac{1-\text{sen } \tau_0}{2}} = \text{sen } \alpha$$

de lo que resulta:

$$1 - \text{sen } \tau_0 = 2 \text{sen }^2 \alpha \quad y:$$

$$\alpha = \frac{\pi}{4} - \frac{\tau_0}{2}.$$

Para poder calcular la ordenada y_s en lugar de $x = x_s$, es necesario calcular antes el ángulo $\varphi = \varphi_s$ que corresponde a la abscisa x_s .

Según la ecuación $x^2 = a^2 (1 - C_1) \cos^2 \varphi$ tenemos:

$$x^2 = H^2 \cos^2 \varphi_s$$

y según las ecuaciones:

$$\left(\frac{H}{a}\right)^2 = 1 - C_1 \quad y \quad \left(\frac{x_s}{a}\right)^2 = -C_1$$

tenemos por otra parte:

$$\left(\frac{H}{a}\right)^2 = 1 - \text{sen } \tau_0 \quad y \quad \left(\frac{x}{a}\right)^2 = -\text{sen } \tau_0$$

comparando estas dos ecuaciones hallaremos:

$$\left(\frac{x_s}{H}\right)^2 = -\frac{\text{sen } \tau_0}{1 - \text{sen } \tau_0}$$

de donde:

$$\cos^2 \varphi_s = -\frac{\text{sen } \tau_0}{1 - \text{sen } \tau_0} \quad y \quad 1 = \text{sen }^2 \varphi_s (1 - \text{sen } \tau_0).$$

Si reemplazamos τ_0 por α según la ecuación:

$$\alpha = \frac{\pi}{4} - \frac{\tau_0}{2}$$

obtendremos la fórmula:

$$\text{sen }^2 \varphi_s = \frac{1}{\sqrt{2} \text{sen } \alpha}$$

que nos permitirá calcular los ángulos φ_s .

La ordenada y_s se calcula por la ecuación:

$$\sqrt{2} \left(\frac{y_s}{a}\right) = 2 [E - E(K, \varphi_s)] - [K - F(K, \varphi_s)]$$

Los valores de esta ordenada están incluidos en el

CUADRO I

τ_0	0°	$\pm 10^\circ$	$\pm 20^\circ$	$\pm 30^\circ$	$\pm 40^\circ$	$\pm 50^\circ$	$\pm 60^\circ$	$\pm 70^\circ$	$\pm 80^\circ$	$\pm 90^\circ$
$H : a$	1,0 1,0	0,9090 1,0834	0,8112 1,1584	0,7071 1,2247	0,5977 1,2817	0,4837 1,3289	0,3660 1,3660	0,2456 1,3927	0,1233 1,4089	0 1,4142
$\sqrt{2} \frac{y_H}{a}$	0,8471 0,8471	0,9994 0,6754	1,1333 0,4827	1,2492 0,2657	1,3472 0,0188	1,4276 -0,2678	1,4903 -0,6153	1,5350 -1,0732	1,5618 -1,8063	1,5708 ∞
$\sqrt{2} \left(\frac{l}{a}\right)$	1,8541 1,8541	1,7868 1,9356	1,7313 2,0347	1,6858 2,1565	1,6490 2,3088	1,6200 2,5046	1,5981 2,7681	1,5828 3,1534	1,5738 3,8317	1,5708 ∞

CUADRO II

τ_0	0°	-10°	-20°	-30°	-40°	-50°	-60°	-70°	-80°	-90°
$x_s : a$	0	0,4167	0,5848	0,7071	0,8017	0,8752	0,9306	0,9694	0,9924	1,0
$(-\sqrt{2} y_s) : a$	0	0,06911	0,19661	0,36688	0,57956	0,84090	1,17008	1,61574	2,34147	

cuadro II y en la figura 2. Para los valores positivos de τ , no hay ordenada negativa máxima.

Para calcular el peso de las planchas que forman la pared del depósito es necesario conocer la longitud de la línea meridiana l . La longitud de un arco es por regla general $s = \int \frac{dx}{\cos \tau} + \text{constante}$ y teniendo en cuenta la ecuación $\sin \tau = \left(\frac{x}{a}\right)^2 + C_1$ tendremos:

$$s = \int \frac{dx}{\sqrt{1 - \left(\frac{x^2}{a^2} + C_1\right)^2}} + \text{constante}.$$

Si introducimos en esta ecuación el módulo K y la variable φ y hacemos las transformaciones necesarias tendremos:

$$\sqrt{2} \left(\frac{s}{a}\right) = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{dx}{\sqrt{1 - K^2 \sin^2 \varphi}}$$

o bien reemplazando las funciones por sus símbolos:

$$\sqrt{2} \left(\frac{s}{a}\right) = K - F(K, \varphi).$$

La longitud total del arco la calcularemos, en consecuencia por la fórmula:

$$\sqrt{2} \left(\frac{l}{a}\right) = K.$$

En el cuadro I se encuentran algunos de los valores de $\sqrt{2} \left(\frac{l}{a}\right)$.

J. B. DE AGUILAR-AMAT.

Higiene rural

La salubridad de los terrenos pantanosos

Las estadísticas sanitarias de todos los países permiten estudiar el coeficiente morboso, y, según resultado de la observación, se adaptan medidas higiénicas que generalmente tienden a disminuir la mortalidad y normalizar el estado sanitario en los climas cálidos, en donde los terrenos son pantanosos o existen aguas estancadas, natural o artificialmente, para dedicarlas al riego, cultivo etc. La morbosidad aumenta con relación a determinadas enfermedades, principalmente aquellas cuyo agente transmisor es el *Anopheles*; por esta razón se comprende que la orientación de la actividad científica ante la imposibilidad de variar o determinar las condiciones naturales, base las más de las veces de la riqueza comercial, tiene que tender a la destrucción del mosquito.

A esta finalidad, han sido dirigidas las investigaciones y trabajos experimentales del Dr. Campell, el cual ha encontrado una solución admirable, mediante la protección y cría del murciélago, en albergues contruidos al efecto.

Utilitaria es en alto grado la realización del referido descubrimiento ya que en nuestra península existen algunas extensiones dedicadas al cultivo del arroz, donde el agricultor se ve precisado a vivir y en las cuales las enfermedades de carácter infeccioso se desarrollan merced a la invasión del *Anopheles*; es, pues, humanitario en extremo y aconsejable llevar a cabo los procedimientos del Dr. Campell, para evitar en lo posible el desarrollo de estos focos de infección.

Entre las numerosas ventajas que posee el murciélago para la persecución y captura de su presa, pueden indicarse: sus costumbres nocturnas, su preferencia a habitar en asilos oscuros durante el día, la facilidad de comprimir su cuerpo para atravesar pequeñas aberturas, sus medios de defensa, mediante sus pelos con apéndices espiados que le recubren, contra el *Anopheles*; su carácter carnívoro y el hallarse exentos de enfermedades.

La construcción de albergues que aconseja el doctor Campell permitiría aprovechar las deyecciones del murciélago, las cuales constituyen un excelente abono. El término medio de las deyecciones producidas por individuo es de 26, en la temporada de alimento mínimo, cuyo peso aproximado es 0'1535 kg.

Separando el *mucus* que recubre el guano, por maceración y tratamiento por agua oxigenada, se recoge un residuo formado en su mayor parte de restos de *Anopheles* o elementos no digeribles.

Campell deduce en una interesante memoria el valor del guano aprovechable, resultando que, suponiendo que el coste del refugio sea de 6.200 ptas. para un abrigo de 50.000 murciélagos, resultaría que sólo el guano producido en un año alcanzaría a 3.146 ptas.

El murciélago tiene algunos enemigos naturales, como la garduña, el gato salvaje, la civeta y las serpientes, los cuales son más dañinos durante el período de reproducción; pues la cría cae al suelo de los albergues, siendo ésta y la madre presa de la voracidad de su enemigo.

Resultados prácticos de la cría del murciélago.

En las localidades donde el *Anopheles* se halla en número extraordinario y se ha implantado la cría del murciélago, como medio de evitar el desarrollo de enfermedades que reconocen como agente transmisor dicho insecto, se ha observado que las enfermedades que se registran en el ganado son menos numerosas así como también las molestias de los agricultores, que, en ciertas regiones, donde el *Anopheles* abunda y no se toman medidas de destrucción, llegan a veces a impedir las operaciones culturales.

La cría del murciélago ha modificado las costumbres campesinas, a medida que se reconocen los beneficios que este animal presta, y así se observa que los niños respetan el murciélago en lugar de atormentarle, y que el labriego no considera su presencia siniestra, sino que deja penetrar en sus viviendas, pues es suficiente su tránsito por éstas para evitar el *Anopheles* que instintivamente desaparece de la presencia de su mayor enemigo.

Los albergues de los murciélagos son generalmente prismáticos, abiertos lateralmente, y en los cuales efectúan su cría, siendo conveniente, para que el número aumente y con él la seguridad de la región invadida, que se respete su morada durante algunos años al ca-

bo de los cuales puede recogerse el guano producido, cuyo análisis arroja las siguientes cifras:

Humedad..	10'70
Fosfórico total.	1'45
asimilable.	1'35
Nitrógeno..	11'76
Amoniaco..	14'26
Potasa.	0'98

En cuanto al valor comercial, según Robert-Marbach, en las dos cavernas de murciélagos que éste posee, recoge 60 y 65 toneladas de guano anual, respectivamente, variando la recolección con las lluvias y proximidad de terrenos montañosos, en cuyos casos la cosecha recogida tiene un coeficiente de pérdida que depende de la intensidad del factor o factores que a ello contribuyen. El guano se vende a 155 ptas. la tonelada en sacos de unos 46 kgs.

Conclusiones.—1. El mosquito resulta ser un enemigo del hombre, por ser vehículo de gérmenes patógenos.

2. El mosquito puede constituir un buen alimento para el murciélago.

3. Se pueden y deben construir albergues para la cría de murciélagos, que los defiendan de sus enemigos naturales y les permita multiplicarse, protegiéndolos y mejorando las condiciones higiénicas.

4. Su utilidad económica facilita la difusión de esta empresa, llamada a prestar grandes servicios higiénicos en las regiones en que se establezca, protegiendo especialmente a las clases pobres que son las más atacadas.

5. La protección de los murciélagos no sólo permite destruir los mosquitos sino que transformará estos insectos dañinos en guano de gran valor fertilizante.

N. OLIVÁN

Procedimientos industriales

La industria del aire líquido

El notable experimento de Cailletet para la liquefacción de gases tuvo más tarde, por el aparato Linde, realización industrial, obteniéndose en la actualidad millón y medio de kilogramos de aire líquido.

El aparato Linde está fundado en que la dilatación de los gases, representa un descenso de temperatura de $\frac{1}{4}$ parte, de donde se deduce que para obtener un descenso de 200 hay que dejar expandirse la masa de aire a unas 810 atmósferas. El aparato Linde acumula los efectos de enfriamiento de las sucesivas expansiones hasta lograr el punto de liquefacción. Obtenido el aire líquido puede procederse por destilación y recoger en virtud de las diferencias de volatilización el oxígeno y nitrógeno o bien puede emplearse directamente el aire para múltiples usos industriales.

El aire líquido se comporta de un modo semejante a una mezcla de agua y alcohol, y el modo de operar es similar al usado en la destilación y rectificación del alcohol. Los aparatos contruidos con dicho objeto resultan de dimensiones muy reducidas; el tipo corriente produce 150 m³ de oxígeno por hora, con un gasto de

0'66 caballo hora por metro cúbico, resultando el oxígeno a unas 20 pesetas tonelada, precio realmente insignificante.

Para la expansión del aire comprimido se utiliza un motor que modifica la temperatura en razón directa de la expansión de la masa gaseosa, permitiendo obtener el aire líquido con la fuerza mínima según hemos indicado.

Una vez obtenido el aire líquido se evapora en un recipiente envolvente de un serpentín o haz tubular, en el cual se inyecta aire comprimido a 6 atmósferas, el cual a su vez se liquida fácilmente. Evaporando, pues, el líquido primitivo, se recogerá el nitrógeno y después oxígeno, utilizando el frío de la evaporación para reconstituir la misma cantidad de aire líquido que hemos evaporado, mediante un gasto mínimo de energía; de este modo se comprende la economía de producción del aire líquido.

El aparato Claude está constituido por un haz tubular y una columna superior parecida a un aparato rectificador de alcohol. Por la parte superior de la columna destila el nitrógeno y por la parte inferior de la misma se produce nitrógeno líquido, que da lugar a un enfriamiento mayor que el del aire líquido, merced al cual queda retenido el oxígeno mientras que por la parte superior puede aprovecharse el gas nitrógeno puro.

También puede separarse el oxígeno del nitrógeno haciendo el vacío sobre el aire líquido para producir una temperatura de -211° , a la cual el nitrógeno solidifica en forma de esponja, que empaña el oxígeno todavía líquido, pudiendo separarse simplemente apretando la esponja, o bien por medio de un imán el cual atrae el oxígeno que tiene propiedades magnéticas.

Las aplicaciones del oxígeno han tomado gran desarrollo para la soldadura autógena, el corte de metales en los talleres, la fabricación de objetos de encargo y la de piedras preciosas artificiales, etc., consumiéndose además, hoy día, enormes cantidades en otras aplicaciones industriales tales como la inyección directa de este elemento comburente en los altos hornos, lo que permite notables economías de coque y una mejor conservación de los refractarios.

El oxígeno líquido permite además obtener un explosivo ideal para las minas, pues si bien en un principio tropezó con serias dificultades, hoy está perfectamente admitido su uso merced a los trabajos de Arsonval, Claude y Violet, quienes han ideado una técnica operatoria de una gran sencillez. El cartucho se compone de un saquito lleno de negro de humo especial, que impregnado de oxígeno líquido arde lentamente con llama brillante, si se le prende fuego con una cerilla o medio análogo, pero que estallando en su masa una cápsula de fulminante de mercurio, tiene el poder detonante de las dinamitas más poderosas. Las ventajas se comprenden fácilmente, pues el peligro es nulo en la preparación, transporte y almacenaje, ya que los saquitos son absolutamente inertes mientras no se impregnen de oxígeno líquido. Además de estas ventajas tiene la supresión de los humos nocivos que dan los otros explosivos y la seguridad de no encontrar cartuchos fallados, evitando su peligro inherente ya que el oxígeno que ha impregnado el negro de humo, se evapora por completo al cabo de un tiempo relativamente corto. Además, el nuevo explosivo resulta a

mitad de precio que la dinamita, estando ya resueltas prácticamente las dificultades inherentes al transporte y empleo del oxígeno líquido.

En cuanto al nitrógeno no hemos de recordar la importancia de su fijación para la fabricación de abonos artificiales. Calentando el carburo de calcio al rojo absorbe el nitrógeno y se transforma en el abono llamado cianamida, cuyo consumo llegará a cuarenta millones de pesetas por año, sobre el fabricado por los procedimientos Claude, cifra elocuente dado el poco tiempo de existencia de esta industria rival de la de electrificación del aire de Birkeland y Eyde que cuenta con un gasto de energía mayor de 300,000 caballos produciendo ácido nítrico y nitratos. Es probable una fusión entre estas dos industrias rivales, ya que el procedimiento del aire líquido da como sobrante aire sobre-oxigenado muy propio para el sistema Birkeland.

Otra aplicación del aire líquido es la congelación de los terrenos húmidos en las explotaciones mineras o en las excavaciones para fundaciones de obras, lo cual da una facilidad inmensa en ciertos trabajos. La congelación puede reemplazar los agotamientos que, además de ser costosos, son muchas veces arriesgados; la facilidad de establecer una buena fundación en un cauce de río caudaloso, de fondo arenoso o movedizo, es inmensa, gracias al procedimiento de congelaciones que permite realizar con relativa facilidad trabajos de otro modo imposibles.

Finalmente el residuo de la fabricación del aire líquido da varios gases raros, el neon, argon, cripton, etcétera; con el neon se ha realizado la lámpara de $\frac{1}{2}$ vatio por bujía, la cual tiene el inconveniente de carecer de rayos azules al contrario de la de vapor de mercurio que no tiene rayos rojos, pero combinando los dos resulta por compensación la iluminación perfecta y quizás la más económica que hoy se conoce.

G. BRUNET, Ingeniero.

Galvanoplastia del níquel para grandes gruesos; estañado y cincaje

El depósito de níquel en una capa gruesa es un problema árduo a causa de la tendencia de este metal a quebrarse y levantarse. El níquel que recubre un conductor ejerce sobre éste presiones considerables, tendiendo a arrancar el metal ya depositado. El níquelaje en capa gruesa presenta grandes ventajas sobre otros metales, especialmente en la confección de clisés.

La exfoliación del níquel debe atribuirse al nitrógeno, que se desprende, al mismo tiempo que el níquel, en el cátodo.

En presencia de un gran exceso de hidrógeno, el níquel no se deposita o forma por lo menos una capa pulverulenta; en presencia de menos hidrógeno, saturase de gas, pierde su flexibilidad, hácese duro y se resquebraja. Si el hidrógeno acompaña al níquel ello proviene de que en solución neutra o ácida la tensión eléctrica mínima necesaria para la precipitación del níquel es superior de 0'60 voltios a la tensión mínima necesaria al desprendimiento de hidrógeno.

Hay que suprimir, pues, este hidrógeno o impedir que se desprenda. A este efecto se han ensayado dos métodos:

1.º Quemar el hidrógeno con un oxidante apropiado.

2.º Obligar a este hidrógeno a asociarse con una combinación compleja, que ceda difícilmente el hidrógeno a la corriente. Este es el procedimiento que da mejores resultados.

1.º *Electrolisis del níquel en presencia de oxidantes.*—Se ha experimentado el bicromato de potasa, el sulfato férrico, el persulfato de sodio o el perborato y el agua oxigenada, sin obtener una solución satisfactoria. Los mejores resultados han sido obtenidos con:

A	Sulfato de níquel	45 gr.	} agua para hacer 400 centímetros cúbicos.
	Clorhidrato de amoníaco	10 "	
	Persulfato de sodio	5 "	

superficie catódica (Cu) = superficie anódica (Ni) = 7×6 centímetros.

Muy buen depósito sobre cobre (5/100 de milímetro).

B	Sulfato de níquel cristalizado	40 gr.	} agua para hacer 400 cm. cúbicos.
	Sulfato de magnesia	40 "	
	Ácido bórico	7 "	
	Persulfato de sodio	5 "	

superficie catódica (Cu) = superficie anódica (Ni) = 7×6 centímetros.

Buen depósito de cobre (1/10 milímetros) levantado en uno o dos puntos; muy duro y quebradizo. Nada de desprendimiento gaseoso en el cátodo durante la electrolisis.

C	Superficie de níquel cristalizado	40 gr.	} agua para hacer 400 centímetros cúbicos.
	Cloruro de magnesio cristalizado	40 "	
	Ácido bórico	6 "	

superficie catódica (Cu) = superficie anódica (Ni) = 7×6 centímetros. $I = 0$ amperios 3.

Depósito quebradizo (12/10 milímetros), nada de desprendimiento gaseoso a pesar de la ausencia de oxidantes en el cátodo.

2.º *Electrolisis del níquel en solución alcalina.*—

En solución alcalina de hidrógeno, OH exige para desprenderse tensiones muy elevadas; puede pues no perjudicar al depósito de níquel. Pero la potasa y la sosa lo precipitan, salvo en presencia de sales orgánicas; entonces el níquel puede arrastrar carbono; las sales orgánicas pueden descomponerse.

Se ha ensayado el pirofosfato de níquel que no se precipita por un exceso de sosa pero que debe ser empleado muy diluido, pues de lo contrario cristaliza.

Sulfato de níquel	45 gr.
Sosa cáustica	2'5 "
Pirofosfato de sosa	75 "
Clorhidrato de amoníaco	12'5 "
Agua para hacer un litro.	

Buen depósito durante las cuatro primeras horas, luego se hace gris y quebradizo, probablemente debido a los pequeños cristales verdes que rodean el cátodo, mientras que el ánodo se cubre de un depósito verde; el desprendimiento gaseoso en el cátodo no es detenido por el bicromato de potasa, todo lo contrario.

Fluoroborato al níquel.—Esta sal, alcalina al tornasol, da buenos depósitos gruesos sobre metal o bien sobre modelos plombaginados de guta o cera.

Disuélvese el ácido bórico en una solución de ácido fluorhídrico, disolviendo en seguida el carbonato de níquel hasta saturación.

A continuación damos las diferentes manipulaciones para preparar esta sal:

Preparación del carbonato de níquel: el que se halla en el comercio no neutraliza suficientemente el ácido fluorhídrico. Se hace preciso prepararlo que sea fresco y aún húmedo. Para ello, se precipita una solución de sulfato de níquel por el carbonato de sosa en solución; lávase el carbonato obtenido por trituraciones y amasados sucesivos con agua destilada, alternadas con filtraciones, hasta que las aguas de lavaje no presenten reacciones de los sulfatos con BaCl_2 . Las cantidades siguientes son calculadas a base de dos litros de electrolito; empléase productos químicamente puros.

350 gramos de Co^2Na^2 en un litro de agua caliente: verter en solución templada 600 gramos de sulfato de níquel cristalizado en 5/5 litros de agua.

Preparación del ácido fluorobórico y del fluoroborato de níquel: en 250 gramos de agua hirviendo se echan 130 gramos de ácido bórico: remuévese y transvásase en frío en un recipiente de guta; se vierte en seguida 285 gramos de solución fluorhídrica a 43,2/46, 2° de HF, agitando. Introdúcese, después de la disolución, el carbonato de níquel, tritúrase enérgicamente para hacer una lechada de carbonato y se agita mecánicamente durante unas veinte horas. Se filtra, se lava con agua destilada, y diluye hasta dos litros; la solución obtenida debe tener una densidad de 1'8 a 1'9 y una reacción alcalina o neutra. El baño no es aún perfecto; da depósitos duros, tendiendo a exfoliarse. Corrígese este defecto por electrolisis (entre ánodo de níquel puro fundido y cátodo de superficie igual) de 3 a 4 días, y más si los productos no son perfectamente puros. Régimen: $I = 1$ amperio con electrodos de 145×180 milímetros, separados de cuatro centímetros. Este baño deposita el níquel en capas gruesas sobre metal o sobre modelos plumbaginados de cera o de guta. Este baño deposita el níquel directamente sobre la fundición y el aluminio. Se hace uso de ánodo de níquel puro y fundido que se ataca mejor que el níquel laminado.

Estañado.—El depósito de estaño, cuando excede de algunas milésimas de milímetro, es fácilmente esponjoso. En un medio oxidante (estannato de sosa) el estaño se vuelve compacto, especialmente en presencia del sulfato de sosa. El estannato de sosa del comercio proviene del destañado por la sosa de los objetos estañados. Disuélvesele en el agua para tener una solución de $d = 1'116$ a 15° Baumé, lo que corresponde a 125 gramos aproximadamente de estannato por litro; disuélvese en seguida 200 gramos de sulfato de sosa por litro.

Llévase a 80° y se electroliza sobre cátodo en plancha entre ánodos de hierro. Con 0'2 amperios para 100 cm. cuadrados de superficie catódica, se deposita 1'1 gramos de estaño por amperio.

1'7 litros del líquido electrolizado en un recipiente de plancha $246 \times 32 \times 265$ m/m. que hace las veces de ánodo, donde se sumerge una plancha de 180×150 m/m. con $I = 1$ amperio da, al cabo de 90 horas, 100 gramos de estaño, lo que corresponde a un grueso de un cuarto de milímetro. Para compensar la evaporación, añádese 4 litros y cuarto de estannato a 15° Baumé.

Se notará que el cloroestannato de sosa en solución electrolizada entre un ánodo de estaño y un cátodo de

latón da sobre éste hermosas pintas de estaño, sin desprendimiento gaseoso.

Cincaje.—Con solución acidulada ordinaria se logra el mejor resultado, en presencia de acetato de amoníaco que evita la acidez creciente del baño.

Sulfato de cinc.	500 gr.
Sulfato de amoníaco.	100 "
Acetato de amoníaco.	100 "
Ácido cítrico	25 "
Agua para hacer dos litros. Temperatura 50° .	

La electrolisis se hace sobre cátodo en plancha, entre ánodos de hierro, con 0'2 amperios para 100 centímetros cuadrados de superficie catódica.

Obtención del agua oxigenada

El agua oxigenada industrial de 10 a 12 volúmenes contiene, además del agua oxigenada H^2O^2 , sales diversas en solución y ácidos, tales como el sulfúrico, fosfórico y clorhídrico. La presencia de estas impurezas en el agua oxigenada industrial limita su empleo y facilita su tendencia a la descomposición.

Es difícil obtener una agua oxigenada muy pura que no contenga, por ejemplo, más que dos gramos y medio de sales disueltas, y que se halle exenta de ácido clorhídrico y sulfúrico, pues resulta costosísima.

Siendo la concentración corriente del agua oxigenada de 10 a 12 volúmenes, la preparación de una solución de agua oxigenada a una concentración superior no es realizable más que con un escaso rendimiento y un precio elevado.

Este nuevo procedimiento permite obtener fácil y económicamente partiendo de agua oxigenada industrial de 10 a 12 volúmenes muy impura y de conservación defectuosa, aguas oxigenadas puras exentas de sales disueltas y de toda clase de ácidos, es decir, soluciones de agua oxigenada químicamente pura al título ordinario de las aguas industriales y hasta con títulos más elevados.

Este procedimiento se fundamenta sobre los hechos siguientes:

1.º La presencia de ciertos cuerpos estabiliza el agua oxigenada y permite llevar estas soluciones de la misma a temperaturas bastante elevadas aproximadamente 100°C sin que bajen de título.

El agua oxigenada puede destilar bajo presión reducida como 6 a 7 centímetros de mercurio.

Eligiendo entre los cuerpos que poseen la propiedad de estabilizar el agua oxigenada industrial y elevar sensiblemente el punto de ebullición del agua, aquellos que no son volátiles como el sulfúrico y fosfórico, y otros cuerpos ácidos, salinos o neutros, se pueden destilar soluciones de agua oxigenada añadiendo una cierta cantidad de estos cuerpos. La temperatura de destilación se encuentra elevada por la presencia del ácido y se efectúa la destilación en el vacío y pasa con la destilación el agua oxigenada.

La solución del agua oxigenada ordinaria a la que se añade el ácido sulfúrico, se hierve a una temperatura tal que el producto obtenido por condensación de los vapores que se desprenden sea una mezcla de agua pura y de agua oxigenada.

Las proporciones de estos líquidos son en función del cuerpo ácido o del elegido para retardar el punto de

ebullición del agua, de la cantidad empleada del cuerpo, y del vacío a que se efectúa la destilación. Los vapores emitidos pueden ser analizados por un aparato rectificador apropiado y ser condensados por una parte bajo la forma de agua pura y, por otra, bajo la forma de soluciones concentradas de agua oxigenada cuya riqueza no se halla limitada.

Los compuestos muy volátiles que se encuentran en el agua oxigenada industrial (tales como el ácido clorhídrico) pasan al principio de la destilación y son eliminados.

Se obtienen buenos resultados destilando 100 litros de agua oxigenada industrial con 100 kgs. de ácido sulfúrico.

La destilación continua del alquitrán

Desde hace varios años la cuestión de la destilación continua del alquitrán está puesta sobre el tapete, y después de haber experimentado para ello diferentes aparatos, la práctica industrial ha vencido todas las dificultades que se ofrecían, con los nuevos perfeccionamientos aportados a las instalaciones modernizadas.

Merece especial mención el sistema adoptado por la casa Hirzel que, desde hace algunos años, ha extendido en extremo sus instalaciones destiladoras de marcha continua, que presentan múltiples ventajas sobre el procedimiento de destilación en alambiques o calderas.

Fuera de los inconvenientes, muy alejados, que ofrecen los peligros de explosión, la destilación continua no da origen a los vapores desagradables de la brea retenida en los recipientes, y como sea que se trata de una cantidad insignificante de alquitrán, ello hace más remotos los peligros de incendio. Se tiene, de otra parte, la ventaja de obtener un gran fraccionamiento de aceites con un consumo bastante menor de carbón que el que exigen los alambiques destilatorios ordinarios.

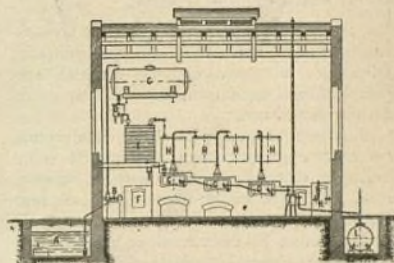
El procedimiento de destilación es como sigue:

Una bomba B aspira en el pozo de alquitrán en bruto y lo conduce al recipiente superior C, desde donde pasa al recipiente regulador D, que alimenta por chorro constante la caldera de deshidratación E, caldeada por el vapor o por el agua caliente por el hogar F. En esta caldera se produce la separación del agua amoniacal y del benzol que van a condensarse al primer recipiente H. De la caldera de deshidratación E, el alquitrán, privado por completo de agua, pasa a través de la serie de alambiques especiales o superpuestos los unos sobre los otros y dispuestos de modo que favorezcan un cambio gradual de temperatura entre los gases del hogar P y el líquido por destilar. Cada uno de estos alambiques suministra una fracción determinada de aceite que va a condensarse en el condensador correspondiente. Fácil es darse cuenta que el alambique emplazado en la parte más alta da un aceite ligero, mientras que el alambique emplazado más abajo suministra aceites pesados, es decir, los aceites de antraceno: los alambiques son caldeados por el mismo hogar y los gases de la combustión rodean primero los alambiques más bajos, elevándose hacia el segundo y sucesivamente, de suerte que el alambique primero sufre el máximo de calor para la destilación de los aceites de antraceno. Después de este alambique, el alquitrán privado de aceites, es decir la brea, cae en el re-

cipiente J y de allí mana de un modo continuo dentro del L.

Para activar la destilación en los alambiques se envía a ellos vapor sobrecalentado, procedente de K. En las grandes fábricas montadas de acuerdo con el procedimiento Hirzel, dispónese los alambiques de modo que puedan ser puestos fuera del circuito a fin de permitir su limpieza sin necesidad de suspender el trabajo. Se ha previsto así mismo para estas instalaciones un alambique de reserva para el alambique inferior, que recibiendo, como se ha dicho, el máximo de calor, tiene necesidad más frecuente de ser limpiado. Se está al abrigo de explosiones porque la instalación posee aberturas en diferentes puntos, de suerte que incluso en los casos de obturación producida por la naftalina en un condensador, aquéllas no son de temer. El personal obrero no se ve molestado por los vapores de brea, tan desagradables en la destilación ordinaria intermitente, siendo la producción de este producto continua y sin inconveniente alguno.

El funcionamiento de la instalación es muy sencillo y no exige, ni cuidados especiales, ni una vigi-



Destilación continua del alquitrán de brea

lancia extremada, ya que la carga y descarga de los aparatos realizase de un modo automático. Un solo obrero puede cuidar del caldeo y funcionamiento de la instalación.

La limpieza depende de la calidad del alquitrán bruto por destilar y es tanto más importante cuanto el alquitrán es más rico en carbono libre. Se ha observado que debe operarse la limpieza cada 14 a 17 días con un alquitrán que contenga más de 26 por 100 de carbono libre, mientras que con el sistema de los alambiques intermitentes con este mismo tenor en carbono débese practicar esta limpieza cada 3 a 6 días.

La destilación continua ofrece la ventaja de permitir trabajar día y noche durante semanas enteras sin interrupción.

En marcha, el consumo de combustible es bastante inferior. El procedimiento no es aplicable más que al alquitrán, pero puede ser aplicado también con ventaja para el alquitrán de lignito y petróleo en bruto.

Las sedas artificiales

Sedas nitradas.—Se han preconizado los formiatos de metilo y de etilo como disolventes de la nitrocelulosa; la regeneración de los vapores es fácil; basta hacer pasar aire por una lechada de CaO que saponifica estos éteres y da formiato de cal, mientras que los alcoholes

son retenidos. Se ha propuesto también como disolvente una mezcla de bencina y de alcohol y también de xileno. De este modo se obtiene una masa susceptible de ser hilada, mezclando:

Colodión	100 partes
Cloruro de aluminio	20 —
Formiato de sosa	4 a 10 —
Acido nítrico	6 —
Agua	40 a 80 —

Agítese hasta su completa homogeneización, decántase e hila. Los hilos obtenidos son desnitrados por el sulfhidrato de amoníaco.

Puédese hacer impermeables los films, las películas e hilos de seda pasándolos por un baño de petróleo o añadiendo petróleo en la composición. Hállase en el comercio un producto llamado *Eclatina*, brillante, formado por una película de colodión preparada con polvo de algodón el cual se hace incombustible por desnitrificación. Como esta película resultaría demasiado frágil, aplíquese tul sobre la superficie caldeada.

Para estabilizar las sedas nitradas se ha ensayado mezclar nitrocelulosa y acetilcelulosa que se disuelve en la acetona y tetracloruro de acetileno.

Sedas cuproamoniacales.—Sabido es que las soluciones cuproamoniacales de celulosa son estabilizadas por la adición de hidratos de carbono. Puédese mezclar la celulosa con estos compuestos y tratar por el óxido de cobre amoniacal.

Las soluciones acuosas y alcalinas de diaminas disuelven enormes proporciones de óxido de cobre y estos licores disuelven seguidamente la celulosa, oxixelulosa, etc., pero no es necesario en tal caso que el líquido sea rico en amina para disolver gran cantidad de celulosa. Finalmente, el poder disolvente para la celulosa es aumentado por la adición de amoníaco al etileno diamino.

Los baños en donde se efectúa la precipitación de celulosa disuelta están constituidos por los aluminatos alcalinos, cloruros alcalino-terrosos, habiéndose comprobado que la adición de soluciones diastásicas a los álcalis cáusticos suministra baños precipitantes muy activos. También puede añadirse ácido arsenioso a los baños alcalinos, en cuyo caso todo el cobre queda sobre el hilo, éste puede ser desposeído de él, y el resultado es un aumento importante de flexibilidad.

Sedas de viscosa.—La celulosa es tratada por un álcali y prensada de modo que su peso haya aumentado de dos veces y media: luego es sometida a la acción del sulfuro de carbono en recipientes de hojalata sembrados de agujeros. La masa esponjosa obtenida es fácilmente soluble. Las soluciones filtradas son coaguladas por sales como los hiposulfitos, que tienen la ventaja de disolver los polisulfitos, que se traduce por una purificación de la viscosa. Finalmente, preconízase como baño de precipitación una solución que contenga:

Sulfato neutro	10 partes
Acido sulfúrico	1 a 5 —
Agua	100 —

Este baño da una precipitación completa sin formación de azufre.

Sedas de acetilcelulosa.—Se ha preparado un gran número de compuestos aciculados de la celulosa, en

especial éteres etilsulfónicos, como el tolueno sulfonato de celulosa, que es un polvo blanco, soluble en el ácido acético, el cloroformo, etc. Las principales aplicaciones de estos compuestos son la aplicación de cintas cinematográficas y películas fotográficas, impermeabilización de los tejidos, imitaciones de cuero, aislantes, etc.

También puede obtenerse la acetilcelulosa tratando la celulosa por los vapores de anhídrido acético. La inmensa ventaja de la acetilcelulosa es su inflamabilidad, pero de contra su precio de coste es poca diferencia el doble del de la nitrocelulosa. Los hilos de acetilcelulosa pueden absorber aminas y sus derivados y así mismo pueden ser teñidos por copulación con las diazoicas. Con anilina sola puédese obtener el negro.

Las formilcelulosas se preparan tratando las hidrocelulosas (que se pueden obtener a muy bajo precio como residuo de la desnitrificación de las nitrocelulosas), por el ácido fórmico al 95 — 100 % en caliente; la celulosa se disuelve y la solución puede servir directamente para la hilatura.

Generalidades sobre las sedas artificiales.—La acción mercerizante de los álcalis cáusticos es aumentada por la adición de hidratos metálicos, como el óxido de cinc. Operando a baja temperatura, la celulosa es completamente hidratada, y tratando el producto por el sulfuro de carbono la formación de xantogenato es más completa. La seda de viscosa de tal modo obtenida es mucho más brillante.

Sabido es que la acción del formaldehído sobre la seda artificial, llamada *estesonaje*, hácela más resistente. Las sedas artificiales son blanqueadas por el hipoclorito, pasadas, más tarde por un baño de bisulfito, luego por el formol, que contiene 20 — 25 kg. de formol al 40 por 100, 5 kg. de ácido láctico al 80 por 100, 4 kg. de alumbre de potasa y 70-75 kg. de agua destilada. Sécase la sal, y caldéase luego en el autoclave a 60° durante seis o siete horas.

Procedimiento para la fabricación de óxidos de estaño

En las condiciones ordinarias de fabricación seguidas hasta ahora, y a causa de los elevados gastos que producía la fabricación de los óxidos de estaño efectuada de un modo racional y regular, resultaba imposible una transformación económica del estaño en óxidos.

El nuevo procedimiento, objeto de las presentes líneas, tiene por objeto remediar estos inconvenientes. En él se efectúa la fabricación de los óxidos por la vía seca, por medio de la acción del oxígeno del aire atmosférico.

Caldéase primero el horno a la temperatura necesaria, cárgase con estaño metálico los recipientes de porcelana dispuestos para este objeto, y se opera hasta la fusión completa del estaño. En este momento, por medio de canales apropiadas se conduce el aire sobre el estaño, para determinar la oxidación de este metal. La disposición de estas canales de conducción del aire puede adoptarse de diferentes modos; a cada lado del hogar, en el centro del cenicero, o bien en cualquier otro lugar conveniente. Sea cual fuere la disposición adoptada, las canales habrán de ser provistas de registros para regular la admisión de aire. El horno, a su vez, deberá poseer dispositivos apropiados para el fuego y

para permitir la selección y recogida de los óxidos en estado de copos que de la reacción resultarán, por medio de una pala, cuchara, etc.

Los óxidos recogidos, después de tamizados, se hallan prontos para el uso.

Perfeccionamientos adoptados en la fabricación del caucho sintético

Cuando el isopreno, y de un modo particular el isopreno impuro es polimerizado, da lugar a la formación de productos que, si bien ofrecen analogía con el caucho, no son verdadero caucho porque su peso molecular es bastante inferior. La presencia de estos productos análogos al caucho impide la desecación del verdadero caucho y son la causa de que éste continúe siendo pegadizo.

Explicaremos a continuación qué se entiende o debe entenderse por verdadero caucho y por productos análogos al caucho, ya que la cuestión del caucho artificial es una de las más interesantes que la química industrial tiene sobre el tapete, y una de las que ocupan, en estos tiempos, la atención de los técnicos, que buscan con afán el procedimiento ideal para producir una materia análoga al caucho, con todas sus propiedades, por la vía sintética, y que resulte desde luego a precio inferior que el que alcanza el caucho natural, que tantas aplicaciones logra en nuestros días.

Por caucho verdadero cabe entender una materia que posea las propiedades físicas y a la vez químicas del caucho natural purificado, es decir del caucho exento de resina, albúmina y otras impurezas, eliminadas de su composición por precipitación repetida (precipitación de una solución de cloroformo o de benzol por el alcohol).

Los otros productos obtenidos por la polimerización del isopreno, y que son llamados productos análogos al caucho, son materias que tienen grados de polimerización inferiores a los del caucho verdadero, es decir, que a pesar de tener estos productos análogos al caucho la misma fórmula que el caucho verdadero ($C^{10}H^{16}$)ⁿ, poseen un número de moléculas inferior y son, por consiguiente, diferentes desde el punto de vista físico, lo que naturalmente tiene por resultado una diferencia química por lo que se refiere a la solubilidad, etc.

Estas materias análogas al caucho son sobre todo blandas, muy pegadizas, y por consiguiente, como ya hemos dicho anteriormente, su presencia se opone a la desecación del verdadero caucho y es causa que éste continúe siendo pegadizo. Estos no destilan cuando se les somete a la acción del vapor, siendo solubles en la bencina e insolubles en el alcohol o acetona. Por consiguiente, la eliminación de estos productos perjudiciales no puede ser realizada por una destilación al vapor o por el empleo de los reactivos antes mencionados.

El autor del nuevo procedimiento que ocupa nuestra atención ha reconocido que estos productos análogos al caucho se disuelven fácilmente en el acetato de etilo, mientras que el caucho verdadero no se disuelve cuando el acetato de etilo está presente en exceso. El invento consiste en utilizar, en la fabricación del caucho por medio del isopreno, las acciones disolventes

antes mencionadas, de diferentes calidades de acetato de etilo. Puede ser realizado siguiendo uno de los procedimientos que se detallarán a continuación.

Siguiendo uno de estos procedimientos, comienza-se por desembarazar el isopreno polimerizado del isopreno no convertido y de los hidrocarburos líquidos, tratando por el vapor. La mezcla del caucho y de sustancias análogas al caucho que de este tratamiento resulta, es mezclada seguidamente con acetato de etilo en cantidad suficiente para disolver tan sólo los productos que no son caucho. La cantidad de acetato empleada debe ser mayor que la que permitiría disolver a la vez el caucho y los productos análogos al mismo.

La cantidad de acetato de amilo por emplear será determinada por un ensayo preliminar sobre una pequeña porción de mezcla de caucho y de materias análogas al mismo que se va a tratar. Se recurre igualmente a un ensayo preliminar para los demás métodos operatorios que se detallarán.

Con el segundo método operatorio, el isopreno no convertido y los hidrocarburos líquidos cuyo punto de ebullición es inferior a los 100° C. y que restan después de la polimerización del isopreno, son separados por caldeo del producto polimerizado.

Al líquido viscoso obtenido, compuesto de caucho verdadero y de materias análogas al mismo, disueltos el uno y las otras en el dipenteno, añádesse lentamente acetato de etilo hasta que todo el caucho verdadero quede precipitado.

Un tercer modo operatorio consiste en añadir al isopreno, antes de la polimerización, la cantidad conveniente de acetato de etilo, de modo que el caucho verdadero quede restante al final de la polimerización.

El caucho purificado de las materias indicadas es sometido a un tratamiento por el vapor, con el objeto de eliminar el acetato de etilo, y los últimos vestigios del acetato son descompuestos con la adición de un álcali conveniente.

Procedimiento y producto para el blanqueo y tintura de los textiles

Una particularidad interesante de este producto consiste en que el blanqueo, lo mismo que la tintura, se hacen en seco; es decir con una cantidad de líquido sólo suficiente para empapar ligeramente los textiles; un litro de líquido aproximadamente puede bastar para tratar 100 kg. de materias textiles.

Otra particularidad consiste en que el blanqueo y la tintura se efectúan durante las operaciones de mezcla y carda que preceden a la hilatura. Estas operaciones tienen por efecto mezclar íntimamente la pequeña cantidad de producto empleado con las fibras y hacer eficaz y completa su acción sobre las mismas.

Otra característica de este producto es su composición, que comprende esencialmente jabón blando, una materia colorante y una pequeña cantidad de sulfato de sodio o de un agente mordiente y conservador equivalente.

Obtiénense buenos resultados mezclando, por ejemplo:

Jabón.	1 kg.
Colorante.	150 gramos
Sulfato de sosa.	5

El jabón blando obra como mordiente y fijador. El sulfato de sodio interviene de un modo análogo como mordiente y a la vez como agente de conservación.

Como colorantes pueden emplearse, por ejemplo: la azurina para blanquear o teñir en azul celeste, la benzo-purpurina para teñir en rojo; la cloramina para teñir en amarillo, etc. Todos los colorantes apropiados que se fijan sobre el algodón, la lana, etc., pueden ser utilizados para obtener todas las tonalidades que se deseen. Desde luego que la cantidad de colorante variará según la intensidad que se desee dar a las coloraciones y según la fuerza colorante de los componentes.

En vez de jabón blando podrán emplearse también sus componentes.

Para preparar bien el producto se procederá del modo siguiente: hácese hervir jabón blando, añádesse el colorante y el sulfato de sodio; hácese hervir de nuevo teniendo cuidado de remover y batir la mezcla y, finalmente, déjase enfriar.

Si se trata de blanquear 100 kilogramos de textiles, por ejemplo, tómense 30 gramos próximamente del producto de este modo preparado, (con azurina) y se deja disolver esta cantidad en un litro aproximadamente de agua caliente. Riéganse los textiles con esta solución, utilizándose para ello una regadera o aparato apropiado, como un pulverizador, de modo que quede repartido lo más posible el líquido por toda la masa sobre la que ha de operarse. La materia textil puede sufrir después de seca las operaciones de hilatura.

Cuando en vez de blanquear se trata de teñir, empléase generalmente una cantidad de producto mayor que para el blanqueo, por ejemplo 100 gramos por kilogramo de textil operado.

Madera y tejidos incombustibles

A las numerosas recetas publicadas para hacer incombustibles las maderas y los tejidos, puede añadirse la siguiente, que extraemos de una patente francesa:

Silicato de sosa.	200 gr.
Carbonato de sosa cristalizado.	50 »
Cloruro de sodio.	40 »
Cola fuerte.	40 »
Agua.	1 litro

El conjunto caldéase al baño de maría.

Procedimientos modernos de acetilación de las celulosas

Prepárase actualmente los acetatos de celulosa siguiendo dos procedimientos, muy parecidos no obstante en principio: método por insolubilización y método por disolución.

En el primer caso se opera la acetilación en presencia de un exceso de líquido en el cual no es soluble el acetato; en el segundo caso se obtiene una pasta de donde debe precipitarse el éter celulósico. De todos modos se parte de la celulosa pura, algodón depurado y blanqueado o más económicamente papeles de poco cuerpo y sin carga, análogos a los empleados en la nitración. La materia debe ser completamente seca antes de ser sumergida en los baños de acetilación.

Acetilación por insolubilización.— Los baños se compondrán, por ejemplo, para un kilogramo de celulosa, de

Ácido acético.	4 kg.
Anhidrido acético.	4 »
Bencina.	8 »

además de una cantidad variable de agente catalizador.

Opérase en grandes recipientes metálicos con agitación mecánica y dispositivos que hagan posible, según necesidades, el caldeo y la refrigeración. Si la nitración de la celulosa es ya de sí una operación delicada y minuciosa, es bastante más difícil aún regular convenientemente la marcha de la acetilación.

Una pequeña diferencia en el tratamiento de acetilación de las celulosas conduce a la obtención de productos quebradizos o bien elásticos. Por esta causa los triacetatos preparados de acuerdo con los procedimientos Lederer o Bayer son quebradizos si la acetilación es prolongada, y elásticos en el caso contrario.

Por tal causa en cada fábrica se toman muchas precauciones particulares que se mantienen celosamente secretas, y en todas ellas se ha llegado a poner en marcha la fabricación después de laboriosos y costosos ensayos.

Basta orear y enjugar para separar los baños de acetato presentándose bajo la forma de la celulosa inicial. Lávese en seguida para eliminar todo vestigio de ácido. Débese finalmente, por destilación fraccionada, separar la bencina del ácido acético y del exceso de anhidro.

Acetilación por disolución. La pasta acetilada se prepara por amasado de 10 kg. de celulosa en una mezcla de 40 kg. de ácido acético, 40 a 50 kg. de anhidrido acético y una cierta cantidad de catalizador. Débese agitar durante muchas horas caldeando o bien enfriando las paredes del recipiente para regularizar la disolución.

Procédese en seguida a la separación de la acetilcelulosa por precipitación por medio de un disolvente como la bencina, el tetracloruro de carbono, el éter, el alcohol o simplemente el agua. Bastará centrifugar para separar la sal celulósica.

El líquido de lavaje debe ser sometido a una destilación fraccionada para recuperar los diversos constituyentes o bien cuando se emplea el agua, será tratado por la cal; fórmase acetato cálcico fácil de separar y de transformar en ácido acético cristalizable.

Disolución de celulosas acetiladas.—Hasta el presente las acetocelulosas no han sido empleadas más que bajo forma de films; ciertas variedades préstanse a otras varias aplicaciones, pero como su precio de coste es más elevado que el del celuloide ello limita su empleo. La disolución puede realizarse utilizando un gran número de disolventes y la fabricación de películas siguiendo los métodos generalmente empleados. Entre los varios disolventes, pueden emplearse ciertos líquidos en los cuales el producto insoluble en frío puede disolverse en caliente; por ejemplo, una mezcla de alcohol metílico y bencina.

Puédese añadir alcanfor a las diversas soluciones para aumentar las cualidades de las películas. Las sales celulósicas, excepción hecha de los nitratos, pueden muy bien ser empleadas después de la incorporación

del disolvente sólido, o sea el alcanfor. Esto es, de otra parte, lo que se preconizó en los primeros tiempos del descubrimiento de las celulosas acetiladas. Pero como con ello obtendríamos materias plásticas más caras que el celuloide, jamás se opera de este modo: se prefieren los xantatos y acetatos celulósicos, precisamente porque pueden ser empleados solos.

Una materia industrial para sustituir la madera. La madera de amianto

Para obtener una materia con todas las propiedades características de la madera no hay que emplear materias inorgánicas homogéneas sino servirse de una mezcla de sustancias fibrosas y de materias aglomerantes.

Una mezcla de amianto con uno o dos cementos (uno de ellos oxiclórico de magnesio y el otro silicato y aluminato de cal) es preferible a toda otra combinación.

Partiendo de estas conclusiones y merced a procedimientos especiales de mezcla, compresión y secado, lógrase preparar una materia a la cual se da el nombre de *madera de amianto* y que es prácticamente incombustible. Este nuevo sustituto de la madera es más duro que ésta, tiene una resistencia en sentido transversal igual a los dos tercios de la resistencia a lo largo de la fibra del amianto, y, sin ser frágil, tiene una elasticidad un poco menor que la de la madera natural. Su peso específico varía de 1,5 a 2,7 y si este peso específico es de 2 y media a 4 y media veces el del amianto (0'6) no excede mucho de el del roble (1,2 aproximadamente).

La tendencia de esta materia a absorber el agua varía entre 4 a 20 por ciento. Esta absorción no es de naturaleza que determine la desintegración por el frío, y la misma sustancia no es alterada por su inmersión prolongada en el agua fría. El agua de mar tiende, por el contrario, a desintegrarla, porque las sales de magnesia contenidas en esta agua tienden a sustituir la cal del cemento.

El coeficiente de dilatación varía con la temperatura y edad de la madera de amianto; en la temperatura ordinaria es débil, aproximadamente de 0'000007 por grado centígrado: disminuye luego hacia los 400° para llegar a ser negativo hacia los 120°, comprobándose una contracción a esta última temperatura.

La labor de taladrado, aserrado, etc., es algo más difícil que en la madera natural, pero en compensación la madera de amianto resiste mejor las causas de resquebrajadas y es sumamente indicada en la construcción de gradas de escalera por no ser resbaladiza con la humedad y porque es mucho más resistente al roce.

Su resistencia al calor hace a la madera de amianto insustituible en determinadas aplicaciones, como por ejemplo, la construcción de suelas de frenos: su coeficiente de frotamiento con el hierro es de 0'30 a 0'40.

La madera de amianto puede servir para la confección de moldes para cristal, porque su no conductibilidad para el calor la hace preferible al hierro.

Pero todas estas propiedades, con todo y ser de importancia nada representativa frente a la mejor de todas ellas: su resistencia al fuego. La madera de amianto no contiene en su masa elemento alguno combusti-

ble y su exposición prolongada a la acción del fuego no puede dar lugar más que a una deshidratación gradual de la materia fibrosa del cemento.

De otra parte, su no conductibilidad del calor parece designarle un lugar preponderante dentro de los aislantes, y puede ser utilizada en la construcción de cámaras frías y refrigerantes como materia aislante. Es del mayor interés producir económicamente una materia tal, aislante, incombustible, dada la facilidad con que se producen incendios en los frigoríficos y cuya causa se ha achacado, hasta el presente, a la inflamación espontánea de la materia aislante cuando ésta se halla constituida por el carbón vegetal.

Método para descubrir las adulteraciones del aceite de oliva

Este método se basa en el empleo de una solución de nitrato de plata en alcohol etílico de 90° y en una proporción del 25 por 100. El *modus operandi* no puede ser más sencillo: en un tubo de ensayo se colocan 10 cm³ del aceite que se quiere ensayar y 5 cm³ de la solución alcohólica de nitrato de plata y se deja durante media hora al bañomaria. El aceite de oliva puro conserva su transparencia y toma un hermoso color verde-prado; los aceites adulterados toman diversos colores según el que con ellos va mezclado. Las coloraciones son:

Cacahuete . . .	Verde rojizo.
Sésamo . . .	Ron oscuro.
Colza . . .	Negro primero y después verde sucio.
Lino . . .	Rojizo oscuro.
Algodón . . .	Negro.
Camelina . . .	Negro y rojo ladrillo visto por transparencia

Medios para obtener el mejor funcionamiento de las correas

Tomamos estos apuntes de un estudio realizado por F. W. Taylor, el cual, en el curso de una prolongada serie de experimentos, ha realizado numerosas observaciones que le han servido para formular las mejores reglas para asegurar el perfecto funcionamiento de estos elementos. Estas reglas pueden resumirse del modo siguiente:

La velocidad correspondiente a la economía máxima está comprendida entre 1,220 y 1,380 metros por minuto. La mejor distancia de eje a eje es de 6 a 7'50 metros. Las llantas de las poleas deben tener un ancho superior en un 25 por 100 al de las correas.

Cuando es preciso que la instalación funcione sin interrupción día y noche durante toda la semana, cada correa importante debe proveerse de una polea de tensión, que en caso de deslizamiento puede ser regulada en marcha. Las correas alcanzan duración mayor y trabajan en mejores condiciones cuando son estrechas y muy gruesas que cuando son anchas y de grueso escaso. Conviene emplear correas dobles sobre poleas de 305 milímetros de diámetro en adelante, correas triples sobre poleas de 510 milímetros en adelante, y correas cuádruples a partir de 760 milímetros de diámetro de polea. Los empalmes deben hacerse por encolado. Los empalmes en forma de V deben ser empleados en correas triples o cuádruples. Dentro de lo que sea

posible débese atirantar las correas apartando las poleas la una de la otra. Para medir con precisión la tensión de la correa cada vez que la misma es estirada de nuevo, débese emplear un dinamómetro retenido en los extremos de las correas por garfios, empleando un dinamómetro de resorte.

Si resulta imposible medir con precisión la tensión de una correa doble cuando hay necesidad de ser estirada de nuevo, hay precisión de acortarla aproximadamente de 4 milímetros por metro de longitud.

Las correas deben limpiarse y engrasarse cada cinco o seis meses. Deben atirantarse, repararse y conservarse en buen estado fuera de las horas de trabajo, y a ser posible por un mismo obrero. Es muy conveniente de vez en cuando pasar una revista cuidada y detenida del estado de la correa. Las correas dobles de cuero, rendirán excelente servicio si a intervalos regulares son atirantadas bajo un esfuerzo, en reposo, de 127 kg. por centímetro de anchura o 16'8 kg. por centímetro cuadrado de sección. No obstante, esta tensión no la conservan largo tiempo. Cuando las correas están sometidas a una carga adicional útil de 4'65 kg. por centímetro de anchura, su tensión descende, en dos meses y medio, a 3'75 kg. por centímetro de anchura o bien a 4'76 kg. por centímetro cuadrado de sección. La tensión media, durante este período, es de 5 kg. por centímetro de anchura. La carga total media es, pues, de 9'65 kg. por centímetro de anchura.

La carga media total más económica para las correas dobles está comprendida entre 11'6 kg. y 13,00 kilogramos por centímetro de anchura, o sea 14 a 15'75 kg. por centímetro cuadrado de sección.

Las correas de cuero, dobles, bien conservadas, trabajando día y noche a una moderada velocidad, pueden durar siete años cuando son sometidas a una carga media total de 19'800 kg. por centímetro de anchura, o bien 25 kg. por centímetro cuadrado de sección. Durarían 18 años bajo una carga de 9'65 kg. por centímetro de anchura o bien 12'18 kg. por centímetro cuadrado de sección.

Además de la carga total a que la correa se halla sometida, existen otras causas que influyen sobre su duración, a saber: 1.º, el modo de unión o empalme; 2.º, modo como son engrasadas; 3.º, la velocidad a que trabajan. No obstante, la velocidad no tiene influencia más que cuando excede de 760 a 915 metros por minuto.

El precio de la mano de obra y de los materiales empleados en el entretenimiento y reparación de las correas, añadido al coste de la renovación de las correas inservibles, elevase por término medio a un coste anual del 37 por 100 del precio inicial de la instalación cuando son atirantadas del modo corriente y trabajan bajo una carga total de 19'800 kg. con una fuerza transmitida de 11'6 kg. por centímetro de anchura. Pero si estas mismas correas trabajan siguiendo una regla mucho más económica, bajo una carga total de 9'65 kg., transmitiendo una fuerza de 4'65 kg. por centímetro de anchura, los gastos anuales por el mismo concepto no exceden del 14 por ciento del coste inicial de la instalación.

El alargamiento total de las correas no excede seguramente del 6 por 100 de la longitud original, y durante los seis primeros meses el alargamiento es del 36 por 100 del total en el caso de correas dobles tra-

bajando en las condiciones corrientes; pero si estas mismas correas trabajan siguiendo los consejos dados precedentemente, este alargamiento durante los seis primeros meses de funcionamiento no es mayor del 15 por 100 del alargamiento total.

Por término medio, una correa doble trabajando día y noche del modo ordinario producirá cinco paros por año: mientras que trabajando de acuerdo con las reglas económicas antes descritas no ocasionará más que un paro cada diez y seis meses. Las correas de cuero adobado con corteza de encina y batanado son superiores a todas las demás, excepción hecha del coeficiente de frotamiento.

Deben preferirse las correas de embrague a las poleas de embrague por fricción o de desembrague por acoplamiento, para el gobierno de ejes de transmisión de cierta longitud.

Perfeccionamiento en el plateado de los espejos

La superficie reflectora de los espejos está constituida, como es sabido, por una capa de plata metálica, que en la actualidad se obtiene por la reducción de la plata en el seno de una solución nitrada; la capa metálica así obtenida es sumamente delgada (27 milésimas de milímetro) por lo que es indispensable el protegerla, protección que se obtenía, hasta hace poco tiempo, por medio de un barnizado, lo que no daba una protección bastante segura. Recientemente se cubre la capa de plata con otra de cobre obtenida por electrolisis y cuyo grosor puede regularse a voluntad. El mejor procedimiento para la obtención de la capa de cobre es el ideado por Declère y Grézy, que se funda en el empleo de electrodos en forma de peine, cada uno de cuyas púas está formada por una varilla de latón terminada en bola y cubierta, menos en su extremo, de un barniz aislante. Como electrolito se emplea una solución de sulfato cúprico que se derrama en capa de poco espesor.

Dorado al mercurio y dorado galvánico

Es interesante, en determinados casos, reconocer si un dorado ha sido realizado por el mercurio o bien siguiendo los procedimientos galvánicos. Para ello se sumerge el objeto dorado en el ácido azótico diluido. Después de la disolución, queda una película de oro: si esta película es brillante sobre ambas caras, el dorado ha sido hecho por el método galvanoplástico; si resulta negro en su cara posterior, hay aleación de cobre y de oro, y, por consiguiente, el dorado ha sido hecho por el mercurio.

Coloración del yeso

Para colorear el yeso, aconsejase empaparlo en agua que contenga formaldehído y un poco de álcali; añádese luego un poco de agua, la necesaria para obtener la cantidad que se desee, y esta agua contiene una sal metálica irreductible.

CÁLCULO DE BOMBAS HIDRAULICAS⁽¹⁾

Bombas de émbolo

Notaciones

V = volumen de agua en metros cúbicos que hay que elevar en 1 minuto.

Q = cantidad efectiva de agua en m.³ por l'.

Q_t = volumen teórico elevable por l' siendo la sección del émbolo de s m.².

P = cantidad de agua en kilogramos elevada a la altura A en l'.

d = diámetro del émbolo en metros.

s = sección del émbolo en metros cuadrados.

c = curso o recorrido del émbolo.

n = número de dobles cursos del émbolo por l'.

v = velocidad media en metros del émbolo por minuto.

v' = velocidad media del émbolo por segundo.

A = altura de elevación del agua desde el nivel inferior a la boca de descarga.

a = altura de aspiración.

a' = altura de impulsión.

a'' = pérdida de carga por cada 100 m. de cañería.

l = longitud de tubo de aspiración o de impulsión. Cuando hay caja de aire representa la longitud del tubo comprendida entre la caja de aire y el cilindro.

o = sección del tubo.

m = relación entre el espacio perjudicial y el volumen c s.

ρ = coeficiente práctico que afecta al valor teórico de V.

φ = coeficiente práctico.

N = fuerza en caballos necesaria.

Valores

$$V = \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{v}{2} \rho \quad (\text{en bombas de simple efecto}).$$

$$V = 2scnp = \frac{\pi d^2}{4} v_p \quad (\text{en bombas de doble efecto}).$$

$$Q = 0,85 Q_t \text{ a } 0,95 Q_t.$$

En el caso de bombas para agua caliente este valor puede alcanzar:

$$Q = 0,5 Q_t \text{ a } 0,7 Q_t.$$

$$Q_t = 0,5 sv' \quad (\text{bombas de simple efecto}).$$

$$Q_t = sv' \quad (\text{bombas de doble efecto}).$$

$$Q_t = 1,06 Q \text{ a } 1,18 Q.$$

$$d = \sqrt{\frac{8V}{\pi v_p}} \quad (\text{bombas de simple efecto}).$$

$$d = \sqrt{\frac{4V}{\pi v_p}} \quad (\text{bombas de doble efecto}).$$

v = 9 m. (mínimo); v = 20 m. (ordinario); v = 45 metros (máximo).

$$v' = 1,41 \sqrt{\frac{o}{0 \cdot 1 + m \cdot c}} \quad c \text{ (valor máximo para$$

que no se produzcan golpes de ariete en los tubos de aspiración o de impulsión).

$$h = 10,33 \text{ m.} - a \quad (\text{para el tubo aspirante}).$$

$$h = 10,33 \text{ m.} + a' \quad (\text{para el tubo impelente}).$$

$$A = a + a'.$$

a = 5 a 7 m. (máxima para tubos cortos y rectos en bombas ordinarias).

$$a = 7 \text{ a } 8 \text{ m. (en bombas de buena construcción).}$$

$$\left. \begin{aligned} a &< \frac{10,33}{1+m} \\ a' &< \frac{10,33}{m} \end{aligned} \right\} \text{ Para poner en acción una bomba sin cebar o mal cebada.}$$

Valores de la pérdida de carga a'' por cada 100 metros de cañería

v	Valores de d en milímetros									
	30	40	50	60	70	80	100	150	200	300
0,25	0,4	0,26	0,19	0,15	0,12	0,1	0,08	0,05	0,03	0,02
0,50	1,8	1	0,78	0,61	0,5	0,42	0,32	0,2	0,14	0,1
0,75	3,8	2,3	1,8	1,35	1,1	0,9	0,75	0,45	0,32	0,21
1,00	7,10	4,2	3,1	2,5	2	1,7	1,3	0,8	0,58	0,38
1,25	9,8	6,5	3,85	3,8	3,1	2,65	2	1,25	0,9	0,6
1,50	16	9,5	7	5,5	4,5	3,8	2,9	1,8	1,3	0,8
2,00	30	17	12,5	9,8	8	6,7	5,1	3,2	2,3	1,5

$$o = \frac{1}{4} s \quad (\text{para tubos largos}).$$

$$o = \frac{1}{4} s \text{ a } \frac{1}{8} s \quad (\text{para los tubos cortos}).$$

$$o = \frac{1}{8} s \text{ a } \frac{1}{16} s \quad (\text{para las bombas de minas}).$$

$$m = 0,1 \text{ a } 1.$$

$$\rho = 0,9 \quad (\text{para bombas de construcción esmerada}).$$

$$\rho = 0,85 \quad (\text{para bombas bien construidas}).$$

$$\rho = 0,80 \quad (\text{para bombas ordinarias}).$$

$$\varphi = 1,25 \quad (\text{para bombas de construcción esmerada}).$$

$$\varphi = 1,33 \quad (\text{para bombas bien construidas}).$$

$$\varphi = 1,4 \text{ a } 1,5 \quad (\text{para bombas ordinarias}).$$

$$N = \frac{V(a+a')}{75 \times 60} \cdot 1,000 = \frac{PA}{75} \quad (\text{caballos}).$$

Dimensiones en el cuerpo de bomba

$$\frac{d}{c} = \frac{1}{1,5} \text{ a } \frac{1}{2} \quad (\text{para bombas aspirantes de simple efecto}).$$

$$\frac{d}{c} = \frac{1}{2} \text{ a } \frac{1}{4} \quad (\text{para bombas impelentes de simple efecto}).$$

$$\frac{d}{c} = \frac{1}{1,5} \text{ a } \frac{1}{2,5} \quad (\text{para bombas de doble efecto}).$$

$$sc = \frac{1,25 V}{n} \quad (\text{en las bombas de simple efecto}).$$

$$sc = \frac{1,25 V}{2n} \quad (\text{en las bombas de doble efecto y suponiendo } \rho = 0,8).$$

Volumen que deja libre el émbolo.

(1) Véase el artículo «Bomba centrífuga» en la página 100.

Para evitar la intermitencia en la salida del agua y los golpes de ariete, conviene disponer una cámara de aire en el tubo de impulsión. En el tubo de aspiración se dispone también otra cámara de aire cuando la longitud de aquél excede de 9,4 metros.

Capacidad de las cámaras de aire de los tubos impenetrante y de aspiración: > 4 cs para bombas de simple efecto; $> 1,6$ cs para bombas de doble efecto o 2 bombas de simple efecto; $> 0,8$ cs para bombas de doble efecto acopladas.

Capacidad de la cámara de aire en el origen de la tubería principal para un grupo de bombas: > 30 veces la capacidad total de las bombas.

Velocidad media del agua en los tubos de aspiración e impulsión = $0,7$ a $1,3$ m. por segundo, no debiendo exceder de $\sqrt{2g(10,33 - a)}$.

Problema ejemplar

1.º ¿Qué diámetro habrá de tener una bomba de simple efecto para elevar 500 litros de agua por minuto, teniendo el émbolo una velocidad media de 30 m. por minuto y qué fuerza será necesaria para elevar dicho caudal a una altura de 17 metros?

$$d = \sqrt{\frac{8 \times 0,500}{3,14 \times 30 \times 0,8}} = \sqrt{0,053} = 0,23 \text{ m.}$$

En este caso, $P = \frac{500}{60} = 8,333$ kgs. por segundo y, por lo tanto:

$$N = 1,4 \frac{8,333 \times 17}{75} = 2,644 \text{ caballos.}$$

2.º Una bomba extrae agua de un pozo situado a 250 m. de distancia, siendo el diámetro del tubo de aspiración de 150 mm. y la velocidad que lleva por él el agua de 0,75:

$$a'' = \frac{250}{150} \times 0,45 = 0,749 = 0,75.$$

Estando, pues, situada la bomba junto al pozo, su altura de aspiración podría ser 0,75 veces mayor.

Bombas de incendios

Son, por lo general, bombas de émbolo, calculándose con las mismas fórmulas.

Chorro continuo: para producirlo con las bombas de simple efecto es necesario una cámara de aire de capacidad:

10 a 15 veces el cuerpo de bomba en las de un cilindro.

8 a 10 veces el cuerpo de bomba en las de dos cilindros.

Velocidad de salida del chorro:

$$u = \frac{d^2 cn}{60 d_1^2} \rho \quad (d_1 = \text{diámetro del orificio de salida}).$$

Altura teórica del chorro:

$$A = 24 \text{ a } 30 \text{ m.}$$

Altura efectiva del chorro = $0,7$ a $0,8$ A.

La conservación de la forma del chorro y el retardo de la dispersión del agua en gotas se consigue aumen-

tando la velocidad u y disminuyendo el orificio de salida.

Esfuerzo de los peones sobre el émbolo = al peso de la columna líquida de base s (superficie del émbolo) por la altura teórica del chorro.

$$P = \frac{d^2 c^2 n^2}{90 d_1^4} \rho^2 \text{ correspondiente a una presión de } 4 \text{ a } 5 \text{ atmósferas.}$$

Trabajo necesario durante la impulsión:

$$2 cn P = \frac{d^2 c^2 n^3}{45 d_1^4} \rho^2 \text{ kilográmetros por minuto.}$$

Número de peones necesario por segundo produciendo un hombre 18,75 kilográmetros = $\frac{d^2 c^2 n^3}{50,625 d_1^4} \rho^2$.

Trabajo necesario para la aspiración cuando la produce la bomba misma = $785 d^2 a n$.

En las bombas de dos cilindros: n = número total de dobles cursos correspondientes a ambos émbolos.

Trabajo efectivo:

$$1,75 cn P = \frac{d^2 c^2 n^3}{51,4 d_1^4} \rho^2.$$

Número de peones necesario: $\frac{d^2 c^2 n^3}{57,835 d_1^4} \rho^2$.

A estas bombas puede aplicárseles un pequeño motor de vapor para accionar los émbolos, ordinariamente con una caldera Field, que en ocho minutos produce el vapor necesario para suministrar 900 litros de agua por minuto lanzando un chorro de 43 m. de altura.

Bombas centrífugas

Velocidad periférica más conveniente:

$$v = \frac{1}{2} \sqrt{2gA}$$

$$\varphi = 1,4 \text{ a } 2.$$

$$N = \frac{1.000 VA}{75 \times 60}$$

Velocidad del agua en los tubos: $V = \frac{1}{2} \sqrt{2gA}$.

Para pequeños diámetros = 1 m. por segundo.

Para diámetros grandes = 2 a 2,8 m. por segundo

Dimensiones principales

Diámetro de los tubos: $d = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{V}}$.

Diámetro de los dos orificios de admisión de la bomba: $d_0 = 0,7 d$.

Diámetro de la circunferencia interior de las paletas: $d_1 = 1,2 d$.

Diámetro de la circunferencia exterior de las paletas (excepto el caso en que se haya establecido el número de vueltas): $d_2 = 2 d_1$.

Ancho de las paletas: $b_1 = 0,36 d$.

Ancho de las paletas en la circunferencia exterior:

$$b_2 = 0,5 b_1.$$

Cuando la bomba tiene solo un orificio de admisión: $d_0 = d_1$.

Velocidad en la circunferencia exterior:

$$v_2 = m \sqrt{2gA}.$$

$m = 1,25$ para paletas con la convexidad hacia la salida.

$m = 0,9$ a 1 para paletas con la concavidad hacia la salida y para las radiales.

$$\text{Número de vueltas por minuto} = \frac{60 v_s}{\pi d_s}$$

Efecto útil:

$$\mu = 0,55 \text{ a } 0,60$$

$$N_e = \frac{13,3}{\mu} \text{ QA.}$$

Datos prácticos para la instalación de bombas centrífugas sistema Dumont

CUADRO I

Núm. de la bomba	Diámetro en milímetros			Volumen de agua elevado		Fuerza en caballos por metro de elevación	PESO — Kgs.
	Exterior de la turbina	Del tubo de aspiración	Del tubo de impulsión	Litros por l"	m ³ por hora		
0	160	45	35	1,5 a 2,5	6 a 9	0,05 a 0,08	50
1	210	60	45	3 — 5	11 — 18	0,10 — 0,15	70
2	250	75	60	6 — 10	22 — 36	0,20 — 0,30	130
3	290	100	75	12 — 17	45 — 60	0,32 — 0,45	160
4	330	125	100	18 — 25	60 — 90	0,45 — 0,60	200
5	330	150	125	30 — 45	110 — 165	0,75 — 1,10	350
6	350	175	150	45 — 70	170 — 250	1,15 — 1,70	420
7	400	200	175	60 — 90	220 — 325	1,50 — 2,20	550
8	450	225	175	75 — 125	270 — 450	1,80 — 2,75	675
9	525	250	200	100 — 150	360 — 540	2,50 — 3,50	850
10	550	275	225	125 — 200	450 — 720	3,00 — 4,50	950
11	550	300	250	160 — 240	575 — 865	3,60 — 5,25	1100

CUADRO II

Número de vueltas más conveniente por l"

Núm. de la bomba	Altura total de elevación en metros														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	15		
0	1125	1315	1455	1565	1660	1750	1830	1900	1970	2030	2140	2240	2285		
1	860	1000	1105	1190	1265	1330	1395	1450	1500	1545	1630	1705	1740		
2	720	840	930	1000	1060	1120	1170	1215	1260	1300	1370	1435	1460		
3	620	725	800	865	915	965	1010	1050	1085	1120	1180	1235	1260		
4	545	635	705	760	805	845	885	920	955	985	1040	1085	1110		
5	515	600	665	715	760	800	835	870	900	930	980	1025	1045		
6	450	525	580	625	665	700	730	760	785	810	855	895	915		
7	400	465	515	555	590	620	650	675	700	720	760	795	810		
8	340	400	440	475	505	530	555	580	600	620	650	680	695		
9	330	380	420	455	480	510	530	555	575	590	620	650	665		
10															
11															

A. MENENDEZ CABALLERO

Radiotelegrafía

La resonancia en radiotelegrafía

II

CONSECUENCIAS GENERALES DE LOS FENÓMENOS DE RESONANCIA Y SUS EFECTOS SOBRE LOS CIRCUITOS EN LOS CUALES CIRCULAN CORRIENTES DE ALTA FRECUENCIA.

En un precedente artículo (págs. 116 a 119) se han expuesto los principios de una nueva teoría de los

fenómenos de resonancia en los circuitos de alta frecuencia; el objeto del presente es la exposición de las conclusiones a que conduce dicha teoría.

CONSECUENCIAS GENERALES

El aumento de amplitud.—De la figura 7 se desprenden claramente las características siguientes de los fenómenos de resonancia.

a) La mitad B de la oscilación forzada refuerza la mitad A₁ de la primera oscilación libre; la media onda C de la oscilación forzada refuerza la mitad B₁ de la segunda oscilación libre y la mitad A₂ de la primera oscilación libre; la media onda D de la oscilación forzada refuerza la mitad C₁ de la tercera oscilación libre, la mitad B₂ de la segunda oscilación libre y la mitad A₃ de la primera oscilación libre, etc., la décima media onda J de la oscilación forzada reforzando las medias oscilaciones I₁, H₂, G₃, F₄, E₅, D₆, C₇, B₈ y A₉, de las novena, octava, séptima, sexta, quinta, cuarta, tercera, segunda y primera oscilaciones libres respectivamente. La undécima media oscilación, K, y todas las siguientes medias ondas de la oscilación forzada refuerzan, en el caso que se considera, o sea el de una oscilación forzada no amortiguada, el mismo número de oscilaciones libres que lo hace la décima media oscilación, J. Este resultado debe atribuirse a la desaparición gradual de las varias oscilaciones libres amortiguadas y a la formación gradual de otras nuevas oscilaciones libres. El número de oscilaciones libres sobrepuestas, en el caso tomado como ejemplo, es de nueve. Este número concuerda con el de medias ondas de que se compone cada oscilación libre hasta su completa desaparición, hecho que la figura 7 demuestra con suficiente claridad para hacer innecesarias más amplias explicaciones. Además, las varias amplitudes de las nueve oscilaciones libres reforzadas por la media oscilación J son iguales a las varias amplitudes de las nueve oscilaciones libres reforzadas por las medias oscilaciones K, L, etc. respectivamente, de modo que las amplitudes resultantes correspondientes son iguales entre sí. De lo anterior se derivan por lo tanto las siguientes conclusiones:

1.ª En el caso de resonancia, las amplitudes de las oscilaciones resultantes aumentan constantemente hasta que la primera oscilación libre haya quedado completamente amortiguada.

2.ª En el caso de oscilación forzada no amortiguada, las amplitudes de la oscilación resultante quedan constantes cuando la primera oscilación libre ha cesado completamente.

3.ª Las amplitudes de la oscilación resultante son en todo momento mayores que la amplitud de la oscilación forzada.

b) La amplitud máxima alcanzada en el caso de resonancia puede determinarse del siguiente modo:

$$A = B = C = D = E = F = G = H = I = J = K = L$$

$$A_1 = B_1 = C_1 = D_1 = E_1 = F_1 = G_1 = H_1 = I_1 = J_1 = K_1 = L_1$$

$$A_2 = B_2 = C_2 = D_2 = E_2 = F_2 = G_2 = H_2 = I_2 = J_2 = K_2 = L_2$$

$$A_3 = B_3 = C_3 = D_3 = E_3 = F_3 = G_3 = H_3 = I_3 = J_3 = K_3 = L_3$$

En el caso que se considera, las amplitudes de todas las medias ondas de la oscilación forzada son iguales entre sí, y por consiguiente las oscilaciones

libres deben ser idénticas unas a otras, en cuanto a las varias amplitudes y al número de medias ondas de cada oscilación libre.

Tendremos, por consiguiente:

$$\begin{aligned} A_1 &= B_1 = C_1 = D_1 = E_1 = F_1 = G_1 = H_1 = I_1 = J_1 = K_1 = L_1 \\ A_2 &= B_2 = C_2 = D_2 = E_2 = F_2 = G_2 = H_2 = I_2 = J_2 = K_2 = L_2 \\ A_3 &= B_3 = C_3 = D_3 = E_3 = F_3 = G_3 = H_3 = I_3 = J_3 = K_3 = L_3 \\ A_4 &= B_4 = C_4 = D_4 = E_4 = F_4 = G_4 = H_4 = I_4 = J_4 = K_4 = L_4 \\ A_5 &= B_5 = C_5 = D_5 = E_5 = F_5 = G_5 = H_5 = I_5 = J_5 = K_5 = L_5 \\ A_6 &= B_6 = C_6 = D_6 = E_6 = F_6 = G_6 = H_6 = I_6 = J_6 = K_6 = L_6 \\ A_7 &= B_7 = C_7 = D_7 = E_7 = F_7 = G_7 = H_7 = I_7 = J_7 = K_7 = L_7 \\ A_8 &= B_8 = C_8 = D_8 = E_8 = F_8 = G_8 = H_8 = I_8 = J_8 = K_8 = L_8 \\ A_9 &= B_9 = C_9 = D_9 = E_9 = F_9 = G_9 = H_9 = I_9 = J_9 = K_9 = L_9 \end{aligned}$$

de la cual se deduce:

$$\begin{aligned} J + I_1 + H_1 + G_1 + F_1 + E_1 + D_1 + C_1 + B_1 + A_1 &= \\ K + J_1 + I_1 + H_1 + G_1 + F_1 + E_1 + D_1 + C_1 + B_1 &= \\ A + A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6 + A_7 + A_8 + A_9 &= \end{aligned} \quad (1)$$

Lo que significa que la amplitud máxima de la oscilación resultante, en el caso de resonancia, y no siendo amortiguada la oscilación forzada, puede obtenerse adicionando a la amplitud de la oscilación forza-

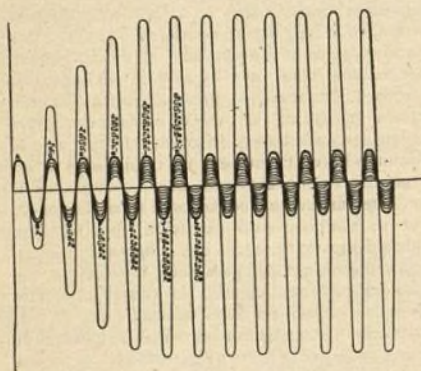


Fig. 7. — Superposición de la oscilación forzada a series de oscilaciones libres

da las amplitudes de todas las medias ondas de una oscilación libre completa, cualesquiera que sean sus signos.

c) Para mayor claridad, en la figura 7 y siguientes la oscilación libre amortiguada es figurada como decreciendo según una línea recta. Este supuesto no corresponde a la realidad, ya que las amplitudes de las oscilaciones amortiguadas, como es bien sabido, decrecen según una curva «exponencial», pero, como puede verse fácilmente, los resultados antes expuestos no se hallan en modo alguno modificados por esta hipótesis. Sin embargo, al tratar de resolver el problema de la amplitud máxima al objeto de establecer una fórmula que permita determinar su valor exacto, es indispensable tener en cuenta las verdaderas circunstancias de la oscilación.

Los ángulos de las amplitudes de una oscilación amortiguada se hallan situados sobre una curva «exponencial» de la forma siguiente:

$$A_x = Ae^{-\delta t} \quad (2)$$

en la cual A es la amplitud en el momento t; e la base

del logaritmo natural y δ el factor de amortiguamiento de la oscilación.

Si el tiempo se cuenta desde el momento en que la

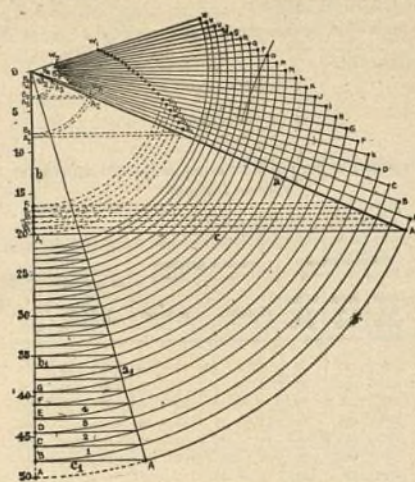


Fig. 8. — Determinación gráfica de la oscilación resultante en el conductor aéreo de transmisión

media oscilación A alcanza su amplitud máxima y que el medio período se suponga igual a T, se obtendrá para las amplitudes de las medias oscilaciones $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$, complementarias de la amplitud A de la oscilación forzada, los siguientes valores:

$$\begin{aligned} A_1 &= Ae^{-\delta T} & A_2 &= Ae^{-\delta^2 T} & A_3 &= Ae^{-\delta^3 T} & \dots \\ A_4 &= Ae^{-\delta^4 T} & A_5 &= Ae^{-\delta^5 T} & A_6 &= Ae^{-\delta^6 T} & \dots \\ A_7 &= Ae^{-\delta^7 T} & A_8 &= Ae^{-\delta^8 T} & A_9 &= Ae^{-\delta^9 T} & \dots \end{aligned} \quad (3)$$

Si la amplitud máxima obtenida en el caso de resonancia es designada por R_{max} , se obtiene, introduciendo el sistema de ecuaciones (3) en la ecuación (1)

$$R_{max} = A + Ae^{-\delta T} + Ae^{-\delta^2 T} + Ae^{-\delta^3 T} + Ae^{-\delta^4 T} + Ae^{-\delta^5 T} + Ae^{-\delta^6 T} + Ae^{-\delta^7 T} + Ae^{-\delta^8 T} + Ae^{-\delta^9 T} \quad (4)$$

El segundo miembro de la ecuación (4) representa

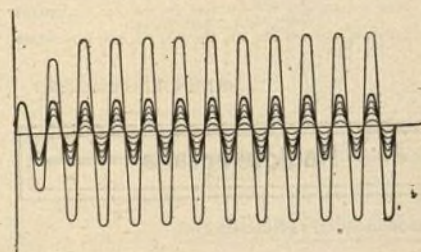


Fig. 9. — Segundo ejemplo de oscilaciones libres y forzadas superpuestas

la suma de los miembros de una progresión geométrica, el primero de los cuales es A (amplitud de la oscilación forzada) mientras que la razón común de la progresión es igual a $e^{-\delta T}$ ó $\frac{1}{e^{\delta T}}$.

Por consiguiente, se obtiene en definitiva:

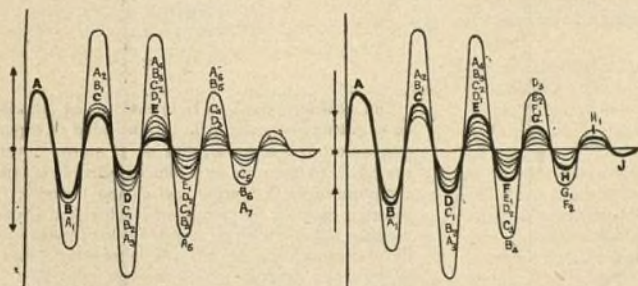
$$R_{max} = \frac{A \left(1 - \frac{1}{e^{\delta T}} \right)}{1 - \frac{1}{e^{\delta T}}} \quad (5)$$

Sin embargo, puede conseguirse una fórmula mucho más sencilla tomando en consideración el hecho de que el número de los miembros de la progresión geométrica, bajo el punto de vista matemático, no es limitado, sino infinito, las coordenadas de tiempo constituyendo el asintota de la curva «exponencial», y teniendo presente que la razón de la progresión es menor que 1.

Puede, por lo tanto, escribirse:

$$\lim \left(\frac{1}{e^{\delta T}} \right)^n = 0 \quad (6)$$

$$R_{max} = A + Ae^{-\delta T} + Ae^{-2\delta T} + Ae^{-3\delta T} + \dots = \frac{A}{1 - e^{-\delta T}} \quad (7)$$



Figs. 10, 11 y 12.—Tercero y cuarto ejemplo de oscilaciones libres y forzadas sobrepuestas y determinación gráfica de R_{max} .

$$R_{max} = \frac{A}{1 - \frac{1}{e^{\delta T}}} \quad (8)$$

Siendo $\frac{1}{e^{\delta T}}$ la relación de la amplitud de una media oscilación a la amplitud de la media oscilación precedente (oscilación libre), la conclusión puede formularse del siguiente modo:

La amplitud máxima de la oscilación resultante, en el caso de resonancia y cuando la oscilación forzada no es amortiguada, es igual a la amplitud de la oscilación forzada dividida por la diferencia que haya entre la unidad y la relación existente entre la amplitud de dos medias ondas consecutivas de la oscilación libre, cualesquiera que sean sus signos.

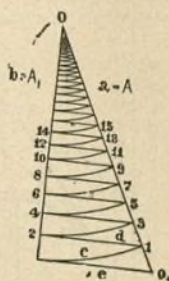
Si, por ejemplo, la amplitud A de la oscilación forzada es igual a 10 amperios y la relación $\frac{1}{e^{\delta T}}$ antes aludida es igual a $\frac{7}{8}$, se obtiene:

$$R_{max} = \frac{10}{1 - \frac{7}{8}} = 80$$

Es decir que la amplitud obtenida a consecuencia del efecto de la resonancia es ocho veces mayor que la amplitud de la oscilación forzada.

d) La amplitud máxima R_{max} obtenida en el caso de resonancia puede también determinarse gráficamente por el procedimiento siguiente, al que se refiere la figura 12. Constrúyase un triángulo cuyos lados a y b sean iguales a las amplitudes A y A_1 respectivamente; describese un arco c con A , por radio y desde el punto 1 en el cual cruza el lado A del triángulo, tiéndase una línea d paralela al lado e de dicho triángulo. Desde el punto 2 en el cual esta paralela corta el lado A_1 , describese un arco con el radio 02 prolongándola hasta que corte el lado a en el punto 3; prosigase luego la construcción del mismo modo hasta llegar cerca del punto o del triángulo en el cual resulta difícil y generalmente innecesario determinar nuevos puntos. Es fácil demostrar geoméricamente que las distancias $001, 01, 03, 05, 07, 09$, etc. son iguales a las amplitudes A, A_1, A_2, A_3, A_4 , etc. de la oscilación libre. La suma de estas distancias dará, por consiguiente, el valor de la amplitud máxima.

Influencia del amortiguamiento sobre la oscilación inducida.—a) Comparando la figura 7 con la figura 9 en la cual las amplitudes de las oscilaciones forzadas



aparecen iguales; pero siendo las oscilaciones libres más amortiguadas en el segundo caso que en el primero, se observará que:

La amplitud máxima en el caso de una oscilación libre más intensamente amortiguada, es alcanzada más rápidamente, pero es más reducida que en el caso de una oscilación libre menos amortiguada.

b) Comparando las figuras 10 y 11 en las cuales la oscilación forzada es representada como si fuera amortiguada, (más amortiguada que la oscilación libre en la figura 10, y menos amortiguada que la oscilación libre en la figura 11) siendo además el amortiguamiento de la oscilación forzada, en la figura 10, igual al amortiguamiento de la oscilación libre en la figura 11, y vice-versa, se verá que:

1.º El crecimiento de la oscilación resultante, hasta que alcance su amplitud máxima, es determinado por la oscilación cuyo amortiguamiento es mayor, y su decrecimiento desde la amplitud máxima hasta cero es determinado por la oscilación cuyo amortiguamiento es menor.

2.º La oscilación resultante obtenida por superposición de oscilaciones libres sobre una oscilación forzada más amortiguada que las oscilaciones libres es

idéntica a la que se obtenga por la superposición de oscilaciones libres amortiguadas a una oscilación forzada menos amortiguada que aquéllas, supuesto que los coeficientes de amortiguamiento de las oscilaciones forzada y libres en uno de estos casos, sean idénticos respectivamente a los coeficientes de amortiguamiento de las oscilaciones libres y forzada en el otro caso.

Las curvas de las oscilaciones resultantes obtenidas en los casos a que se refieren las figuras 7, 9, 10 y 11 están consignadas en la figura 13, de la cual se desprenden a primera vista las conclusiones de que tratan los párrafos a y b.

c) *Caso especial.*—Fácilmente puede verse que cuando los coeficientes de amortiguamiento de los circuitos primario y secundario, y por consiguiente, también los coeficientes de amortiguamiento de las oscilaciones forzada y libre, son iguales entre sí, se tiene:

$$A_1 = B_1; A_2 = B_2 = C; A_3 = B_3 = C_1 = D; A_4 = B_4 = C_2 = D_2 = E; \text{ y así sucesivamente.}$$

En otros términos, la amplitud de la oscilación

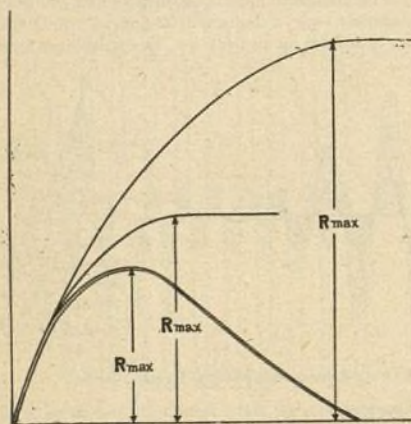


Fig. 13. —Curvas de las oscilaciones resultantes obtenidas en las figuras 7, 9, 10 y 11

forzada es, en cualquier momento, igual a la amplitud de la oscilación libre, o de cada una de las oscilaciones libres sobrepuestas a cada media oscilación forzada correspondiente. Puede, por lo tanto, formularse la siguiente conclusión:

La oscilación resultante, en el caso de la superposición de oscilaciones libres amortiguadas a una oscilación forzada amortiguada, cuando sus coeficientes de amortiguamiento son iguales entre sí, se obtiene multiplicando las varias amplitudes de la oscilación forzada por 1, 2, 3, 4, 5, etc., en conformidad con la posición que ocupa cada media oscilación forzada en la serie de períodos durante los cuales la oscilación forzada se realiza. En resumen, puede decirse que las sucesivas amplitudes de la oscilación resultante son iguales a A, 2B, 3C, 4D, 5E, etc. respectivamente.

J. HETTINGER, Ingeniero.

Telegrafía y telefonía

Medida de la energía transportada por las ondas hertzianas

Las fórmulas que se derivan de la teoría de las ondas hertzianas y que nos dan la intensidad en el puesto receptor en función de la intensidad en la antenna del puesto transmisor, supone que las dimensiones de las antenas son pequeñas comparadas con la longitud de las ondas, que están situadas sobre una superficie absolutamente reflectora eléctricamente considerada, que el suelo es infinitamente conductor y que las ondas no están amortiguadas ni por la absorción ni por el relieve del terreno.

Para las ondas no amortiguadas la fórmula es:

$$I_r = \frac{4 \pi 30 I_e h_e h_r}{r \lambda l}$$

y para las amortiguadas:

$$I_r = \frac{4 \pi 30 I_e h_e h_r}{r \lambda l \sqrt{1 + \frac{d_e}{d_r}}}$$

En estas fórmulas I_r es la intensidad, en amperios, en la antenna receptora y I_e la intensidad en el punto transmisor; h_e la altura efectiva de la antenna transmisora; h_r la componente de la altura efectiva de la antenna receptora según la dirección del campo terrestre; l la distancia entre las dos estaciones; λ la longitud de onda, medidas todas en metros; d_e y d_r son los desviamientos de la amortiguación de cada una de las estaciones; r es la resistencia del conjunto del receptor en ohmios.

Se han efectuado gran número de comparaciones entre los resultados de las fórmulas teóricas y los resultados obtenidos en la práctica.

Los resultados más aproximados a la teoría se han obtenido para una distancia de 7 km. en terreno llano y con pocos árboles. Se han comprobado intensidades de 80 a 90 % de las teóricas con longitudes de ondas de 1000 a 2400 metros; longitudes de onda más cortas, 240 a 568 metros no dieron más que 66 a 78 % de los valores teóricos.

En distancias más considerables y con longitudes de onda variables, se han notado resultados que variaron de 30 a 61,3 % de lo indicado por la teoría. La sequedad de la atmósfera disminuye el tanto por ciento.

Entre Colonia y Göttingen (216 km.) con ondas de 900 m. se encontró, durante el día, una intensidad de 11 % del valor teórico y por la noche 55,5 % y entre Göttingen y Strasburg (363 km.) con longitud de onda igual a 2500 m. el resultado dió un 10 % más que en los otros casos estudiados.

Todos estos datos darán en lo sucesivo más precisión en los cálculos de las distancias entre estaciones que deban comunicar entre sí.

Amperímetro y Voltímetro (Véanse los modelos desmontables)

Generalidades.—En la práctica industrial de las mediciones eléctricas, las *intensidades de corriente* se determinan por medio de los aparatos llamados *amperímetros* y las *diferencias de potencial* con los *voltímetros*. Ambos aparatos no se diferencian esencialmente y su distinta aplicación deriva de las resistencias interiores que en el amperímetro son muy débiles y, por el contrario, en el voltímetro, el devanado del carrete que es de gran número de vueltas de alambre fino, ofrece una gran resistencia, que es, por lo menos, de unos 2.000 vatios, siendo la intensidad de la corriente que atraviesa el aparato una fracción muy pequeña de la de la corriente principal.

En su funcionamiento se utilizan los efectos *mecánicos*, *térmicos* o *químicos* de la corriente eléctrica, dando lugar a los aparatos para corriente continua, aparatos para corriente continua y alterna y a los especiales para corriente alterna. Los efectos *mecánicos* se utilizan en los *galvanómetros* por la acción electromagnética o sea la de una corriente sobre un imán y en los *electro-dinamómetros* por la acción electro-dinámica o de una corriente sobre otra. Los efectos *térmicos* se utilizan en los *aparatos térmicos* y los *químicos* o acciones electrolíticas en los *voltímetros*.

Amperímetros.—*Para corriente continua.*—Son los amperímetros, galvanómetros industriales cuya graduación en *amperios* por simple lectura directa dan la intensidad de la corriente. El fundamento de casi todos ellos estriba en las propiedades de los solenoides y en principio están constituidos por un carrete recorrido por la corriente que se ha de medir, el flujo de la cual produce un movimiento oscilatorio o la desviación en una aguja sobre la escala graduada.

Los carretes de los amperímetros están formados por una o un número muy reducido de espiras de hilo grueso y calculados para que el paso de la corriente no los caliente al dejarlos en circuito cerrado. Debido a la *pequeña resistencia* de los amperímetros, la intensidad de la corriente que por ellos circula no cambia sensiblemente.

La desviación de la aguja sobre la escala y, por lo tanto, la determinación e indicación de intensidades se obtiene por la acción recíproca de dos sistemas de *fuerzas actuantes* a los que está sometido un *equipo móvil* de que es solidaria la aguja. El primero de estos dos sistemas de fuerzas actuantes es el de las fuerzas directrices que tienden a mantener la aguja en la posición de equilibrio, o sea la aguja en el cero, y su valor es tanto más grande cuanto mayor es la desviación sufrida por la aguja con el equipo móvil bajo la acción del segundo sistema de fuerzas. Este segundo sistema de fuerzas está constituido por las fuerzas debidas a la corriente, cuyo efecto es la tendencia a separar de su posición de reposo el equipo móvil. La acción simultánea de estas dos fuerzas determina en su equilibrio una posición relativa en el sistema móvil mencionado y, por lo tanto, de la aguja sobre la escala, cuya desviación respecto al cero será *proporcional a la intensidad de la corriente*.

El primer sistema de fuerzas o fuerzas directrices se obtiene por tres procedimientos distintos: por acción de la gravedad o *pesantez* de un contrapeso; por acción de un *resorte* y por la acción de *imanes*.

Los aparatos del primer tipo requieren siempre una colocación perfectamente normal y precisa para que la gravedad pueda actuar libremente; los de resorte presentan el inconveniente de que las variaciones posibles de elasticidad pueden alterar la exactitud de las indicaciones dando lugar a errores sensibles; el sistema de imanes permite colocar el amperímetro en cualquier posición respecto al meridiano de estacionamiento, pues, en general, el campo creado por los imanes es lo suficientemente intenso para que se pueda despreciar la influencia del campo terrestre. Fácil es comprender la necesidad de que los sistemas de fuerzas directrices sean invariables en el tiempo, para que las indicaciones de la aguja no induzcan a error y permanezcan constantes y exactas; esto impone la necesidad de que los imanes sean permanentes y en todo caso es práctica prudente evitar que se expongan los aparatos a la acción de campos magnéticos de gran intensidad lo mismo que aproximarlos a las máquinas eléctricas excitadas.

Las necesidades industriales requieren indicaciones rápidas; esta condición práctica exige el amortiguamiento de las oscilaciones rápidas o inestabilidad de la aguja, propias de estos aparatos, lo que se llama hacerlos *aperiódicos*. La exquisita sensibilidad necesaria en estos instrumentos medidores, impone la eliminación del menor rozamiento en sus órganos sensibles, para evitar su detención en una posición falsa no correspondiente a la que tomaría bajo el influjo único de la fuerza que se trata de medir y dando lugar a una lectura errónea. Por lo tanto, el amortiguamiento de las oscilaciones o aperioidicidad que se trata de conseguir no se puede obtener por el rozamiento de los órganos, debiendo de ser, por lo contrario, completamente independiente de éstos. El *amortiguador de aire* satisface esta condición y consiste en una o más aletas que, unidas al eje del equipo móvil, giran dentro de un espacio o caja cerrados, obrando como un verdadero freno al chocar contra el aire contenido en éstos. Existe también el *freno eléctrico*, obrando como tal, con una energía proporcional a la velocidad del órgano móvil, las corrientes de Foucault desarrolladas por un disco o un carrete de cobre que gira montado sobre el eje del sistema móvil. Este freno o amortiguador es propio de los aparatos de imán fijo.

Otra de las partes importantes de los aparatos medidores, es la *escala*, generalmente en forma de arco de círculo, recorrida por una aguja muy ligera, de aluminio. Para evitar el *error de paralaje*, suele tener la escala, en su borde, un espejo anular para obtener una lectura más precisa de la graduación. El trazado de la *graduación* se verifica de modo empírico, determinándose las divisiones de sus escalas por leyes arbitrarias. Existen diversos modos de graduar las escalas de los amperímetros: graduación de espacios iguales, en los que las desviaciones de la aguja son proporcionales a

las magnitudes medidas, propias de los aparatos de *cuadro móvil*; graduaciones progresivas de las que existen tres formas: de espaciado creciente, de espaciado decreciente y de espaciado mixto, en las que, a partir del origen o cero de la escala, el espaciado de las divisiones va creciendo hasta el centro de la misma, donde adquiere su máxima amplitud para volver a decrecer, según la misma ley, hasta el final de la escala. En las primeras o de espaciado creciente, las desviaciones crecen más que las intensidades o fuerza electromotriz, forma de graduación propia de los voltímetros térmicos y de los electro-dinamómetros por ser en estos las indicaciones proporcionales al cuadrado de la intensidad; las graduaciones progresivas de la segunda forma o decrecientes son características de los galvanómetros de imán móvil; la tercera forma, es propia de los aparatos de imán fijo y pieza móvil de hierro dulce y es también la graduación con que se presentan los electrodinómetros industriales. Todas estas graduaciones se llaman de *desviación unilateral*, pero existen también aparatos con doble graduación teniendo el cero en el centro de la escala, pudiéndose efectuar la lectura en los dos sentidos; estas graduaciones se llaman de *desviación bilateral* y en los aparatos dotados con ellas no hay necesidad de tener en cuenta el signo de los terminales. Existen, por último, escalas que a un lado de su graduación completa ordinaria, tienen una pequeña graduación suplementaria.

Cuando con los galvanómetros hay que medir intensidades de corriente mayores que la máxima indicada en la graduación del aparato, se emplean los *shunts* o *reductores de corrientes* cuya asociación al amperímetro da origen al llamado *amperímetro shuntado*. Por este medio se consigue hacer pasar por el galvanómetro sólo una fracción determinada de la corriente que se ha de medir. Esta corriente se puede reducir en una relación 1 : n. Llamando R a la resistencia del shunt y G a la del galvanómetro, se podrá establecer:

$$\frac{R}{G+R} = \frac{1}{n} \text{ y entonces } R = G \frac{1}{n-1}.$$

La reducción, por lo general, puede ser de

$$1:10, 1:100 \text{ o } 1:1000,$$

mediante tres carretes encerrados en una caja cuyas resistencias sean de

$$1:9, 1:99 \text{ y } 1:999$$

respectivamente de la del galvanómetro. El reductor se monta en derivación con aquél y se hace pasar una corriente derivada por medio de una clavija metálica, por uno u otro carrete según la reducción que se desee, multiplicando después la graduación indicada por la aguja, por 10, por 100 o por 1000, según el carrete empleado. En la misma proporción habrá disminuido la sensibilidad del galvanómetro.

Como en las instalaciones industriales basta conocer la intensidad con una aproximación de $\frac{1}{2}$ o de $\frac{1}{4}$ de amperio cuando más, puede emplearse en estos casos un amperímetro ordinario como el Deprez-Carpentier que aprecia intensidades de 0 a 40 amperios y con reductor hasta 200 amperios. Tratándose de mediciones de mayor precisión como cuando se trata, por ejemplo, de estudiar una máquina, se puede emplear el amperímetro Thomson con el que se puede apreciar

intensidades de 0'005 a 150 amperios o de 0'02 a 700 amperios, según el modelo.

Las graduaciones de los amperímetros hay que comprobarlas de vez en cuando, haciendo pasar por ellos corrientes de intensidad conocida.

Tipos principales de amperímetros.—No pudiéndonos detener a hacer una descripción detallada de todos ellos nos contraeremos a su enumeración según la clasificación H. Chevalier.

Tipo de imán, como el amperímetro Deprez-Carpentier, compuesto de dos imanes de herradura, en el centro de cuyo campo y dentro de un carrete fijo juega una chapita giratoria de hierro dulce, de la que es solidaria una aguja. **Tipo de paletas,** de que son ejemplos los amperímetros de Chauvin y Arnoux, Reichard, Hummel; el modelo de los primeros está constituido por un carrete fijo por el que atraviesa la corriente que se ha de medir, dos paletas de hierro dulce, una fija y otra móvil, cuyos extremos más próximos se imanan con la misma polaridad rechazándose y separándose la pieza móvil girando al rededor de un eje, en cuanto lo permite la tensión antagónica de un muelle en espiral. En el amperímetro Richard el resorte está sustituido por un contrapeso. En el de Hummel sólo existe una pequeña lámina de hierro dulce movable alrededor de un punto excéntrico respecto al carrete; esta lámina se imana al paso de la corriente por el carrete y a su influjo toma la posición correspondiente al máximo flujo magnético.

Tipos de tragante, que caracteriza el amperímetro Siemens; en principio este aparato está formado por un carrete, en su centro una varilla de hierro dulce articulada al extremo de una palanca equilibrada con un contrapeso en el otro brazo; al circular la corriente, el carrete traga la varilla haciendo oscilar la palanca.

Tipo de cuadro móvil: amperímetros Deprez y D'Arsonval, formados por un cuadro multiplicador que gira entre dos rangos de ágata entre los polos de un imán de herradura; arrollados en sentido contrario existen dos muelles en espiral que rigen y llevan la corriente al cuadro que sufre una desviación angular al pasar por él la corriente. Se distinguen los aparatos de este tipo por su gran aperiocidad y sensibilidad.

Recientemente se ha creado un nuevo tipo de aparatos denominados *termocalóricos*, debidos a Duddell y cuyo principio se funda en el calentamiento producido en una de las soldaduras de un par termoelectrico unido a un galvanómetro Deprez y D'Arsonval bajo la acción de la corriente que se desea medir, al atravesar una resistencia.

Voltímetros.—Son aparatos destinados a la medición de *diferencias de potencial* para lo que les hace aptos su gran resistencia, no diferenciándose esencialmente de los amperímetros, como ya hemos dicho, si no por esta última propiedad.

Estos aparatos pueden ser *electro-magnéticos* para corrientes continuas y *electro dinámicos* para corrientes alternativas. Cuando su devanado es de cobre, hay que tener en cuenta las variaciones de temperatura exterior que exigen una corrección de 0'004 por 1° C; para una diferencia de 10°, por ejemplo, habrá que aumentar el número de voltios que indique el aparato, en 4 por 100. El error se reduce al décimo con el hilo mallechort.

Los voltímetros se montan en derivación entre los dos puntos en que se quiere determinar la diferencia de potencial, no debiéndose retener en el circuito más que el tiempo necesario para la lectura de la graduación.

En el caso de tener que medir tensiones mayores que las indicadas en el aparato, pueden también, los voltímetros, emplearse con *reductor*. Siendo la resistencia introducida igual, por ejemplo, a la de aquél, se podrá medir una tensión doble de la máxima indicada en la escala del aparato; introduciendo dos resistencias iguales, se podrá medir hasta una tensión triple y así sucesivamente, debiendo de comprobar la graduación con alguna frecuencia.

Como tipos de voltímetros citaremos el *térmico de Cardew*, para corrientes alternativas, semejante al amperímetro de Hartman y Braun, en el cual la corriente que se desea medir pasa por un reductor en el que se establece una derivación mediante un alambre de platino-plata, que en el voltímetro se aloja en un tubo de latón pasando por tres pequeñas poleas de marfil, unido por otro hilo de latón a uno de seda enrollado en una pequeña polea que lleva la aguja indicadora; un muelle produce la tensión del hilo de seda y el movimiento de la aguja cuando el alambre se dilata por el calor al paso de la corriente; los *voltímetros registradores de Richard* aplicables a las corrientes continuas y a las alternativas; los *voltímetros electrostáticos* cuyo principio es el mismo del electrómetro de cuadrantes no siendo atravesados por ninguna corriente; en estos voltímetros la desviación de la aguja es producida por la atracción de cargas electro-estáticas de signos contrarios, uniendo uno de los puntos cuya diferencia de potencial se quiere determinar, a los cuadrantes y el otro a la aguja; su aplicación alcanza a las corrientes continuas y a las alternativas; y, por último, los *voltímetros multicelulares* que son los mismos electro-estáticos para bajas tensiones, entre los que debemos mencionar los voltímetros multicelular y electro-estático de Kelvin.

A. MENENDEZ CABALLERO.

Química industrial

El gas de agua

El gas de agua está lejos de ser un descubrimiento reciente, ya que fué conocido desde antes del descubrimiento y aplicación del gas de alumbrado. Fontana, profesor de matemáticas y director del laboratorio de física de Florencia, descubriólo en 1780 en el curso de sus estudios sobre la descomposición del agua por el carbón. En 1785, Lavoisier y Meusnier lo describían bajo el nombre de gas combustible, y lo obtenían haciendo atravesar por el vapor de agua una columna de carbón vegetal incandescente. A pesar de ello debíase conceder sólo una mediotre importancia a dicho gas, porque despreciándolo, Murdoch comenzó en 1793 sus estudios sobre la producción del gas de hulla, estudios que dieron un considerable impulso a la aplicación del mismo al alumbrado.

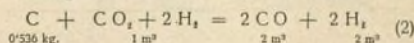
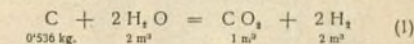
Hasta 1820 nadie se acordó del gas de agua, y Do-

novan intentó, aunque en vano, hacerlo adoptar para el alumbrado de Dublin. En 1834, Jobard y Sellige hicieron, el uno en Bruselas y el otro en París, instalaciones de gas de agua que obtuvieron franco éxito. Mientras que estos últimos carburaban su gas, Gillard empleó, en 1846, el gas de llama azulada para obtener la luz por medio de platino incandescente, y de este modo aplicó el consumo de este gas en el alumbrado público de Narbona, desde 1856 a 1865. Hacia la misma época intentóse introducir el gas de agua en Alemania, pero no se consiguió imponerlo con más intensidad que en Francia é Inglaterra; la explicación de este fracaso puede buscarse de una parte en la falta de un cuerpo incandescente apropiado, y, de la otra, en el alto coste de los medios de carburación en dichos países.

Por el contrario, en los Estados Unidos disponíase de grandes cantidades de un carburante ideal, el petróleo, y el carbón no hacía falta; las condiciones, por consiguiente, eran mucho más favorables al gas de agua, que obtuvo un franco éxito con el impulso dado por Lowe y Strong. La primera instalación de alumbrado fué hecha en 1871 en Phenixville; más tarde la producción del gas de agua tomó una extensión rápida y, en la actualidad, el gas de agua representa el 70 por ciento del gas empleado en América del Norte.

Cuando el gas de agua quedó implantado en los Estados Unidos, fueron muchos los técnicos alemanes e ingleses que allí se dirigieron sin otro objeto que el de estudiar detenidamente las instalaciones. En Alemania se fundó una sociedad dedicada particularmente al perfeccionamiento del procedimiento, haciendo muchas aplicaciones industriales. En 1890 Dellwick y Fleischer obtuvieron un progreso importante con la introducción del gas de agua como auxiliar del gas de alumbrado. Hacia la misma época Humphrey y Galloway ocupáronse de la implantación en Inglaterra del procedimiento Lowe para la producción del gas carburado, y muy pronto todas las ciudades importantes se proveyeron de los aparatos destinados a la producción del gas de agua.

Formación del gas de agua.—El gas de agua nace con la combustión del carbono en una atmósfera de vapor de agua. Se produce una descomposición del vapor de agua en oxígeno y en hidrógeno: el oxígeno consume el carbono transformándolo en anhídrido carbónico y, si la temperatura es suficiente, este gas es reducido al estado de óxido de carbono por una nueva cantidad de carbón. Estas acciones pueden expresarse del modo siguiente:



Según la ecuación (1) se obtiene, para 1 kg. de carbono, 5'6 m³ de una mezcla de anhídrido carbónico y de hidrógeno en la relación 1:2; según la ecuación (2) se obtiene, para 1 kg. de carbono, 7'73 m³ de gas de agua, compuesto de óxido de carbono, en la relación 1:1.

La reacción no da principio más que por encima de los 500° y prosigue primero únicamente según la ecuación (1); cuando la temperatura se eleva, la reacción (2)

se hace predominante para existir sola tan pronto se traspasan los 1000°. Harris ha realizado investigaciones sobre la producción del gas de agua en función de la temperatura y ha llegado a los resultados que se desprenden del cuadro siguiente:

Temperatura °C	Composición del gas de agua			Vapor de agua	
	Hidrógeno Vol. %	Óxido de carbono Vol. %	Anhidrido carb.° Vol. %	Descompuesto %	No descompuesto %
674	65'2	4'9	29'8	8'8	91'2
758	65'2	7'8	27'0	25'3	74'7
838	62'4	13'1	24'5	34'7	65'3
838	61'9	15'1	22'9	41'0	59'0
861	59'9	18'1	21'9	48'2	51'8
954	53'3	39'3	6'8	70'2	27'2
1010	48'8	49'7	1'5	94'0	6'0
1060	50'7	48'0	1'3	93'0	7'0
1125	50'9	48'5	0'6	99'4	0'6

Para producir gas de agua es preciso desperdiciar una fuerte cantidad de calor, porque es necesario antes que todo descomponer el vapor de agua. Verdad es que este calor se recobra en el momento de la combustión del gas de agua. Para descomponer un metro cúbico de vapor de agua se necesitan 2570 calorías; de otra parte, la formación de óxido de carbono suministra 1303 calorías por metro cúbico de CO. Así, pues, si se consumen 1072 kg. de carbono en presencia de 2 metros cúbicos de vapor de agua, se necesitan 5.140 calorías para la descomposición de este último; pero se recuperan 2.606 calorías en la formación de dos metros cúbicos de CO, lo que reduce el consumo de calor a 2.534 calorías para 4 metros cúbicos de gas o a 634 calorías para 1 metro cúbico de este gas. Hay que suministrar al gasógeno, pues, una cantidad de calor correspondiente.

Hasta mediados del siglo pasado se producía el gas de agua por procedimientos de laboratorio. Cargábase con carbón vegetal, coque o antracita, retortas que se caldeaba exteriormente del mismo modo que las que suministran gas del alumbrado, introduciéndose luego

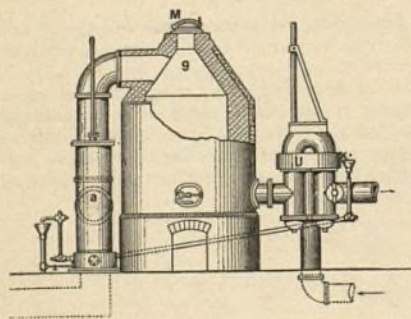


Fig. 1.—Gasógeno sistema Strache.

vapor de agua sobre el combustible incandescente hasta la completa utilización del carbono. Cargábase de nuevo las retortas y el ciclo comenzaba de nuevo. Este procedimiento estaba lejos de ser económico, porque las pérdidas por conductibilidad y radiación eran importantes, mientras que la conductibilidad calorífica de las paredes de la retorta era relativamente débil.

En 1852 Kirkham obtuvo un progreso notable en la técnica de la preparación del gas de agua al publicar su procedimiento intermitente en su patente inglesa número 14.238. El combustible, colocado en un gasógeno, era llevado al rojo blanco por insuflación del aire; luego se reemplazaba el aire por el vapor de agua,

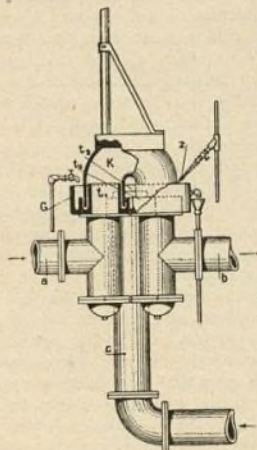
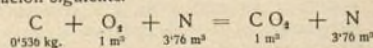


Fig. 2.—Dispositivo del Inversor.

que se convertía en gas de agua, determinando cierto enfriamiento del combustible. Cuando la temperatura descendía por debajo de los 1000°, interrumpíase la llegada de vapor y comenzábase de nuevo la insuflación de aire. Este procedimiento, comprendiendo dos fases bien caracterizadas, la insuflación y gasificación, es el que se emplea aún en nuestros días, y merced a él el gas de agua ha podido llegar a tener una gran extensión industrial.

La insuflación puede realizarse de dos modos diferentes: haciendo atravesar por una corriente de aire rápida una débil capa de combustible de 1 metro de espesor, lo que trae aparejada la formación casi exclusiva de anhidrido carbónico; puede, por el contrario, hacer pasar una corriente de aire lenta a través de una capa gruesa de combustible de 2 o más metros, lo que origina la creación de óxido de carbono, cuya combustión puede utilizarse ulteriormente. El primer procedimiento de insuflación es designado bajo el nombre de procedimiento al anhidrido carbónico y el segundo al óxido de carbono. La diferencia esencial que entre ambos existe no puede ser caracterizada más que siguiendo el proceso de la combustión.

Procedimiento al anhidrido carbónico. — La combustión en este procedimiento efectúase según la ecuación siguiente:



Hay desprendimiento de 4.337 calorías. Si la capacidad calorífica del ácido es de 0,421, la del nitrógeno 0,306 y si se evalúa en 1.000° la temperatura de los gases de escape, la cantidad de calor arrastrada por estos gases es:

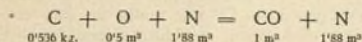
$$(0'421 + 3'76 \times 0'306) + 1.000 = 1.571 \text{ calorías.}$$

Para el caldeo del combustible resta pues:

$$4337 - 1571 = 2766 \text{ calorías,}$$

es decir, el 63'8 por 100 del calor producido.

Procedimiento al óxido de carbono.—En este caso, la combustión puede representarse del modo siguiente:



Sobre las 4.337 calorías que puede producir la combustión del carbono, hay 1303 desprendidas por la formación de 1 metro cúbico de CO; este metro cúbico contiene en estado latente 3.034 calorías, que es posible libertar por una combustión ulterior. Si la capacidad calorífica del óxido de carbono es 0'303, la del nitrógeno 0'306, y si se supone que los gases se esca-

estos procedimientos ha superado al otro, hay que convenir que son análogos desde el punto de vista del precio de coste, o sea desde la parte económica.

Propiedades del gas de agua.—El gas de agua en estado puro es incoloro e inodoro. Su densidad en relación con la del aire es de 0'518. Un metro cúbico a 0° y 760 milímetros pesa 0'67 kilogramos, y el calor de combustión es de 3,067 calorías. Para la combustión de un metro cúbico de gas de agua se necesita medio metro cúbico de oxígeno o bien 2'39 metros cúbicos de aire y hay formación de 0'4 kg. de agua y 0'9825 de ácido carbónico. Las mezclas de gas de agua y aire pueden ser explosivas cuando contienen, en volumen, de 12'3 a 66'9 de gas. El gas de agua puro arde con una llama azul, lo que ha dado motivo para que frecuentemente se le denomine gas azul, para distinguirlo del gas carburado. Por consecuencia de la gran can-

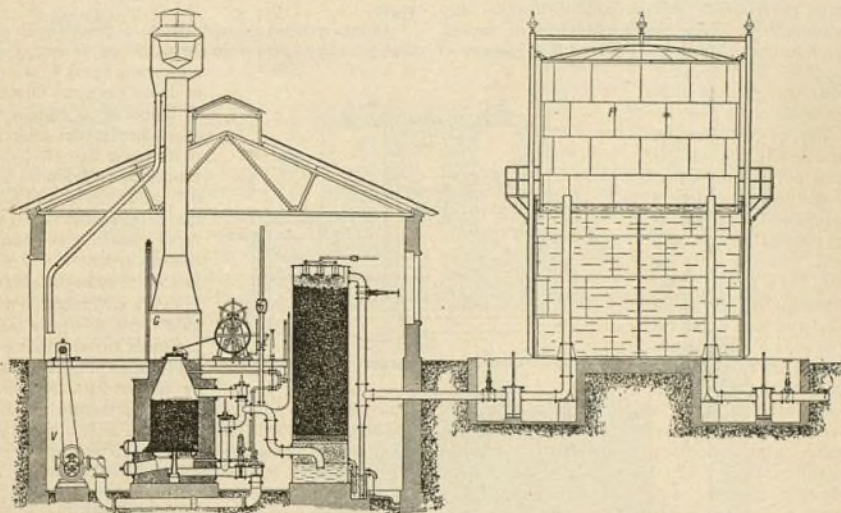


Fig. 3. — Instalación sistema Dellwick-Fleischer, para la producción del gas de agua; V, ventilador; G, gasógeno; R, recipiente de gas.

pan a 700°, la cantidad de calor arrastrada por estos gases es:

$$0'303 + 1'88 \times 0'306 + 700 = 715 \text{ calorías.}$$

Sobre el calor de transformación del carbono en óxido de carbono, queda pues, para el caldeo del combustible:

Calor latente en el óxido de carbono. .	3.034 calorías.
Calor en los gases de escape	615 —
Calor para el caldeo del combustible. .	688 —
Total.	4.337 calorías.

No queda pues, para el caldeo del combustible, más que el 15'9 por 100 del calor total de combustión del carbono; es la cuarta parte de lo que puede obtenerse con el procedimiento al anhídrido carbónico.

A primera vista, el procedimiento al óxido de carbono parecía ser mucho menos económico que el procedimiento al anhídrido carbónico; pero en realidad no es así, porque el calor latente del óxido de carbono puede ser utilizado. Como en la práctica ninguno de

tidad de óxido de carbono, el gas de agua es *muy deletéreo*, y es tanto más *peligroso* cuanto que es *inodoro e incoloro*, de modo que ninguno de nuestros sentidos puede denunciar su presencia.

Producción industrial del gas azul.—Se hace uso lo mismo del procedimiento al anhídrido carbónico que del otro que hemos indicado anteriormente; sin embargo, se da preferencia al primero en razón a no haber necesidad de gas pobre. Los aparatos para su producción no son complicados. Uno de los más sencillos es el gasógeno Strache (conocido en Barcelona por haberse realizado pruebas oficiales con él patrocinadas por el Ayuntamiento para el alumbrado público) que se representa en corte en la figura 1. La parte principal de este gasógeno está constituida por un hogar G con tolva de carga, de material refractario cubierto de planchas. En la parte superior se halla la abertura de carga M; las escorias son retiradas por la abertura visible en la parte inferior. Estas dos aberturas se hallan provistas de puertas que cierran herméticamente.

Exactamente debajo de la abertura M se halla el ancho tubo de salida de los gases, guarnecido de arcilla refractaria, provisto de un cajón de refrigeración por medio del agua puesto en comunicación con la chimenea por medio de *a*. El tubo de vapor termina en la parte superior del gasógeno, no visible en la figura. Una tercera tubería termina, en el gasógeno, a la altura de la abertura destinada a la salida de las escorias, se halla en comunicación con un inversor U y, según sea la posición de este último, sirve para la llegada de aire al gasógeno o bien para la salida del gas producido, o sea del gas de agua.

El inversor U que se ve en detalle en la figura 2, comprende las extremidades de las tres tuberías *a* y *c* en ángulo recto; *a* se halla en relación con el gasógeno, *c* con la tubería de aire y *b* con la tubería de gas de agua. Las extremidades de las tuberías se hallan provistas de cierres hidráulicos y pueden ponerse en comunicación por medio del tubo acodado K. El agua llega regularmente por G y mana por un orificio de exceso.

El funcionamiento se opera del modo siguiente: el gasógeno se llena de coque incandescente, ábrese el tubo de salida de los gases en *a*, pónese en comunicación el tubo de aire *c* con el gasógeno por la intermediación del tubo acodado K y se insufla aire hasta que la carga llegue al rojo blanco. En este momento se pone en relación la tubería *b* con el gasógeno, ciérrase la tubería *a* y se hace llegar vapor de agua a la parte superior del gasógeno; fórmase gas de agua que se escapa por *b*. Cuando el coque se ha enfriado en exceso, vuélvese a comenzar la insuflación de aire, y así sucesivamente. La insuflación se prolonga de 1 a 2 minutos y la gasificación de 6 a 7 minutos. La producción de gas de agua es, según los datos de Strache, de 1'7 a 2 metros cúbicos por kilogramo de coque.

Si la insuflación a través de la carga sólo se efectúa en un sentido, como precedentemente, el reparto del calor y el rendimiento de gas es desigual. Por esta causa se prefiere invertir después de cada ciclo el sentido de la marcha del vapor, haciéndole llegar primero por la parte superior y luego por la inferior del gasógeno. Esta disposición es visible en la figura 3, que representa el corte esquemático de una instalación completa de gas de agua sistema Dellwick-Fleischer. Dos tuberías de gran diámetro van a terminar en la parte superior e inferior del gasógeno, reuniéndose con la tubería que conduce al scrubber; se hallan provistas ambas de una válvula para el cierre. A la tubería inferior va a terminar igualmente el tubo de abducción de aire, susceptible de cerrarse por medio de un cajón. El vapor puede ser conducido a la parte superior o a la parte inferior de la carga. Para la insuflación, ábrese la portezuela de carga visible en la parte superior del gasógeno, hácese llegar aire por la parte inferior y los gases se escapan por una chimenea. Cuando se alcanza el rojo blanco, ciérrase la portezuela superior, ábrese la tubería inferior de gas de agua y se insufla vapor por la parte su-

perior. Cuando la temperatura desciende por debajo de los 1000° recomiénzase la insuflación y se hace circular vapor de abajo a arriba.

No sería ni práctico ni seguro gobernar separadamente y a mano la maniobra de las diferentes válvulas y cajones del sistema: por ello se han reunido los diferentes órganos, por medio de palancas y varillas, a un aparato de gobierno general, que se ve en la figura 3, al lado del gasógeno. De este modo un solo obrero puede, mediante un solo movimiento, poner los diferentes órganos en la posición conveniente, y le resta el tiempo necesario para cuidar de la carga del gasógeno.

El gas de agua atraviesa un scrubber repleto de coque donde es lavado con agua y enfriado; vuelve en seguida al gasógeno, de donde se reparte por la tubería de gas para el alumbrado. La producción es de 1'9 a 2'3 metros cúbicos por kilogramo de coque, sin contar el combustible necesario para la producción del vapor.

Como ejemplo de aparato para producir el gas azul por el procedimiento del óxido de carbono, damos, en la figura 4, el corte de un gasógeno Strache.

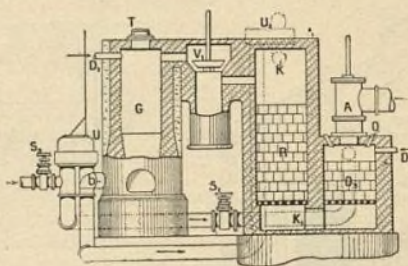


Fig. 4.—Corte esquemático de un gasógeno sistema Strache.

El objeto de la instalación es el empleo del calor de combustión del gas pobre producido en la fabricación del vapor necesario. Además del gasógeno G, hay un recalentador R y un generador de vapor. U y U son inversores análogos a los de la figura 2. Cuando la válvula V está abierta, la insuflación de aire se realiza por S y b, dirigiéndose los gases de escape hacia R donde

son consumidos por completo en presencia del aire que llega en K por la intermediación de U; estos gases se dirigen en seguida hacia c, y son conducidos por A a la chimenea. Para la gasificación, ciérrase A y K, reúnese b con la tubería de gas de agua por medio de M y se insufla vapor en c por la intermediación de D. Este vapor es recalentado por las paredes de c y de R y penetra a una temperatura elevada a la parte superior del gasógeno; el gas de agua formado se dirige hacia su tubería por b y U. Según los datos de Strache, esta instalación suministra de 2 a 2'3 metros cúbicos por kilogramo de coque.

Si la columna de combustible es mantenida a una altura conveniente, la limpieza del empujillado se hace con regularidad y la duración de los períodos de insuflación y de gasificación se regulan debidamente, no son de temer perturbaciones en el servicio. En el gasógeno Dellwick se introduce una cantidad conveniente de coque después de cada tres o cuatro períodos de gasificación. La limpieza del empujillado debe hacerse una o dos veces cada 24 horas según la calidad del coque empleado. Es muy importante vigilar la calidad del gas de agua producido; para ello bastará observar una llama alimentada por este gas. Cuando esta llama se hace prolongada y oscura, es signo de que el gas contiene exceso de ácido carbónico y que la temperatura de la carga de combustible ha descendido por debajo de los 1000°; en tal caso hay que interrumpir la

gasificación y recomenzar la insuflación de aire.

Strache ha sustituido este sistema de vigilancia por un aparato que indica de un modo automático el fin del período de gasificación (fig. 5). El vapor es mantenido a una presión sensiblemente constante, a 2 at-

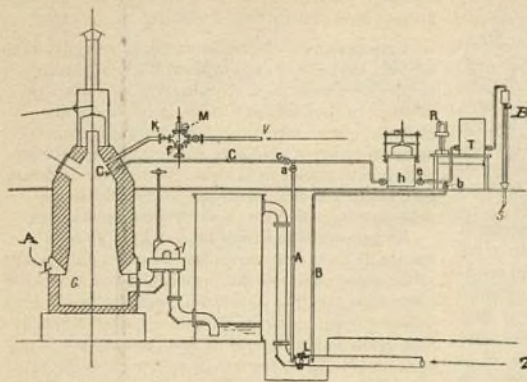


Fig. 5.—Oisógeno sistema Strache, de vigilancia automática; A, llegada al refrigerador; G, gasógeno; I, inversor; V, vapor procedente de la caldera; B, llegada de agua; S, subida del agua; D, tubería que conduce al recipiente.

mósferas como mínimo, por medio de un regulador de presión *f*, siendo introducido en el gasógeno en cantidad constante por K; de este modo, la cantidad de gas de agua producida es sensiblemente constante, incluso en temperaturas elevadas. Sobre la tubería de gas de agua, detrás del *scrubber*, hallase un disco de estrangulamiento L, en relación con la tubería de vapor K y manteniendo en aumento una presión determinada durante la marcha normal. Un tubo A de débil diámetro va montado en derivación y llega hasta el gasómetro *h*, cuya campana, de cabida una carga, corresponde al *minimum* de presión. Durante la gasificación la campana se eleva y permanece en la posición superior mientras reina en L una presión superior a la mínima. Si la cantidad de gas de agua producida es inferior a la que corresponde en marcha racional, la presión en L descende y acciona un timbre eléctrico que indica el fin del período de gasificación.

El gas azul, de ordinario se mezcla al gas de hulla en los separadores de alquitrán. El alquitrán caliente le cede vapores de hidrocarburos; el gas se carbura y aumenta su poder calorífico. Lewes recomendó, en 1900, introducir inmediatamente el gas de agua en las retortas, y el mismo autor creía haber hallado que había disminución de descomposición de hidrocarburos pesados y aumento en la producción del gas. Preten-

día obtener un aumento de 3 a 30 por 100 para el poder calorífico, y su procedimiento, designado bajo el nombre de autocarburación alcanzó cierto éxito. Pero las investigaciones realizadas, más tarde, por técnicos reputados, mostraron la inexactitud de los resultados de Lewes, y con ello su procedimiento quedó abandonado.

Como el poder calorífico del gas azul excede raramente, en la práctica, de las 2.700 calorías, no debe ser adicionado al gas de hulla en proporción mayor de 5 a 10 por 100 si no se quiere hacer descender demasiado el poder calorífico. Si se quiere hacer una adición en proporciones mayores, hay necesidad de enriquecer la mezcla con vapores de hidrocarburos.

Para ello se echa mano generalmente del benzol en bruto, designado en el mercado con el nombre de benzol a 90°. Déjase manar el benzol sobre superficies inclinadas, emplazadas en recipientes caldeados por medio del vapor y dentro de los cuales se conduce el gas. En general se enriquece o nutre una parte del gas, y luego se mezcla con el resto. El poder calorífico del gas, con este procedimiento, se eleva de 10 calorías por gramo de benzol arrastrado. No obstante, no es posible aumentar a voluntad el poder calorífico del gas por este método, porque el gas no puede arrastrar más que una cantidad de vapor de benzol determinada por su temperatura. El gas no debe exceder del benzol en 5° y en este caso no puede arrastrar más de 84 gramos por metro cúbico. Como el gas de alumbrado encierra ya 40 gramos de

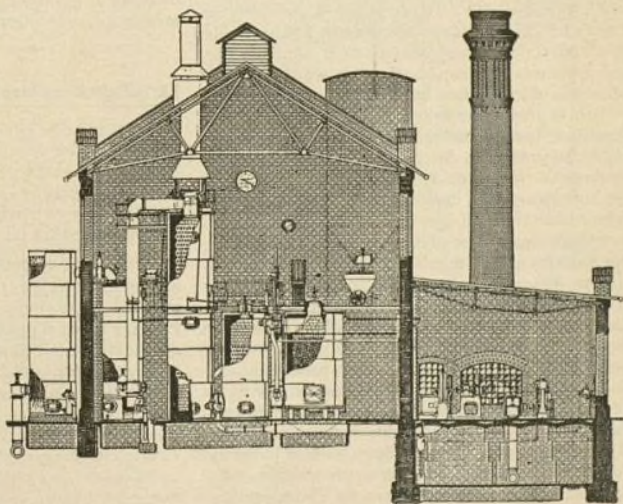


Fig. 6.—Instalación sistema Lowe para la producción del gas de agua carburado.

benzol por metro cúbico, no se le pueden añadir más de 44 gramos y su poder calorífico no es aumentado más que de 440 calorías.

Resulta de ello que la cantidad de gas azul en mez-

cla no puede exceder del 20 por 100, incluso con nutrición al benzol.

Gas de agua carburado.—El empleo del gas de agua es limitado, incluso enriqueciéndolo con benzol; puede darse a este gas el poder calorífico del gas de hulla, por medio del procedimiento de carburación por el aceite, sin que con ello haya lugar a tener la precipitación de los hidrocarburos. El procedimiento consiste en mezclar gas de agua con gas de aceite, produciéndose al último a la misma presión del gas de agua merced al calor de combustión de los gases de los gases producidos durante el período de insuflación. En Alemania se emplean los productos de destilación del petróleo designados bajo el nombre de aceites de gas; en América se emplea el petróleo en bruto.

Estos aceites arden entre 150 y 360° y representan la fracción comprendida entre el petróleo refinado y los aceites ligeros de engrase es decir 10 por 100 del petróleo bruto. Son muy fluidos, su color varía del amarillo claro al pardo oscuro y tienen una fluorescencia azul o verde. Su peso específico está comprendido entre 0'8 y 0'9. Están compuestos por hidrocarburos de la serie graso. Su poder calorífico por 100 kilogramos es de 10 a 11.000 calorías, de las que el 80 u 85 por 100 recóbranse en el gas producido por un aceite de buena calidad.

La gasificación de estos aceites debe hacerse entre 700 y 900°, si bien se hace necesario determinar antes por medio de un ensayo la temperatura más favorable para cada caso. En el momento de la gasificación se produce, además del gas, alquitrán, agua y coque. Si se ha operado a temperatura demasiado baja, hállese en el alquitrán aceite no descompuesto, de tal modo que el peso específico del alquitrán es 1, lo que le hace difícilmente separable del agua; si, por el contrario, se opera a temperatura demasiado elevada, hállese hollín en la cámara de descomposición y en el alquitrán. En ambos casos la gasificación no resulta económica, porque el gas obtenido tiene un débil poder calorífico.

Para la producción del gas de agua carburado por el aceite se hace uso del procedimiento al óxido de carbono, haciéndose la descomposición del aceite por medio de la combustión del gas pobre. Como se ha dicho anteriormente, la descomposición del aceite se hace en una atmósfera de gas de agua, con lo que la producción es regular y se obtiene en mayor cantidad un gas de mejor calidad que si se preparase separadamente el gas de aceite. La descomposición se opera en cámaras provistas de material de mampostaría refractaria por el estulo del gasógeno de Strache (fig. 4). Este mismo aparato puede ser empleado en la producción de gas de agua carburado. Después de la insuflación, ciérrase la válvula V, y se insufla vapor por D, a través de la capa de combustible. Del inversor U convenientemente dispuesto, el gas producido se dirige por h, S, y O, en el carburador C, en donde el aceite es pulverizado por las aberturas O. El aceite se vaporiza, los vapores mezclados con el gas penetran en el recalentador R, se descomponen por completo y el gas de agua carburado se aleja por K.

La figura 6 representa esquemáticamente, con ciertos aparatos abiertos, una instalación de sistema Lowe, construida por Pintsch. El gasógeno cargado con una columna de coque de 3 metros es visible a la derecha;

síguese el carburador, donde se pulveriza el aceite y, cerca de este último, hállese el recalentador, de doble tamaño. El gas se dirige seguidamente a un refrigerador, de allí a un aparato lavador y por fin al gasómetro. En esta instalación, lo mismo que en la de Dellvick-Fleischer, puede, después de cada período de insuflación, invertirse el sentido de circulación del vapor.

Conclusiones.—Necesitando el gas de agua instalaciones simples y de una explotación fácil, parece que su precio de coste debe ser inferior al de hulla, a pesar de tener en cuenta su más débil poder calorífico. No obstante, por lo general no es así; por consecuencia del aumento de sus aplicaciones domésticas e industriales, el carbón de coque aumenta incesantemente de precio, pero es especialmente el agente carburante el que resulta caro, lo mismo si se emplea benzol que aceite.

En general, el precio de coste del gas de agua y el del gas de hulla son semejantes; sin embargo el gas de agua presenta ventajas que justifican su empleo en las fábricas de gas. Una instalación de gas de agua ocupa una tercera parte de superficie de la necesaria para una instalación de gas de hulla de igual capacidad y su coste de instalación no llega a la quinta parte de aquél. La puesta en marcha de una instalación de gas de agua no exige más de cuatro horas, mientras que la puesta en marcha de la producción de gas de hulla exige cuatro días, y aunque permanezca inactiva durante 36 horas, puede volver a reanudar la marcha después de tres cuartos de hora de insuflación. De todo ello, lo que es más importante es la sencillez de su explotación, que no exige ingenieros ni siquiera conocimientos especiales. Un solo obrero puede cuidar del funcionamiento de dos gasógenos y producir 40.000 metros cúbicos de gas por día, mientras que la instalación más moderna de gas de alumbre no da más allá de una producción de 8.000 metros cúbicos por obrero.

(La Technique Moderne).

DR. W. BERTELSMANN.

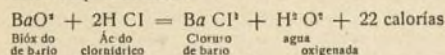
Las aplicaciones industriales del hidrógeno

En el presente estudio, que firma A. Detœuf en *La Nature*, el autor dice pasar en silencio el consumo incesantemente creciente que de hidrógeno se hace en aeronáutica, porque en ella se utiliza directamente sin hacerle entrar en ninguna reacción nueva. Después de esta observación, pasa a ocuparse de sus aplicaciones.

Síntesis del amoníaco.—Este problema, uno de los más importantes de la química moderna, ha sido resuelto desde el punto de vista técnico por el profesor Haber, y desde el punto de vista práctico por la Badische Anilin Soda-Fabrik. Desde que en 1881 Goleenson obtuvo una débil cantidad de amoníaco con la mezcla de nitrógeno e hidrógeno sometida a la acción de chispas eléctricas, la posibilidad de suministrar a los vegetales bajo forma de nitrógeno extraído del aire y puesto en este estado eminentemente propio a su absorción, no ha cesado de apasionar el espíritu de los investigadores; fué primero Haber quien, después de hacer un estudio completo de las condiciones de equilibrio del amoníaco, opera a 1000° en presencia de un catalizador: el hierro; pero a la presión ordinaria. Síguese Niernst que trabaja de 50 a 75 atmósferas a baja temperatura en presencia de platino. De un lado, la temperatura elevada corresponde a condiciones de equilibrio

desfavorables: del otro, la temperatura demasiado baja debilita la acción catalítica de los metales. Una combinación de los dos métodos da la solución del problema. Se utiliza una alta temperatura (700°), una fuerte presión (200 atmósferas) y se sustrae el amoníaco tan pronto está formado a esta acción, condensándolo a baja temperatura: el catalizador más favorable es el uranio, que da fácilmente 8 por 100 de amoníaco (Haber). Los ingenieros de la Badische han hecho el resto. Han puesto en marcha la instalación industrial y el amoníaco sintético compete ya con el nitrato de sosa de Chile: el problema se halla ya resuelto.

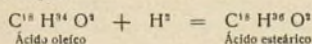
Fabricación del agua oxigenada.—El agua oxigenada es un producto de un uso de día en día creciente. Sin tener en cuenta su empleo en medicina como agente antiséptico, se conoce su utilización para el blanqueo de la seda, plumas de avestrúz, lino, esponjas, lana, marfil, hueso, paja, etc. En una palabra, es el transportador por excelencia de oxígeno. Obtener este cuerpo en condiciones de gran economía es de un interés considerable. El agua oxigenada se forma con absorción de calor. La combinación del agua y del oxígeno absorbe aproximadamente 21 calorías. Sin la intervención de una energía extraña, es decir, de una combinación de la que ha de desprenderse una cantidad de calor superior a la necesaria para la producción de agua oxigenada, ésta no se formaría. Generalmente se echa mano del bióxido de bario, cuya reacción sobre el ácido clorhídrico desprende calor:



Esta reacción es costosa.

Pero la combinación del hidrógeno y del oxígeno desprende 58 calorías; si, pues, se opera con el hidrógeno en presencia de un exceso de oxígeno en ciertas condiciones habrá posibilidad de obtener agua oxigenada; es lo que ha hecho Hemptinne por medio del eflujo eléctrico. Obtiene 3 gramos de agua oxigenada por kilovatio-hora.

Hidrogenación de los aceites.—Es la aplicación más feliz de los últimos métodos científicos aplicados a la industria. Transfórmase aceites que daban jabones blandos en cuerpos sólidos que rinden jabones duros; los aceites de pescado y de ballena pueden ser utilizados, pues quedan desodorizados; obtiéndose con el aceite de algodón o todo otro aceite vegetal un producto de la consistencia y propiedades de la manteca fresca comestible, que la puede sustituir, si no totalmente, por lo menos en parte. El método es simple y se basa sobre los trabajos de Sabatier y Sanderens: consiste en combinar molécula a molécula el hidrógeno con el ácido oleico líquido en presencia de un catalizador, generalmente el níquel:



Todo el valor de los procedimientos reside en el dispositivo que permite efectuar la hidrogenación en un tiempo muy corto, en la elección y preparación del catalizador que puede ser también de paladio y, finalmente, en la pureza del hidrógeno empleado, que debe hallarse exento de cloro o de hidrógeno sulfurado que inutiliza el catalizador. El hidrógeno electrolítico es el

que más conviene; es generalmente un sobreproducto, y los gastos de fabricación son insignificantes. Esta industria ha tomado ya un gran desarrollo en Alemania.

Describiremos ahora en el segundo grupo otras aplicaciones de un interés general aunque también considerable.

Filamentos metálicos.—Las lámparas destinadas al alumbrado eléctrico son hoy día constituidas en su gran mayoría, por razones de economía en el consumo, por un alambre metálico, de un metal de los llamados raros: osmio, tungsteno, tántalo, llevado a la incandescencia en una atmósfera no oxidante. El hidrógeno, pues, interviene activamente en la preparación de estos metales.

El tungsteno que se encuentra en el estado de tungstatos ya sea de hierro y manganeso (coolpoun), ya sea de calcio (scheelita) es primeramente descompuesto por un ácido en ácido tungstico, el cual, transformado en anhídrido, es reducido bajo la influencia del calor por una corriente de hidrógeno. El tántalo es en la actualidad el producto de reducción del anhídrido tantálico, estado bajo el cual se halla en su mineral. Finalmente, el osmio, que se obtenía antiguamente por reducción del ácido ósmico al rojo por medio del óxido de carbono, es igualmente preparado con el hidrógeno operando en temperatura menos elevada. Estas reducciones fáciles han disminuido el precio de coste de estos metales raros y facilitado, de este modo, su consumo de día en día más creciente.

Soplete oxhídrico.—Sabido es que este aparato permite utilizar la llama extremadamente caliente que produce el hidrógeno por su combinación con el oxígeno. La mezcla de los gases conducidos por dos tubos diferentes arde en su origen y no produce por lo tanto ninguna explosión. Tres aplicaciones importantes han nacido de este descubrimiento: el corte y taladrado de los metales, la fusión del cuarzo y la fabricación de las piedras preciosas.

Corte y taladrado de los metales.—Llévese a la temperatura más alta la región más elevada del dardo de la llama del soplete aplicándolo contra el metal por cortar o taladrar, generalmente el hierro; al principio se procura haya un exceso de oxígeno: el hierro se oxida, este óxido funde y produce un corte perfecto de la superficie que sufre la acción de la llama: el metal cede a la sazón rápidamente. Por este modo púdesese cortar planchas de un grueso de 50 centímetros y practicar fácilmente agujeros de gran diámetro, que no son más que un corte circular; y por este mismo procedimiento púdesese derribar el antiguo puente de Colonia, que se ha demolido recientemente sin dar un sólo martillazo y con una economía de tiempo considerable.

Recordaremos igualmente las múltiples aplicaciones de la soldadura autógena, aplicable a todos los metales de débil conductibilidad del calor.

Para el plomo no hay necesidad generalmente más que de alimentar con aire sólo: los bordes por soldar, bien limpiados y aproximados, son heridos por la llama del soplete, cuya llama debe ser reducida; por lo que al hierro se refiere, se ha aplicado este método a la fabricación de tubos acodados, en particular marcos de bicicleta de una sola pieza, horquillas para auto móvil, etc. Antiguamente se forjaba; hoy se suelda. Se funde por el mismo procedimiento los metales preciosos; el

oro, la plata, el platino. La fundición afinase bajo su influencia; pierde su carbono en el estado de óxido y el hierro se hace dúctil y maleable.

Fusión del cuarzo.—El soplete de hidrógeno permite la transformación del cuarzo en vidrio limpio que puede trabajarse. Este vidrio de cuarzo ha encontrado recientemente una aplicación interesante. Al revés de lo que ocurre con el vidrio ordinario, déjase atravesar fácilmente por los rayos químicos e hinchado en globos ha permitido la realización de múltiples síntesis hechas por medio de los rayos ultra-violetos que de este modo obran con toda su energía química a través de las paredes de cuarzo sobre los productos en reacción.

Berthelot ha podido, de este modo, efectuar toda una serie de síntesis biológicas haciendo uso de la lámpara de vapor de mercurio con paredes de cuarzo, concentrando sus rayos en recipientes igualmente de cuarzo.

Fabricación de las piedras artificiales.—Débese a Verneuil esta aplicación del soplete en la obtención de las piedras preciosas. Tratábase de reproducir la alúmina cristalina con sus variadas coloraciones (rubí, zafiro, topacio). En colaboración con Freymy, Verneuil resolvió el problema por la acción del fluoruro de bario sobre la alúmina amorfa a la temperatura del soplete; el procedimiento se mantiene secreto en parte; pero con facilidad se juzgará la importancia comercial que tiene.

Se ve con ello cuán variadas son las ramas de la industria en las que el hidrógeno entra en juego. No se puede en la actualidad decir sea un producto residuario, porque diversas son las cosas que lo fabrican especialmente para satisfacer todas las aplicaciones que a vuela pluma dejamos reseñadas. Por desgracia, al lado de estas instalaciones especiales podríamos mencionar otras que lo producen en grandes cantidades y que por su falta de aparatos adecuados no lo utilizan o lo utilizan mal. Y es que se vacila aún ante procedimientos realmente costosos que aún no han dicho su última palabra, y se prefiere dejar perder millares de metros cúbicos de hidrógeno producidos accesorariamente por la energía eléctrica o calorífica. Pero es de esperar que las aplicaciones del hidrógeno no se estacionarán, y muy pronto todos los fabricantes que lo producen elegirán el mejor tratamiento para el aprovechamiento de este precioso «residuo» que, en una industria próspera, constituirá el mejor de los beneficios.

Sobre los negros de azufre

Las alteraciones que sufren, a veces, los algodones teñidos con colorantes negros, en cuya composición entra el azufre, han sido objeto de gran número de trabajos e investigaciones. La conclusión de todos ellos es que todas las alteraciones son debidas a la acción del ácido sulfúrico, cuya presencia es, en todos los casos, fácil de demostrar en los textiles alterados.

Aunque no se ha demostrado de un modo directo y evidente, se puede admitir que el ácido sulfúrico está producido por la oxidación del azufre que forma parte de dichas sustancias colorantes.

Naturalmente, todos los fabricantes de negros al azufre, combaten esta afirmación y sostienen que la cau-

sa de las alteraciones que experimentan las fibras teñidas debe buscarse en los procedimientos y manipulaciones del tinte y no en la composición del colorante, a pesar de que las fibras teñidas con colorantes que no contengan azufre no se alteran jamás, mientras que los defectos de manipulación y los errores de los operarios son posibles sea cualquiera el colorante empleado.

Erdmann publicó, en 1908, un estudio sobre esta cuestión y demostró que se pueden oxidar directamente los negros al azufre y dejar en libertad una cantidad tal de ácido sulfúrico, formado por dicha oxidación, que bastaba, con creces, para la completa destrucción de las fibras teñidas.

La explicación dada por Erdmann se funda en que los colorantes al azufre contienen el grupo—S—S—S— cuyos átomos extremos están unidos a compuestos orgánicos. El átomo de azufre que ocupa el lugar central se separa fácilmente de la molécula de que forma parte. Cuando la molécula sufre una reducción energética, el azufre se combina con el H formando sulfhídrico y cuando el proceso a que se somete el colorante es una oxidación, el cuerpo resultante es ácido sulfúrico.

¿Por qué y cómo el átomo central de azufre del grupo—S—S—S—se oxida hasta el punto de formar ácido sulfúrico? Esta pregunta no puede contestarse directamente; pero puede recordarse que siempre que en la naturaleza se encuentra azufre en libertad y se desprende sulfhídrico se nota la presencia de ácido sulfúrico y de sulfatos. Puede también decirse que la oxidación del azufre es debida a la acción del oxígeno del aire y la velocidad de la reacción se aumenta, en alto grado, por la acción catalítica de sustancias porosas o en polvo finísimo, y que el algodón de las fibras teñidas representa perfectamente el papel de agente catalítico.

Es innegable que todos los negros al azufre tienen una gran facilidad a desprender espontáneamente ácido sulfúrico libre; para convencerse basta examinar superficialmente los recipientes que los contienen los cuales si son de plancha de hierro quedan en poco tiempo completamente corroídos y si son de madera disgregados y podridos. Experimentos efectuados con negros al azufre de fabricación antigua y conservados en el laboratorio de la escuela de Barmen, demostraron la presencia de 13,6 % de ácido sulfúrico libre, y ensayos verificados con muestras de uno corriente señalaron como cantidad de ácido sulfúrico libre 1,20 %.

Es a todas luces evidente que el ácido sulfúrico formado en el seno del colorante, durante su permanencia en los envases, no puede ser la causa de las alteraciones de las fibras teñidas, pues durante las diversas manipulaciones de la tintura queda neutralizado por la acción de los baños alcalinos que se emplean. Sin embargo, se puede suponer *a priori* que los colorantes al azufre, después de fijados sobre las fibras, no pierden la propiedad de descomponerse espontáneamente, al contrario, gracias a la estructura de la fibra que permite un mayor acceso del aire, dicha propiedad aumenta.

La resistencia a la descomposición de los diferentes negros al azufre varía para cada uno de ellos y esto depende indudablemente de su composición y del lugar que ocupan en sus moléculas los grupos cromóforos y depende también del tiempo transcurrido desde la fabricación del colorante, siendo mucho más estables los negros de fabricación reciente.

s teñi-
nipula-
rante, a
que no
que los
erarios
do.

re esta
ctamen-
antidad
dación,
rucción

en que
S—S—
stos or-
central
na par-
nérstica,
fídrico
rante es
ulfúrico.
del gru-
ar ácido
directa-
ie en la
se des-
sulfúri-
xidación
aire y la
ado, por
n polvo
s repre-
o.

re tienen
nte ácido
superfi-
cuales si
ipo com-
gregados
os al azu-
labora-
presen-
yos veri-
on como

sulfúrico
perma-
de las al-
las diver-
ntralizado
emplean.
los colo-
as fibras,
espontá-
de la fi-
icha pro-

diferentes
y esto de-
del lugar
móforos y
sde la fa-
stables los

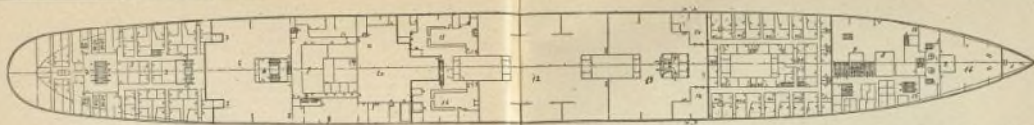


Fig. I. - Planta de las aberturas. - 1. Alacén. - 2. Escotilla de 3' clase. - 3. Escotilla. - 4. Lecho. - 5. Comedor de 3' clase. - 6. Estado de 3' clase. - 7. Despacho de 3' clase. - 8. Telégrafo sin hilos. - 9. Camarotes. - 10. Quilera de 1' y 2' clase. - 11. Despacho de 1' clase. - 12. Comedor de 1' clase. - 13. Sala de 1' clase. - 14. Entrada de 1' clase. - 15. Lecho de primera. - 16. Comedor de primera.



Fig. II. - Planta alta. - 1. Alacén. - 2. Escotilla. - 3. Entrada de 3' clase. - 4. Comedor de primera. - 5. Máquina. - 6. Almacén de material eléctrico. - 7. Caldera. - 8. Comedor de camarotes. - 9. Lecho de camarotes. - 10. Matroneo. - 11. Expresores. - 12. Paredes.

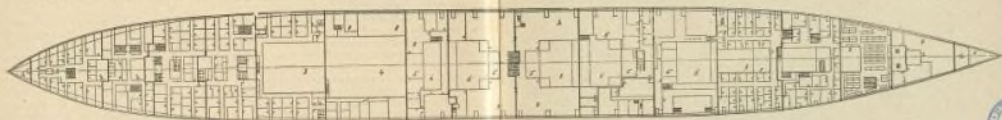


Fig. III. - Planta media. - 1. Alacén. - 2. Escotilla. - 3. Turbina. - 4. Máquina. - 5. Volante. - 6. Caldera. - 7. Comedor de 3' clase. - 8. Camarotes. - 9. Pasadizo. - 10. Caldera del decimo.

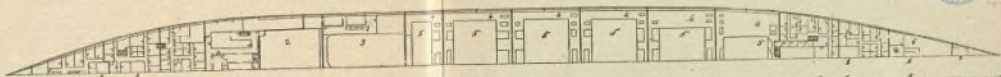


Fig. IV. - Planta baja. - 1. Escotilla. - 2. Turbina. - 3. Máquina. - 4. Volante. - 5. Caldera. - 6. Pasadizo. - 7. Caldera del decimo.



Fig. V. - Planta de aberturas. - 1. Escotilla. - 2. Compuerta. - 3. Escotilla. - 4. Intergubernio. - 5. Turbina. - 6. Máquina. - 7. Caldera. - 8. Caldera. - 9. Sala de vapor. - 10. Sala de vapor. - 11. Caldera del decimo.



Fig. VI. - Cota. - 1. Agua dulce. - 2. Máquina eléctrica. - 3. Turbina. - 4. Máquina. - 5. Caldera. - 6. Caldera. - 7. Compuerta.

Como complemento de la lámina publicada en el número anterior y para que nuestros lectores puedan hacerse perfecta cargo y otra idea de la disposición general del transatlántico "Britannic", damos en este número los planos generales restantes de dicho buque.



1.—Caja métrica del aparato.
En el interior del aparato de los bornes

8.—Cabeza del carrete de la bobina.
9.—Equipo del montante de la aguja

12.—Tapa de la caja del freno y del
centro

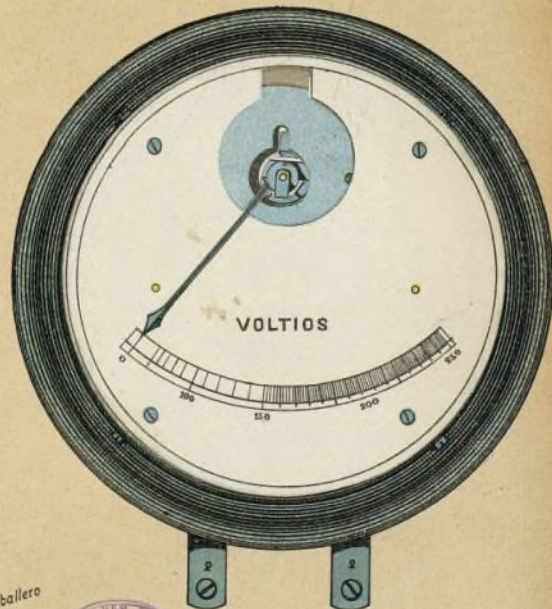
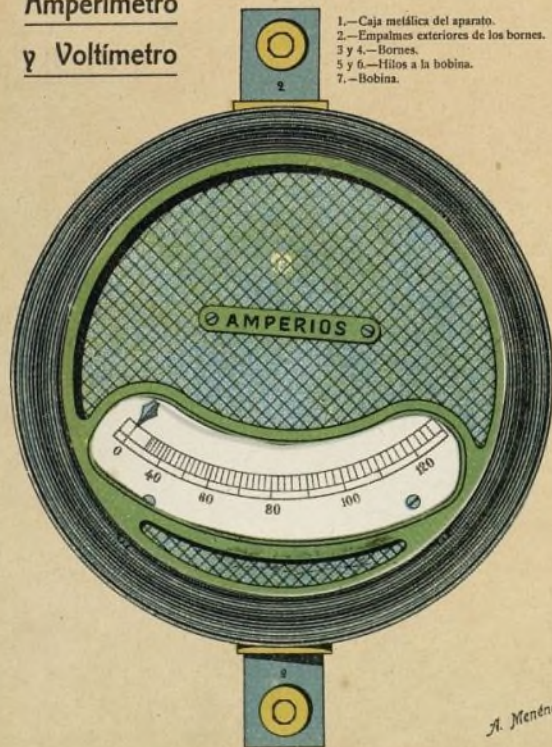
Amperímetro y Voltímetro

N.º 29

- 1.—Caja metálica del aparato.
- 2.—Empalmes exteriores de los bornes.
- 3 y 4.—Bornes.
- 5 y 6.—Hilos a la bobina.
- 7.—Bobina.

- 8.—Cabeza del carrete de la bobina.
- 9.—Equipo del montante de la aguja.
- 10.—Caja del freno.
- 11.—Pieza del equipo donde pivotea el eje de la aguja.

- 12.—Tapa de la caja del freno y del equipo.
- 13.—Tapa de la esfera.
- 14.—Soportes del cristal de la tapa.



A. Menéndez Caballero



De todo lo dicho se deduce que es de gran interés para los tintoreros el poder comparar la facilidad de descomposición de los diferentes negros al azufre que se expenden en el comercio y también llegar a saber con anticipación la duración aproximada de un tejido teñido con negro al azufre. Para determinar estos dos datos se puede medir la resistencia a la tracción del tejido que se quiere ensayar a una temperatura conveniente y bien determinada. Se ha podido comprobar que la resistencia de las fibras disminuye, que la cantidad de ácido sulfúrico es más grande y la temperatura más elevada.

En el momento de la tinción la resistencia de las fibras aumenta de 10 a 15 % por la acción de los baños alcalinos, y luego disminuye poco a poco a medida que se va formando ácido sulfúrico, pudiendo considerarse la fibra como totalmente destruida cuando su resistencia es aproximadamente un cuarto del valor inicial a la temperatura normal; la destrucción completa no se presenta hasta los 18 meses y a 140° al cabo de dos horas.

Preparación del ácido bromhídrico

Un nuevo procedimiento, debido a M. Barnes, ha venido a simplificar la obtención del ácido bromhídrico que era, hasta ahora, engorrosa y complicada. Consiste este procedimiento en verter poco a poco el bromo sobre una papilla espesa formada por fósforo rojo y una solución de bromuro potásico en agua. El ácido bromhídrico que se desprende se hace pasar por un tubo en V lleno de la misma papilla, en donde se purifica. Como se ve el procedimiento no puede ser más sencillo y, al mismo tiempo, tiene la ventaja de que los aparatos en que se verifica no llevan ningún órgano de caucho ni otra materia orgánica que sería rápidamente destruida por el ácido bromhídrico.

J. B. DE AGUILAR-AMAT.

Electricidad

Redes de distribución de energía eléctrica

Una nueva fórmula para su extensión

Cuando se trata de realizar extensiones de redes de distribución ya establecidas, la mayor parte de las empresas se limitan a asegurarse de que el producto bruto correspondiente a un año, o varios años, de la extensión proyectada sea igual o mayor que el coste de ésta, no comprendidos los contadores ni los transformadores, ni las pérdidas en la distribución. Esta regla es evidentemente engañadora, ya que el coste de la explotación de una nueva extensión no es únicamente una función del gasto parcial que le corresponde.

La política más racional que pueda seguir una empresa de distribución de electricidad es la que tiende a asegurar el desarrollo del negocio, hasta el máximo posible, progresivamente y de modo que obtenga de él los mayores beneficios para la central y las mayores ventajas para la población que ésta alimenta. Estas con-

diciones pueden considerarse como realizadas cuando es aplicable la fórmula:

$$R = aI + bL + cM + dT + fK$$

en la cual R es el producto bruto anual (expresado en dólares en los ejemplos siguientes) que la extensión debe dar para ser productiva; I, el coste de la extensión, comprendidos los contadores, transformadores, postes, cables y todos los accesorios necesarios; L, la longitud de cables (expresada en pies) sin tener en cuenta su diámetro; M, el número probable de contadores, o sea de consumidores de fluido que habrán de ser servidos por la extensión proyectada; T, el número de transformadores que serán necesarios, sea el que fuere su tamaño; r, el coste del kwh. al cuadro, con recargo de un 10 por 100, por ejemplo, en concepto de beneficios; y K el número probable de kwh. que podrán venderse durante un año.

El quinto término de la fórmula, rK , debe ser cuidadosamente determinado puesto que, considerado aisladamente, representa el precio mínimo absoluto al que la corriente puede ser vendida sin pérdida. El valor de f (la pérdida por ciento) puede, en la mayor parte de los casos, determinarse aproximadamente. Aunque varíe entre los extremos de 10 y 50 por ciento, sus variaciones no afectarán mucho los resultados finales. En general, se halla comprendido entre un 20 y un 30 por ciento.

Factores que son constantes para una instalación determinada

Los coeficientes a , b , c , d y f son variables que se transforman en constantes para cada caso particular que se considere, como luego se verá.

En primer lugar, a representa la suma de los siguientes factores: tipo de interés, beneficios, depreciación, tasas especiales, en fracciones decimales de la unidad. Por ejemplo, si el valor de estos factores es como sigue:

Tipo de interés y beneficios . . .	0'075
Tipo de depreciación de la red . . .	0'100
Tasa o reserva especial	0'025

el valor de a será 0'200

Luego, b representa el gasto anual de explotación y conservación, por pie de cable, cualquiera que sea el diámetro de éste. En otros términos, b se obtiene dividiendo el gasto total anual de explotación por el número de pies de la red, comprendidos los circuitos primario y secundario.

El coste por consumidor (o por contador) y año, representado por c , se compone de los gastos de colocación y levantamiento de los contadores, inspección, reparación y pruebas de éstos, cambios de lámparas, gastos en el domicilio de los abonados, etc. gastos comerciales como cobro de recibos, lectura de los contadores, propaganda, gastos contenciosos, seguros, etc.

El valor de c , en un caso determinado, se obtiene dividiendo la suma de los gastos antes enumerados por el número de consumidores. Es de observar que este factor es uno de los de más importancia numérica de la fórmula.

El coste anual por transformador es representado por d ; se compone de los gastos de inspección, colocación, levantamiento y conservación de los transfor-

madores. El factor d se obtiene dividiendo la suma de los gastos antes indicados por el número de transformadores en uso.

En cuanto al factor f , es la unidad aumentada del tanto por ciento normal de pérdidas y energía no tenida en cuenta en la distribución, expresada como constante. Por ejemplo, si la pérdida es del 30 por ciento,

$$f = 1 + 0.30 = 1.3.$$

Aplicando la fórmula antes referida a un caso determinado en el cual los varios factores tengan los siguientes valores:

$$a = 0.20; \quad b = 0.003; \quad c = 10.00 \\ d = 1.50; \quad f = 1.3; \quad r = 0.015$$

se transforma en:

$$R = 0.21 + 0.003 L + 10 M + 1.5 T + 0.0195 K.$$

Aunque esta fórmula puede, a primera vista, parecer complicada, su sencillez aparecerá con evidencia cuando se vea que representa simplemente la suma de los varios gastos que integran el coste de explotación de la extensión de que se trata.

Aplicación de la fórmula

Consideremos, por ejemplo, un caso cuyas condiciones especiales sean las siguientes:

$$I \text{ (capital invertido)} = \$ 500; \\ L \text{ (longitud de cable)} = 5.000 \text{ pies}; \\ M \text{ (número de consumidores nuevos)} = 6; \\ T \text{ (número de transformadores)} = 1; \\ K \text{ (número probable de kwh. distribuidos)} = 900.$$

Por consiguiente:

$$R = 0.2 (500) + 0.003 (5.000) + 10 (6) + 1.5 (1) \\ + 0.0195 (900) \\ = \$ 100 + \$ 15 + \$ 60 + \$ 1.50 + \$ 5.85 \\ = \$ 193.95.$$

Lo que significa que, haciendo caso omiso de los nuevos abonados que, en un porvenir más o menos lejano, podrían obtenerse sobre la extensión proyectada, el capital invertido en su establecimiento sólo tendrá remuneración suficiente si los seis consumidores ya abonados se comprometen por un consumo anual de \$ 194, o sea \$ 32.33 cada uno.

También es interesante la aplicación de la fórmula en el caso sencillo de un servicio derivado de una línea secundaria, cuando:

$$I = \$ 10; \quad M = 1; \quad K = 150 \\ L = 100 \text{ pies}; \quad T = 0$$

Entonces

$$R = 0.21 + 0.003 L + M + 1.5 T + 0.0195 K \\ = 0.2 (10) + 0.003 (100) + 1 + 0 + 0.0195 (150) \\ = \$ 2 + \$ 0.30 + \$ 1 + \$ 2.92 \\ = \$ 6.22.$$

Este es el minimum que el consumidor deberá pagar para que el coste de la extensión quede debidamente compensado, no comprendiendo esta cantidad el consumo de energía, ni los gastos comerciales y generales. Teniendo en cuenta éstos, el producto bruto de la extensión debería ser de \$ 15 aproximadamente.

Es evidente que la norma, más o menos prudente, más o menos liberal, que la empresa adopte en su po-

lítica de extensión o desarrollo ha de reflejarse en el valor de c , pudiendo este factor variar de 1 a 15 según las localidades y las circunstancias.

Aplicación de la fórmula al porvenir

Aunque nadie puede prever con absoluta exactitud cual será, en el porvenir, el desarrollo de una empresa, el conocimiento de las estadísticas por una parte, la observación de las tendencias reinantes en una ciudad o un distrito, por otra parte, permiten a menudo formular previsiones acertadas acerca del número de abonados nuevos que podrán obtenerse en aquella ciudad o aquel distrito dentro de un determinado número de años. La aplicación de la fórmula a este caso se basa en el siguiente ejemplo en el cual

$$I = \$ 400; \quad M = 5; \quad K = 750 \\ L = 4.000 \text{ pies}; \quad T = 1.$$

En este caso

$$R = 0.2 (400) + 0.003 (4000) + 1 (5) + 1.5 (1) \\ + 0.0195 (750) \\ = 80 + 12 + 5 + 1.50 + 14.60 \\ = \$ 113.10.$$

El valor atribuido a R por evaluación era de \$ 90; la aplicación de la fórmula muestra, por consiguiente, que la extensión de que se trata, en las condiciones indicadas, proporcionaría a la empresa una pérdida anual de \$ 23.10.

Ahora bien, si existen buenas razones para pensar que, en el transcurso de tres años, podrán conseguirse seis abonados nuevos sin ulterior extensión de las líneas, la fórmula puede aplicarse teniendo en cuenta esta circunstancia y entonces tendremos:

$$R = 0.2 (472) + 0.003 (4600) + (1) 11 + 1.5 \\ + 0.0195 (1650) \\ = 94.40 + 13.80 + 11 + 1.50 + 32.20 \\ = 152.90$$

La evaluación de R da por resultado:

$$R = 11 \times \$ 11 = 198,$$

cantidad que excede en \$ 45.10 por año al gasto necesario para el servicio de los once abonados.

Durante los tres primeros años, mientras el producto de la extensión sea solamente el que corresponda a los cinco primeros abonados, la empresa sufrirá una pérdida de $3 \times 23.10 = \$ 69.30$. Pero esta pérdida se hallará compensada en término medio, dentro de un año o un año y medio a partir del momento en que se iniciará el consumo de los seis abonados nuevos. En tales condiciones es evidente que es de interés para la empresa proceder al establecimiento de la extensión de que se trata, aunque no esté asegurado, de momento, un rendimiento suficiente para remunerar el capital invertido, ni siquiera para cubrir los gastos de explotación.

H. O. NUTTING.

Reostato hidráulico para el gobierno de los motores eléctricos

El medio con más frecuencia empleado para parar o poner en marcha los grandes motores de rotores giratorios cuya operación se verifica a mano, es de una acción lenta y trabajosa y el alto precio de los disposi-

tivos automáticos para ejecutar la misma operación imposibilita, en la generalidad de los casos, su empleo. El aparato ilustrado en las presentes figuras se ha empleado en el gobierno de un motor de 450 HP; es muy sencillo y ocupa muy poco espacio. Una válvula de aire, simultáneamente, gobierna un conmutador primario accionado por aire y regula la resistencia en el cir-

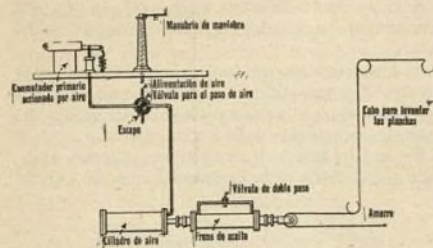


Fig. 1.—Mecanismo accionador del reostato hidráulico.

cuito del rotor levantando o bajando láminas metálicas en un reostato hidráulico de construcción especial.

Este reostato consta de un depósito de hormigón abierto por encima que contiene una solución débil de carbonato de sodio en la que se pueden sumergir tres series de láminas conectadas eléctricamente con los anillos del rotor. Como se representa en la figura 2, de un bastidor de madera están suspendidas cuatro grandes planchas de forma trapezoidal y seis más pequeñas, auxiliares. Para levantar y bajar las planchas, el bastidor que las sostiene está guiado en su movimiento por cuatro barras verticales. Las planchas están sostenidas con cierta inclinación formando diversos ángulos y con los lados más estrechos dirigidos hacia abajo, de suerte que, cuando están sumergidas, las superficies conduc-

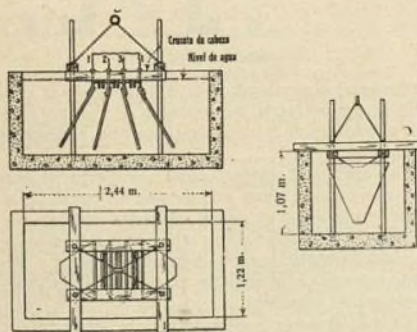


Fig. 2.—Controller de reostato hidráulico para motor eléctrico de 500 HP.

toras aumentan y gradualmente se aproximan unas a otras.

Entre las planchas grandes, por la parte superior de éstas y en conexión con ellas, se encuentran, dos a dos, las seis auxiliares más pequeñas que entran en el baño electrolítico en el preciso momento en que las mayores quedan completamente sumergidas.

La leva de las planchas se verifica mediante un ca-

ble accionado por un cilindro de aire y descienden por su propio peso con una velocidad determinada por la válvula abierta en doble paso del cilindro freno de aceite. Para gobernar el conmutador primario y el reostato hidráulico se emplea una válvula de aire, de cuatro pasos. En una posición, la válvula permite la entrada de aire en un cilindro pequeño y cierra el conmutador primario mientras se escapa el aire del cilindro del reostato de agua, bajando las planchas. En la posición opuesta el proceso es inverso.

En la figura 3, se representan curvas de puesta en marcha empleando el reostato hidráulico y un controlador de arranque automático con el mismo motor. Con

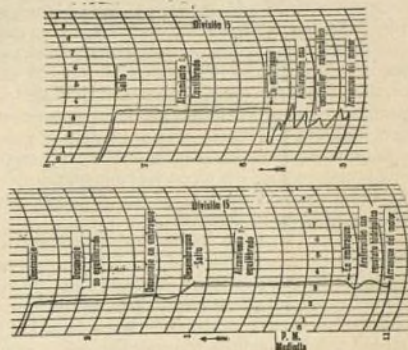


Fig. 3.—Características de arranque con controller automático y con reostato hidráulico.

el primero, la aceleración del motor se produjo en 20 segundos, contra 40 segundos empleados en el último, siendo el consumo de energía menos uniforme.

S. ANDREU, Ingeniero.

Mecánica

Las causas de error en los ensayos de resistencia al choque y la noción de fragilidad

Como resultado de un gran número de trabajos e investigaciones se había creído que la noción de resistencia precisaría lo que se entiende por "resistencia al choque"; pero el conocimiento de esta resistencia está siempre afectado por las siguientes causas de error:

1.º Con barras de dimensiones determinadas, la zona de deformación disminuye cuando aumenta la velocidad.

2.º Para una velocidad dada, la longitud de la zona deformada disminuye con las dimensiones de la barra.

3.º La relación entre la cantidad de calor desprendida y el volumen deformado aumenta con la velocidad del choque.

4.º Para una sección dada, la energía total gastada en la barra parece aumentar hasta cierto límite de la

velocidad del choque y disminuir pasado dicho límite. Este límite parece estar indicado por una rápida reducción de la zona deformada.

La fórmula de equivalencia deducida de la noción de resistencia viva (medida por un ensayo estático) indicaría, si se llevaba hasta la ruptura, que los trabajos gastados son proporcionales a los volúmenes, al paso que la consideración exclusiva de la fragilidad supone que dichos trabajos son proporcionales tan sólo a las secciones.

Según los experimentos de Charpy en el ensayo verificado hay efectos de resistencia viva y trabajo de fragilidad.

La relación de los trabajos gastados deducida de la relación de los volúmenes, indicaría la parte de energía correspondiente a la separación de los cristales que forman la interna estructura de los metales, en el supuesto de que pudieran anularse todas las causas de error, tales como los roces, los movimientos de los fragmentos de barra, la deformación de los apoyos, el calor perdido etc. Los roces y el calor perdido se pueden medir, siendo el último muy importante; la energía del útil es despreciable y la fuerza viva difícil de medir.

El efecto calorífico es más grande proporcionalmente en una barra pequeña, porque la flecha de ruptura se alcanza más pronto. En los metales frágiles la relación del efecto calorífico y el efecto mecánico es más grande; la poca resistencia parece resultar de la disminución de los desplazamientos de sustancia como consecuencia del mayor tamaño del grano del metal.

Mimsy, que ha estudiado recientemente estas cuestiones, afirma que para dar sentido a la noción de resistencia, es necesario fijar un tipo de máquinas y de condiciones de ensayo únicas y para comparar en lo posible los ensayos de barras diferentes es preciso emplear martillos diferentes y velocidades distintas buscando un coeficiente de corrección que nos permitiera eliminar *a priori* las diferencias sistemáticas.

Estos ensayos no serían nunca completamente independientes del *modus operandi*; pero a pesar de todo podrían dar excelentes datos comparativos.

J. B. DE AGUILAR-AMAT.

Nuevo carburador

Este carburador tiene la propiedad de poder dar una mezcla gaseosa de composición constante, sin emplear ningún órgano mecánico expuesto a desgaste. Lo verifica por medio de un inyector, que aspira, con una velocidad proporcional al número de revoluciones del motor, una cierta cantidad de aire comburente. Esta cantidad de aire, aspirada en las condiciones indicadas, regula la admisión de esencia de modo que, en cualquier velocidad del motor, desde 200 a 3000 vueltas, la cantidad de hidrocarburo a la mezcla resultante está siempre en una proporción constante.

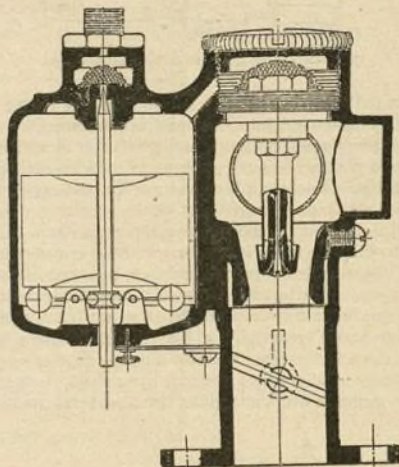
Los órganos principales que componen este carburador son: un depósito de nivel constante que alimenta al aparato mezclador, un aparato mezclador formado por un tubo rodeado por un espacio anular, hueco, con el que comunica por medio de pequeños canales oblicuos y que termina en una cámara de campana con orificios dispuestos de manera que permitan la entrada de aire en el espacio anular citado.

Cuando el motor gira produce una depresión que

ocasiona en la cámara una aspiración de aire y otra de esencia por la abertura superior del tubo; una parte del aire aspirado al encontrar la campana citada penetra por las aberturas, comprime el hidrocarburo contenido en el espacio anular y se escapa junto con dicho hidrocarburo a través de los canales oblicuos. Al atravesar estos canales el aire toma gran velocidad y al encontrar la columna ascendente de hidrocarburo la frena en razón directa de la aspiración que, a su vez, está directamente relacionada con el número de vueltas del motor.

Se concibe, pues, que dando a los canales oblicuos una sección y una inclinación convenientes se pueda mantener constante, a pesar del número de vueltas del motor, la composición de la mezcla gaseosa.

Encima del tubo va fija una pieza de forma apropiada que en unión de la campana forma un espacio



Carburador Gobbi.

anular cuyas dimensiones se determinan según la cantidad de aire necesaria; un regulador de mariposa regula el volumen de la mezcla gaseosa que necesita el motor.

Este aparato se completa con un tubo especial que, cuando el regulador está completamente cerrado y el motor funciona con un mínimo de revoluciones, proporciona la mezcla explosible tomando el aire en la cámara del mezclador, mezclándolo con la esencia y llevando la mezcla a los cilindros por una abertura situada encima del regulador.

Cuando el motor acelera la marcha, el regulador destapa la abertura superior del tubo auxiliar y entonces las dos aberturas se encuentran sometidas a la misma presión, que es la de la cámara del mezclador y, por lo tanto, cesa la aspiración por el tubo auxiliar.

Nuevos modelos de biplanos

En una de las últimas Exposiciones de Aviación figuraron dos interesantes biplanos, de construcción verdaderamente moderna, presentados por los señores A. V. Ros & Cia., de Manchester. El uno era del tipo de

Física

Representación gráfica de los focos de luz coloreada

Se han ideado muchos procedimientos para clasificar los focos de luz y para representarlos gráficamente tomando como base la relación de sus colores fundamentales comparados con la luz solar. Bloch preconizó una representación gráfica tomando dos ejes de coordenadas rectangulares y representando la relación $\frac{\text{rojo}}{\text{verde}}$ por las ordenadas y la relación $\frac{\text{azul}}{\text{verde}}$ por las abscisas; la línea que une el origen con el punto 100% representa el verde puro, el punto α representa el amarillo absoluto y los puntos representativos del rojo absoluto y del azul absoluto están alejados indefinidamente. En este método no pueden representarse algunas llamas, como la del litio, por ejemplo, más que recurriendo a escalas muy pequeñas. En vista de este inconveniente se ha inventado el método llamado del triángulo de colores de Maxwell; método que se funda en la propiedad de los triángulos equiláteros de que la suma de las normales a los lados trazadas por su parte interior es constante e igual a la altura de dichos triángulos; cada lado del triángulo representa uno de los tres colores rojo, azul y verde dando por sentado que la mezcla igual y perfecta de azul, rojo y verde nos da el color blanco, tendremos que el centro del triángulo representará la luz blanca, cada vértice un color fundamental absoluto, el vértice izquierdo será el rojo, el de la derecha el azul y el superior el verde; cada punto de la altura trazada por el vértice rojo representará un rojo mezclado de blanco en tanta proporción cuanto sea su proximidad al centro que ya sabemos representa el blanco absoluto y así los otros colores; de este modo un punto cualquiera, del interior del triángulo, representa un color dado y sus distancias a los lados designarán el tanto por ciento del color fundamental representado por el lado en cuestión. Las mezclas de dos colores se encuentran en la línea que une los puntos representativos de dichos colores, y cuando la línea pasa por el centro los colores son complementarios; la prolongación de la altura bajada por el vértice azul más allá del centro da el color amarillo y su intersección con el lado rojo verde dan el amarillo absoluto. Representando los tres colores por sus iniciales: $a = \text{azul}$, $v = \text{verde}$ y $r = \text{rojo}$ podremos escribir:

$$a + v + r = 1$$

y representar la luz de los focos, cualesquiera que sean.

La luz de algunos de los focos más conocidos se puede anotar del modo siguiente:

Luz solar con día cubierto	$r = 0,333$	$v = 0,333$	$a = 0,333$
Buía eléctrica	$r = 0,776$	$v = 0,167$	$a = 0,057$
Lámpara de filamento de carbono y de 4 vatios por buía.	$r = 0,705$	$v = 0,206$	$a = 0,089$
Lámpara de filamento de carbón de 3 vatios por buía.	$r = 0,686$	$v = 0,216$	$a = 0,098$

Lámpara de filamento metálico de 1 vatio por buía.	$r = 0,643$	$v = 0,237$	$a = 0,012$
Arco de llama blanca.	$r = 0,423$	$v = 0,369$	$a = 0,208$
Arco de vapor de Hg, tubo de cristal.	$r = 0,064$	$v = 0,706$	$a = 0,023$
Arco de vapor de mercurio, tubo de cristal, pantalla de redamina.	$r = 0,170$	$v = 0,619$	$a = 0,211$
Luz de Moore al anhídrido carbónico.	$r = 0,290$	$v = 0,342$	$a = 0,368$
Luz de Moore al neon.	$r = 0,955$	$v = 0,425$	$a = 0,025$

Metalurgia

Las transformaciones del hierro y de los aceros por la acción de temperaturas elevadas

Los sabios japoneses Kotaro Honda y Hiromu Takagi han estudiado recientemente la imantación de varios aceros recocidos, en función de la temperatura y del tiempo con el fin de reconocer si el fenómeno térmico que acompaña al paso del estado α al estado β corresponde de un modo exacto al intervalo en que tiene lugar la rápida disminución del magnetismo.

Para verificar sus experimentos operaron calentando muy uniformemente muestras cilíndricas de 3 cm. de longitud por 1 cm. de diámetro y midieron la imantación por el procedimiento magnetométrico, compensando el efecto de las bobinas sobre el magnetómetro e imantando la muestra por una corriente de 3 amperios que daba 159,6 gaussios. Una vez imantada la muestra la calentaban anotando la relación entre las temperaturas y las desviaciones del magnetómetro. Los aceros ensayados tenían de 0,14 a 1,15 % de carbono y las cantidades normales de manganeso y silicio y el hierro era hierro puro.

El hierro puro dió en dos puntos desprendimiento de calor y el segundo de ellos correspondió a la rápida disminución del magnetismo.

En el acero notaron una extensión de la zona de transformación $\beta - \alpha$ magnética sin que hubiera discontinuidad alguna en la separación eutéctica.

Las transformaciones $\alpha\beta$ tienen lugar a temperatura igual al calentamiento y al enfriamiento y difieren en 40° por 0,2 % de carbono de la temperatura de la separación eutéctica.

La transformación $\gamma - \alpha$ se extiende desde 790° a la eutéctica; para 0,3 % de carbono el desprendimiento de calor no corresponde a ninguna variación de la imantación.

En los aceros con 0,6 a 0,8 % de carbono la transformación $\epsilon - \alpha$ empieza a los 795° y la imantación va creciendo.

El aumento de la imantación es brusco en el momento de la eutéctica y al mismo tiempo se manifiesta una sobrefusión cristalina.

El compuesto Fe_3C más allá de la temperatura de separación eutéctica parece no ser magnético. Los ace-

ros ricos en carbono y los aceros al tungsteno dan los mismos resultados.

En el hierro el paso $\beta - \alpha$ es muy rápido y en los aceros su duración está en razón directa de la cantidad de carbono y lo mismo acontece con la transformación $\gamma - \alpha$. El desprendimiento de calor de $\beta - \alpha$ y $\gamma - \alpha$ no se nota en los aceros. La separación eutéctica va acompañada de acción calorífica y de acción magnética simultánea y la temperatura varía de 10° a 40° entre el calentamiento y el enfriamiento. Los fenómenos de recalcancia son debidos, al parecer, a la separación de los elementos hierro y cristales mixtos y no a los pasos $\beta - \alpha$ ó $\gamma - \alpha$.

Empleo del carbon pulverizado en los hornos metalúrgicos

El empleo del polvo de carbón para la combustión en los hornos, ha estado en uso desde hace tiempo, allende el Atlántico en los hornos de cemento y hoy día empieza a introducirse en los procedimientos metalúrgicos.

El método para la combustión del polvo de carbón consta de cuatro operaciones distintas.

1.ª *Desmenuzamiento* que consiste en romper el carbón en trozos pequeños; esta operación puede suprimirse utilizando menudo de carbón.

2.ª *Secado*. Aunque puede emplearse carbón algo húmedo los mejores resultados se obtienen con combustibles perfectamente secos o con un 0,5 % a 1 % de humedad. El carbón húmedo presenta dos grandes inconvenientes; la facilidad de apelmazarse y formar grumos, lo que interrumpe la explotación y un descenso en la temperatura de la combustión, descenso que origina un mayor consumo de combustible.

El secado se efectúa, por regla general, en cilindros giratorios en los cuales se expone el carbón a la acción de los gases calientes que se escapan de un hogar ordinario. El consumo de combustible es de 1 a 2 kilogramos por cada 100 kg. de carbón seco.

3.ª *Pulverización*. Esta se efectúa en aparatos pulverizadores de dos tipos distintos; la operación del polvo de carbón se obtiene en unos por un tamizado y en otros por la acción de una corriente de aire puesta en movimiento mediante un ventilador. Cuanto más fino es el polvo de carbón tanto más satisfactorios son los resultados de su empleo, pues circula mejor por los conductos, su mezcla y arrastre por el aire es mejor y su combustión mas perfecta.

El polvo que da mejores resultados es aquel que un 80 % pasa a través de un tamiz de 30 mallas por centímetro cuadrado.

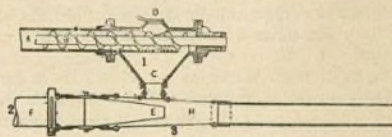
4.ª *Llegada de carbón al hogar*. El polvo de carbón se lleva al hogar por medio de un tornillo sin fin y se lanza por medio de una corriente de aire que engendra un arrastre y una proyección de polvo; la presión del aire no debe ser muy grande, bastan unos 8 cm. de agua en el tubo principal y unos 4 cm. en el hogar. Si la presión es mayor la llama alcanza temperaturas demasiado elevadas y la mampostería de los hornos se destruye con rapidez.

Para evitar la interrupción de la marcha de los hornos que originaría forzosamente el paro de los pulverizadores por averías y reparaciones se debe tener

una cantidad de polvo de carbón almacenada capaz para el consumo de 15 horas como mínimo. En el almacenaje del polvo de carbón debe tomarse toda clase de precauciones destinadas a evitar la inflamación espontánea, siendo la mejor que los depósitos sean metálicos y estén bien ventilados.

El carbón empleado para ser quemado en polvo debe tener un 30 % de materias volátiles como mínimo y un 10 % de cenizas como máximo, pues si se empleara carbón de peor calidad, los conductos de humo se ensuciarían mucho y la explotación sufriría retrasos por la forzada limpieza de los mismos.

De todos los aparatos empleados para la combustión del carbón en polvo el que hasta ahora ha dado mejores resultados es el mechero o quemador Daun, el cual se funda en lo dicho anteriormente, es decir, en llevar mediante un tornillo sin fin el polvo de carbón al seno de un chorro de aire y la mezcla de aire y carbón mediante un tubo al hogar donde gracias a la temperatura elevada que irradian las paredes entra en ignición. Los principales inconvenientes consisten en la repartición uniforme del carbón y en mantenerlo en suspensión en el chorro de aire. Estos inconven-



nientes están solventados en este aparato, que consta de un tubo A por el que llega el polvo de carbón arrastrado por el tornillo sin fin y que pasa a la cámara de mezcla C desde donde mezclado con el aire que penetra por la válvula D cae delante del tubo E por donde sale el chorro de aire comprimido que se regula por medio de la válvula C. La mezcla de aire y carbón se lleva al hogar con el tubo H.

Si se dejara caer el polvo de carbón directamente desde el tornillo sin fin al extremo del tubo de inyección de aire, la caída sería irregular debido a la adherencia de las partículas de carbón entre sí; para evitarlo se hace pasar el polvo de carbón a través de una placa perforada; además el aire que entra por la válvula D gracias a la succión verificada por el chorro de aire que sale por E, se mezcla con el polvo en la cámara C y de este modo se consigue que la mezcla de carbón y aire no dependa exclusivamente del chorro de aire comprimido y puedan regularse perfectamente la cantidad de carbón, la de aire y la de mezcla con lo que se obtiene una combustión perfecta y se evita que la llama se propague al interior del tubo H como consecuencia de una mezcla desigual de aire y carbón.

La longitud del tubo H es regulable y la distancia de su extremo a la pared del hogar tiene una influencia grandísima en la forma de la llama.

Las principales ventajas del empleo del carbón en polvo son: 1.ª la continuidad de la acción del horno por supresión de las escorias y de la limpieza; 2.ª la constancia y uniformidad del calor desarrollado; 3.ª la supresión de los humos como consecuencia de la combustión completa; 4.ª la producción del calor en el punto mismo en que debe utilizarse; 5.ª una economía

de 50 %, con relación al carbón quemado en un hogar ordinario cargado a mano.

Los inconvenientes son: 1.º el número de operaciones y de reparaciones algo costosas que alcanzan un total de 2,50 ptas. por tonelada; 2.º la posibilidad de incendios y explosiones debidas a la inflamación espontánea del polvo de carbón en suspensión en el aire o almacenado en los depósitos.

Este procedimiento se presta admirablemente para emplearse en los establecimientos metalúrgicos y en las fábricas de cemento; pero no para los hogares de calderas de vapor por las grandes temperaturas que se desarrollan con el mismo.

Las temperaturas de recocido

Las leyes del recocido son mucho más conocidas que las del temple, gracias a los trabajos e investigaciones de Charpy, Grard, L. Chatelier, Praslon, Rose, Thewrston, etc.

El método que siguieron la mayoría de estos investigadores consistía en deducir los progresos del recocido de las variaciones que experimentan la carga de ruptura o el alargamiento de alambres o láminas templadas y sometidas a temperaturas variables y crecientes.

Se ha demostrado que las variaciones de la carga de ruptura o de alargamiento son poco sensibles para temple débiles, por lo que se ha juzgado conveniente estudiar el recocido mediante mediciones sucesivas de la dureza.

Siguiendo este método se han demostrado las leyes del recocido que son las siguientes:

1.º El recocido no es un fenómeno instantáneo, tiende hacia un límite al que no llega hasta al cabo de cierto tiempo, a veces muy largo, y que caracteriza la temperatura del recocido.

2.º Cuando se hace variar la temperatura, el recocido es tanto más completo y tanto más rápido cuanto más elevada es la temperatura.

La consecuencia de la segunda ley es que en la industria y en los laboratorios se tiene tendencia a exagerar la temperatura del recocido para disminuir su duración. En los experimentos que dieron origen a esta nota se procuró determinar las temperaturas mínimas en que empieza el recocido.

Estas temperaturas varían con el temple primitivo del metal. Se recoció completamente láminas de plata pura y luego se les dió a cada una de ellas temple diferentes y se las calentó durante 4 horas a temperaturas determinadas, anotando cuidadosamente las diferencias de dureza.

En el cuadro I se ve que las temperaturas en que principia el recocido son mucho más bajas de lo que suele suponer, toda vez que la plata más templada se modifica ya a 100° y a esta temperatura se sostiene 4 horas; además la temperatura del principio varía considerablemente con el temple inicial; en el citado cuadro varió desde 100° a 210°.

El metal más templado empieza a recocerse a la temperatura más baja y su recocido se acelera de tal modo que, a igualdad de temperatura, su dureza es inferior a la de los metales menos templados.

Operando con láminas de aluminio y de cinc se ha

llegado a resultados absolutamente concordantes con los de la plata.

Para saber si la duración de 4 horas en el recocido era suficiente para determinar la temperatura mínima y si una mayor duración proporcionaría temperaturas más bajas se hicieron experimentos con láminas de cinc y de plata que se calentaron a temperaturas constantes durante tiempos crecientes. El cuadro II da los resultados obtenidos con el cinc.

De esto se deduce que conviene prolongar la duración de la calda para poner en evidencia el recocido a baja temperatura. Si nos hubiéramos contentado con calentar el cinc solo 3 horas hubiéramos creído que a 78° el cinc no se modificaba, mientras que al cabo de 13 horas a dicha temperatura experimenta un recocido considerable; la plata se porta del mismo modo; una lámina de plata 57,7 no varía después de estar a 100° durante 7 horas; pero después de un período de 14 horas su dureza era 49,6 y así se conservó después de una calda que duró 5 horas.

CUADRO I

Grados	DUREZAS						
	77,5	65,5	57,7	50	48	45	28,4
15	77,5	65,5	57,7	50	48	45	28,4
78	»	»	»	»	»	»	»
100	74,1	»	»	»	»	»	»
111	60,5	60,5	»	»	»	»	»
137	49,8	55,5	55,5	»	»	»	»
142	37,6	53,3	49,6	48	»	»	»
158	36	50,5	»	46	46	»	»
210	35,3	46,1	43	43	44,5	40,2	»
222	27	36,4	40,2	40,2	41,6	37,6	»

CUADRO II

Tiempo	66°	78°	100°	125°	200°
0'	32'2	30'4	33,1	32,2	34,2
10'	»	»	»	31,3	26,3
20'	»	»	»	30,4	24,2
40'	»	»	»	29,5	23,5
1 h.	»	»	30,4	27,7	22,9
2 »	»	»	29,5	26,3	22,4
3 »	»	»	28,6	25,3	21,3
4 »	»	30	26,3	24,5	»
5 »	»	20'5	»	»	»
9 »	»	27,7	»	»	»
13 »	»	26,3	»	»	»
15 »	»	»	»	»	»

Dorado del hierro

Los objetos de hierro necesitan ser previamente cobreados galvanicamente o por sencilla inmersión. Después se hace uso en caliente, a temperatura de 60° a 70°, de un baño de oro preparado con lo siguiente:

Agua destilada	2 l.tros
Bisulfito sódico	20 grs.
Fosfato sódico	120 »
Cianuro de potasio	2 »
Cloruro de oro	2 »

Dorado del acero y de la fundición

Se procede como en el caso anterior, pero la capa de cobre con que se recubre previamente al objeto puede ser muy ligera.

Procedimientos industriales

Las emulsiones cosméticas

Existe en el arte de la perfumería diversos géneros de mixturas emulsionadas. Los cold-creams son emulsiones pastosas de pomada en un agua perfumada. Un gran número de dentífricos y aguas de tocador que se venden bajo forma de soluciones alcohólicas, son, para su empleo, transformadas en emulsión por mezcla con una masa relativamente grande de agua. No nos ocuparemos aquí de las «leches» o emulsiones y perfumes vendidas bajo forma líquida por completo y muy estable.

En principio, nada hay más fácil que obtener una emulsión suavizante del cutis, suficientemente estable; el agua de jabón, una mezcla de agua y sulforricinato cualesquiera, una solución muy débil de carbonato alcalino o de gas amoníaco, llevados a la ebullición con cera de abejas: con ello obtendremos otras tantas «leches» utilizables en perfumería. En la práctica, no obstante, la necesidad de obtener emulsiones muy opacas, de añadir a las mixturas ciertos constituyentes olorosos o suavizantes con vistas a la obtención de un efecto útil, todo ello hace más difícil la preparación de leches. Las distinguiremos en diferentes categorías, a saber:

El *jabón* sirve para emulsionar las materias grasas a base de ácidos grasos y de glicéridos; los jabones de aceites sulfonados—en particular el sulforricinato de amoníaco—son convenientes para emulsionar las esencias perfumadas.

Las *saponinas* poseen un poder emulsionante considerable: en la práctica no se emplea la saponina del comercio, mucho más cara, sino la tintura del Panamá, que se podría reemplazar económicamente por extractos de *Sapindus*. Las saponinas lo emulsionan todo, particularmente los alquitranes, las resinas y los bálsamos.

Las *colas y gomas* que dan viscosidad al líquido soporte de las partículas emulsionadas, facilitan la estabilidad de las mezclas; las gomas tragacanto y arábicas convienen para la vaselina, lanolina, aceites esenciales, y aceites grasos.

La *albúmina y caseína* cuyo papel es verosímilmente análogo al de los espesantes gomosos, pueden servir para facilitar la emulsión de los aceites. Combinase frecuentemente su acción con la de otros emulsionantes más activos.

Finalmente, los *tratamientos mecánicos* son utilizados frecuentemente. Su acción es considerable: un batido prolongado dividiendo hasta el límite extremo las partículas en suspensión hace a la emulsión bastante más estable. Parece que desde este punto de vista la industria cosmética debiera utilizar y sacar provecho de los aparatos utilizados para homogeneizar la leche por proyección violenta y rápida de un chorro fino sobre una superficie de ágata. No se conoce, a pesar de ello, ninguna tentativa hecha para ensayar la realización de tal estabilización. La trituration, tan frecuentemente empleada en otros tiempos con las almendras para preparar la leche, es, a decir verdad, más que otra cosa, un medio de desagregar una masa compacta; la puesta en suspensión de las groseras partículas de este

modo obtenidas es debida a la acción de un fermento soluble: la emulsina especial de las almendras, y cuyo poder emulsionante es comparable al de las saponinas.

Mejor que describir una larga exposición metódica del modo y forma de preparar las diversas leches cosméticas hoy en uso, expondremos sucesivamente cortas recetas escogidas de los diversos procedimientos empleados para obtener todas las variedades comerciales de estas emulsiones, y de este modo será fácil a nuestros lectores elegir la fórmula que más les convenga.

Leches de tocador «acéticas»

Son productos que pasan a la vez por vinagres y emulsiones ordinarias. He aquí la fórmula mejor:

Alcohol de 90°	2 kilogramos
Acido acético cristallizable	400 gramos
Esencia de bergamota	40 —
— de espliego	10 —
— de vainilla	10 —
Almizcle	1 —
Agua de rosas	4 litros

Alcohol de 90°	2 litros
Agua de rosas	4 —
Acido acético cristallizable	400 gramos
Esencia de bergamota	40 —
— de espliego	10 —
Tintura de vainilla	10 —
Almizcle artificial	1 —

Estos productos se emplean en dosis de algunas gotas en el agua de tocador.

Leche de almendras

Cerbelaud publicó una receta madre, que es el modelo sobre el cual se basan todas las demás. Se escalan 250 gramos de almendras y trituran en un mortero de mármol. Retíranse aproximadamente las dos terceras partes y se vierte sobre el resto una mezcla fundida en el baño de maría de 10 gramos de blanco de ballena, otro tanto de cera de abejas blanqueada y la misma cantidad de jabón blanco raspado. Tritúrase vivamente y se añade a la pasta homogénea el resto de almendras, prosiguiendo la trituration a la vez que, poco a poco, se añade una mezcla de:

Agua destilada	700 gramos
Agua de rosas	150 —
Agua de azahar	50 —
Alcohol de 90°	50 —
Tintura de iris al 25 %	40 —
Extracto de jazmín	10 —
Goma	5 —

Se pasa a través de un tamiz fino, se tritura el residuo con un poco de agua destilada, vuélvese a filtrar y se lava, si hay lugar, de modo que complete el volumen de un litro.

La leche de almendras tipo, o emulsión de almendras, se prepara con:

Almendras dulces mondadas	50 gramos
Azúcar blanco	50 —
Agua	1000 —

Triturar las almendras en el mortero con un poco de agua para formar una pasta fina, diluir luego con el resto de agua y pasar por tamiz. Púedese añadir tintura

de benjuí para que se conserve mejor. Esta leche es la base de todas las preparaciones similares.

La receta siguiente da un excelente producto:

Blanco de ballena	3 gramos
Cera roja extra	3 —
Jabón blanco de Marsella	3 —
Almendras dulces trituradas	40 —
Agua destilada	100 —
Agua de rosas	100 —
Agua de laurel real	50 —
Acido salicílico	0'10 —
Esencia de verbena extra-fina	0'50 —

Leche de almendras amargas

Askinson recomienda preparar este producto haciendo fundir al baño de maría:

Jabón blanco	130 gramos
Aceite de almendras	130 —
Cera	130 —
Espermacti	130 —

Añadir una masa que se hará triturando 150 gramos de almendras amargas mondadas, diluyendo luego en 5 litros de agua de rosas. Añadir finalmente la mezcla:

Alcohol de 90°	2 litros
Esencia de almendras amargas	15 gramos
— de bergamota	30 —
— de limón	15 —

Puédese obtener del mismo modo una leche de rosas substituyendo el aceite de almendras amargas por aceite de olivas, empleando almendras dulces y substituyendo las diversas esencias por 10 gramos de esencia de rosa.

Según Piesse, esta leche se prepara del modo siguiente:

Almendras amargas mondadas y trituradas	275 gramos
Cera blanca	15 —
Espermacti	15 —
Crema de jabón de aceite de olivas o de almendras	15 —
Agua destilada	1 litro
Alcohol de 60°	4 —
Esencia de almendras	1 gramo
Esencia de bergamota	3 —

El jabón raspado es caldeado al baño de maría con un poco de agua de rosas. Añádese en mezcla homogénea cera y espermacti en fragmentos gruesos, removiendo de vez en cuando. De otra parte se hace una emulsión moliendo finamente las almendras, sobre las cuales se hace manar poco a poco el agua de rosas. Déjase caer esta emulsión en la pasta grasa triturando sin cesar, y operando del mismo modo se añade luego el alcohol perfumado.

Leches antifélicas

Estas emulsiones, además de su acción suavizante, tienen por efecto hacer desaparecer los puntos negros del cutis, producidos como es sabido por un parásito que anida en la piel. De hecho, todas ellas contienen bicloruro de mercurio, que es un violento tóxico. Por esto los higienistas coinciden en prohibir su empleo.

He aquí la fórmula que da Cerbelaud de una de estas preparaciones:

Sublimado corrosivo	1 gramos
Oxido de plomo hidratado	10 —
Agua alcanforada	1000 —

Muélese finamente el óxido de plomo, y luego se añade gradualmente el agua para obtener una mezcla homogénea, y finalmente se añade el sublimado en solución caliente hecha a parte. El producto es tóxico y para el uso externo sólo es vendible por los farmacéuticos.

Puédese obtener una leche relativamente inofensiva añadiendo a un litro de agua destilada, cuatro yemas de huevo y:

Alcohol de 90°	50 gramos
Subacetato de plomo de 30°	10 —
Bicloruro de mercurio	5 —
Alcanfor	5 —
Sulfato de cinc	10 —

Para el uso, humedecer la piel por la noche, dejando secar antes de acostarse.

El agua de belleza de Bargasse es una leche antifélica compuesta de:

Agua de rosas	250 gramos
Bicloruro de mercurio	1 —
Clara de huevo	40 —
Alcanfor	1 —
Sulfato de cinc	4 —
Acetato de plomo	4 —

La sal de mercurio se disuelve en suficiente cantidad de alcohol antes de ser mezclada con los demás productos.

Otra leche antifélica más violenta se prepara con:

Alcanfor	50 gramos
Sal amoníaco	25 —
Bicloruro de mercurio	5 —
Clara de huevo	100 —
Agua de rosas	1000 —

Según el repetido Cerbelaud, una imitación perfecta de la antifélica más extendida en la actualidad, la leche Candés, puede ser preparada triturando en el mortero 30 gramos de óxido de plomo hidratado, con un poco de agua saturada de alcanfor y eventualmente 30 gramos de glicerina; pero en caso de añadir este último producto se aconseja operar con rapidez para evitar se condense la masa. Se vierte sobre la masa homogénea aproximadamente un litro de agua saturada de alcanfor, en la cual se hace disolver 3 gramos de bicloruro de mercurio. No añadir jamás albúmina, que provocaría la formación de sulfuro negro. Se emplea muy diluida como agua de tocador, o solamente sobre la parte invadida por los puntos negros. La epidermis se exfolia poco a poco. El empleo prolongado de este producto resultaría peligroso.

Leche de cohombro

Hacer disolver en el baño de maría hasta la perfecta homogeneidad, una mezcla de:

Jabón blanco	30 gramos
Aceite de olivas	30 —
Cera	30 —
Espermacti	30 —

Incorporar 500 gramos de almendras dulces mondadas y molidas finamente. Añadir poco a poco y agitando 2 litros de zumo fresco de cohombro, y luego una mezcla de:

Esencia de cohombro.	10 gramos
Glicerina.	200 —
Acido salicílico.	3 —
Alcohol de 90°	1000 —

Dermophilax

Según Cerbelaud, el producto expuesto bajo este nombre por la casa Robert es análogo a la mixtura compuesta de:

Glicerina de 30°	300 gramos
Alcohol de 40°	50 —
Agua de azahar.	50 —
Agua de rosas.	600 —
Solución al 1 por 100 de sulfofuchina.	5 —
Solución al 1 por 100 de eosinato de potasa	10 —
Esencia de geranio rosa	10 —

Mezclar, agitar fuertemente, añadir 5 gramos de caolín y filtrar sobre papel mojado.

Otra leche de «belleza»

He aquí una fórmula extremadamente sencilla:

Tintura de benjuí.	15 gramos
Bálsamo de la meca	15 —
Agua de rosas.	250 —

Mézclase simplemente y se agita con fuerza.

Leche de glicerina

Esta preparación de tocador se prepara del modo siguiente: Diluir por completo 80 partes de almidón con 12 de glicerina, caldear al baño de maría removiendo constantemente hasta que la mezcla tome una consistencia gelatinosa. Anádese luego 80 partes de almidón, y se vierte, agitando bien, 400 partes de agua destilada. Púedese perfumar con 20 partes de goma benjuí.

Leche de iris

Cerbelaud preconiza la fórmula siguiente:

Jabón amigdalino	50 gramos
Sulforricinato de sosa	50 —
Esencia de iris.	2 —
Tintura de benjuí al 20 %	30 —
Agua de rosas.	870 —

En la mayor parte de los laboratorios de perfumería se opera haciendo liquidar, por trituración en una cápsula caldeada al baño de maría, 80 gramos de una mezcla en partes iguales en peso de jabón de Marsella, espermaceti y cera de abejas blanqueada, procurando que esta pasta líquida quede perfectamente homogénea, y sin cesar de remover se añade a la misma una mezcla de:

Agua destilada de rosas	1500 gramos
Tintura de quillaya	50 —
— de iris	200 —
— de benjuí.	40 —
Ionona.	2 —

Leche de tocador, al jazmín

A 250 partes de agua se añade gradualmente, removiendo continuamente, 10 partes de blanco de cinc y de 1'5 a 2'5 de glicerina. Hay que añadir en seguida alcohol rectificado en cantidad suficiente para obtener la apariencia lechosa, completándose el preparado con la adición de una parte de jazmín.

Leche a la lanolina

He aquí, según *La Nature*, cómo conviene preparar el producto: amasar cuidadosamente, y durante cierto tiempo 40 gramos de grasa pura, 25 de aceite de coco, 8 de borax en polvo, 35 de jabón medicinal pulverizado con 80 gramos de agua caliente. Dildyese poco a poco con 400 gramos de agua de rosas y otro tanto de agua de azahar templada. No resta más que perfumar con 5 gotas de esencia de bergamota y 5 de tintura de almizcle.

Leche de jugo de amargón y cohombros

Se prepara, como las mixturas del mismo género, con:

Almendras dulces mondadas y trituradas.	200 gr.	100 gr.
Aceite verde de olivas	50 »	10 »
Cera.	50 »	10 »
Jabón de aceite de olivas.	50 »	10 »
Agua de rosas	500 c.c.	
Zumo de raíces de amargón	25 gr.	
Zumo de cohombros.		500 c.c.
Espíritu de tuberosa.	200 »	
Alcohol		200 gr.

El jugo de raíces de amargón debe ser fresco y reciente. El jugo de cohombros debe llevarse a la ebullición, enfriado en seguida rápidamente y filtrado con muselina fina.

Leche de alfónsigo

Parece ser indicada para avivar la frescura de la tez:

Alfónsigos de España.	100 gramos
Infusión de violeta	1000 —
Esencia de azahar.	30 c.c.
Jabón de palma	25 gramos
Aceite de olivas verdes	25 —
Cera	25 —

Leche de rosas

La leche de rosas se prepara haciendo fundir a fuego suave:

Blanco de ballena	30 gramos
Cera de abejas.	30 —
Jabón blanco raspado	30 —

Se vierte el líquido en un mortero que contenga 140 gramos de almendras molidas (diez veces más de amargas que de dulces), se amasa agitando continuamente, y se incorpora 420 gramos más de almendras en la misma mezcla, molidas también. Anádese finalmente, sin dejar de remover, una mezcla de 100 centímetros cúbicos de agua de rosas y 2 litros de agua. Pásase en seguida a través de un lienzo tupido, y el residuo se muele de nuevo y filtra.

Otra leche de rosas puede ser preparada con 2 litros de agua de rosas y:

Almendras blanqueadas y mondados	500 gramos
Cera blanca	30 —
Espermacti	30 —
Jabón de aceite de olivas	30 —
Geraniol	1 —
Alcohol de 90°	200 —

Se opera del mismo modo que para la receta anterior, disolviendo el geraniol en el alcohol.

Leche virginal

Designase bajo este nombre una emulsión que huele a benjuí, mirra, ámbar u otro perfume del mismo género. Púedese obtener de modo muy sencillo, añadiendo a un litro de agua de rosas o de otra cualquier agua destilada, 25 a 30 gramos de tintura de benjuí. De hecho las leches son frecuentemente preparadas según fórmulas algo más complejas. He aquí algunos ejemplos:

Agua de rosas	2 litros
Tintura de benjuí	800 gramos
Glicerina de 30°	300 —

Según Piesse, añadir poco a poco 1 litro de agua de rosas o azahar a 15 o 20 gramos de tintura de Tolú o de benjuí. Obiténesse de este modo una emulsión muy estable, mientras que vertiendo la tintura en el agua fórmasse un precipitado grueso.

Según el doctor Menin, se añade, a 900 gramos de agua de rosas, una mezcla de:

Tintura de mirra	10 gramos
— de opoponax	10 —
— de benjuí	10 —
Esencia de limón	4 —

luego, removiendo fuertemente y sin cesar, la suficiente cantidad de tintura de quillaya para hacer estable la emulsión formada.

Las leches virginales llamadas «dobles» y «compuestas», muy en boga en otros tiempos, han decaído bastante y hoy apenas se emplean. Se las prepara con una infusión especial hecha previamente, por digestión de diversos productos aromáticos en alcohol. He aquí una fórmula (Lunel):

Hácese digerir durante 15 días en un frasco bien tapado conteniendo cuatro litros de alcohol de 30° y guardado en una habitación templada:

Benjuí en lágrimas	75 gramos
Estoraque en panes	250 —
Juncia	325 —
Aléfi	30 —
Canela	60 —
Nuez moscada	2 —
Simiente de ambarilla	60 —
Calamo	60 —
Ambar	4 —
Almizcle	4 —

Se pone esta mezcla en infusión con 10 litros de alcohol de 80° durante un mes, removiendo de vez en cuando y filtrando por fin.

De este modo se obtiene en vez de leches emulsionadas, soluciones limpiadas. Aquellas son preparadas

en el momento de su empleo añadiendo extracto al agua de tocador, y a la sazón en realidad poco importa que la emulsión sea o no perfectamente estable. Pero se puede también en perfumería emulsionar la infusión echando mano de agua destilada jabono-glicerinada para hacer al producto prolongadamente persistente. He aquí, para hacerlo, cómo opera Durvelle:

Poner en infusión durante unos quince días en tres litros de alcohol de 95°:

Benjuí	300 gramos
Estoraque	300 —
Canela	60 —
Almizcle	3 —
Ambar	3 —

Filtrese y añádese una mixtura homogénea preparada con:

Jabón	75 gramos
Glicerina	1 litro
Agua de azahar	1 —
Acido salicílico	6 gramos

Fórmulas racionales de emulsiones cosméticas

Nos parece necesario para dar fin al presente estudio, y para permitir una interpretación racional de las fórmulas copiadas, insistir sobre algunas reglas generales fáciles y convenientes de seguir en la práctica.

Los jabones y los sulforricinatos serán preferidos en principio a los saponoides, muy caros; a las gomas, que perjudican la fluidez de las emulsiones y a las materias nitrogenadas fácilmente alterables. Se preferirá naturalmente perfumes sintéticos y esencias naturales a las primeras materias, de las cuales hay que extraer el perfume en el curso de la preparación.

Conviene poner las emulsiones en frascos opacos, a causa del aspecto siempre poco agradable y del peligro que hay de dejar ver la inestabilidad de ciertas mezclas. Es preferible el vidrio opal, puesto en boga, por otra parte, por la mayor parte de los perfumistas extranjeros.

Pintura para tejados

En un recipiente de hierro pónese a fundir a fuego directo, 190 kgs. de resina americana añadiendo gradualmente 100 kilogramos de aceite de antraceno. Retírase del fuego y se vierte en el recipiente 60 kilogramos de benzol en bruto, removiendo cuidadosamente; viértese en esta mezcla, también con cuidado, y gradualmente, 200 kilogramos de tierra roja ordinaria, amasando continuamente y con rapidez. Déjase reposar, filtrase y se aplica en caliente.

La fabricación del negro de humo

El negro de humo puede ser obtenido por tres diferentes medios:

1.º Por combustión de los aceites «muertos» de alquitrán, pez, resina u otras sustancias ricas en carbono, en presencia de una cantidad insuficiente de aire; recógense en un recipiente de gran tamaño las partículas de carbono no comburadas.

2.º Colócase una superficie metálica en contacto directo con la llama.

3.º Caldease los vapores de una sustancia muy rica en carbono hasta que se descompongan; evitase el acceso de aire y la producción de llama alguna.

Para el primer procedimiento, hácese uso generalmente del aceite de alquitrán «muerto» que contenga una fuerte proporción de naftalina, algo de fenol y algunos hidrocarburos aromáticos muy ricos en carbono. El rendimiento en negro de humo es del 15 al 35 por 100. La calidad del producto depende, sobre todo, de la forma y dimensiones del horno. El negro de humo está compuesto aproximadamente de un 80 por 100 de carbono, consistiendo el resto especialmente en oxígeno e hidrógeno, con vestigios de polvo y aceite. Púedese eliminar estos vestigios caldeando ligeramente el colector donde se deposita el negro de humo.

El negro de humo producido con resinas, maderas resinosas, alquitrán, pez, etc., es de peor calidad que el precedente.

Se ha intentado producir negro de humo haciendo quemar gases naturales en presencia de una cantidad insuficiente de aire, pero este procedimiento resulta demasiado costoso; no obstante, el rendimiento es muy elevado.

Tanto en uno como en otro procedimiento, la dificultad, que podríamos llamar magna, consiste en interceptar el acceso del aire.

Se ha ensayado el empleo de la corriente eléctrica, pero este procedimiento es de una realización difícil a la vez que peligrosa.

En Grantsville (Estados Unidos), existe una fábrica que produce 4.500 kilogramos diarios de negro de humo.

El negro de humo se utiliza en la preparación de ciertos barnices y colores y también para dar color al caucho vulcanizado. En cuanto al negro que se obtiene «aplastando» una llama sobre una plancha de metal, sirve en especial para la fabricación de barnices para cueros.

Para aumentar la dureza del aluminio.

Si hemos de dar crédito a lo que publica *Der Metallarbeiter*, Rubel, de Berlín, ha conseguido aumentar considerablemente la dureza, resistencia y densidad del aluminio, sin que éste pierda ninguna de sus cualidades, adicionando una proporción de fósforo de 4 a 7 por 100. El metal resultante sería, pues, precioso en extremo para la calderería.

Pátina especial artificial de los bronce

Para imitar sobre los bronce modernos el tono de los bronce antiguos, cuya superficie el tiempo ha recubierto de una capa de carbonato de cobre básico que se designa con el nombre de pátina, empleanse diversos procedimientos químicos o electroquímicos, que permiten reproducir con poca diferencia las mismas coloraciones de un modo rápido. En la *Werkstatt-sechnik* Hilderbrand publica un resumen de los principales de estos procedimientos.

El que de entre ellos da la pátina que más se parece a la pátina natural de los bronce antiguos es el procedimiento electrolítico, que produce, en la superficie del metal, una capa de carbonato verde idéntica a la

que se produce naturalmente con el tiempo. Esta pátina, que es excelente para los objetos que se conservan bajo cubierto, resiste mal la intemperie. Otro procedimiento más lento, pero que da una pátina carbonatada más sólida, consiste en colocar el objeto que se opera en un local de atmósfera muy húmeda, dentro del cual se hace llegar, además, ácido carbónico.

Pátinas de igual apariencia que la natural, pero de composición diferente, pueden ser obtenidas tratando la superficie del metal por diversos disolventes químicos como el ácido acético diluido, el ácido oxálico, el amoníaco, el carbonato de amoníaco, etc., y, finalmente, se obtienen pátinas de color análogo por tratamientos más complejos, que exigen el empleo de dos o más licores aplicados sucesivamente sobre la superficie del bronce.

El gas de resina

No hace mucho, casi puede decirse que por azar, un trozo de colofonia fué llevado a una alta temperatura, y se desprendió un gas, en gran cantidad, dotado de excelentes propiedades lumínicas. Ello sugirió la idea de fabricar el gas llamado de resina, que se obtiene encendiendo en un horno circular, herméticamente cerrado, una cierta cantidad de carbón de coque; cuando la masa ha alcanzado el rojo, hácese llegar la resina, que se descompone. Los productos de la descomposición son dirigidos a un condensador en el que los líquidos (aceites de resina) son recogidos, mientras que los gases van a purificarse a un recipiente de cal. Esta cal tiene la misión de recoger los vestigios de ácidos carbónico y acético contenidos en los gases de resina.

El gas de resina posee un poder lumínico superior al de hulla; para obtener la misma intensidad de luz, hay necesidad de doble cantidad de gas de alumbrado; debe esta propiedad a la presencia en su composición de combinaciones muy ricas en carbono.

Por esta causa es preferible quemarlo en un mechero Auer mejor que en uno de los de tipo antiguo sin manguito. Obtiénese de este modo la intensidad máxima de luz con el consumo mínimo. Cuando es quemado con una cantidad de aire suficiente para dar una llama de débil poder lumínico, desprende una fuerte cantidad de calor.

La acción de la luz sobre los colores

Este problema es interesante desde diversos puntos de vista, además del que afecta a la industria textil, que es la que con más empeño ha procurado resolverlo. Desde hace tiempo ocúpase del asunto la industria de los colores para pintura.

La influencia de la luz sobre los colores, conocida desde hace mucho tiempo, es estudiada en la actualidad con gran atención. El blanco de cinc posee un poder acelerador que hace más rápido el debilitamiento, no solamente de los colores orgánicos sino también de los minerales, como el amarillo de cromo, de cinc, de calcio, etc. Un hecho curioso es el mayor debilitamiento cuando el color está protegido por el vidrio. Haciendo ensayos comparativos, nótese cambios en una hora para el azul de París, en quince días para el amarillo de cromo, etc. Esta acción parece ser de naturaleza catalítica y propia al cinc, porque ni los sulfatos de bari-

ta, de plomo, ni la cerusa, ni el yeso, pueden obrar lo mismo.

Se ha notado que colores resistentes a la acción de la luz, mezclados con el blanco de cinc debilitan fuertemente bajo vidrio y en descubierto. Se tiene en ello un modo muy preciso para juzgar de la resistencia de un color nuevo. Los diversos colores influenciados por el blanco de cinc pórtese de una manera peculiar cada uno de ellos. Y no es solamente el blanco de cinc el que posee este poder; nótese también en el carbonato de cinc, el silicato y el sulfuro húmedo.

Se ha encontrado que la formación de las lacas es un medio preservativo contra esta acción perjudicial. Los colores susceptibles de formar lacas pueden, pues, resistir. Mezclas de 20 por 100 de estas lacas con blanco de cinc, expuestas a la luz solar, después de seis meses no se habían debilitado.

La explicación de estos fenómenos permanece desconocida hoy por hoy, pero es de esperar que el estudio de las propiedades químicas de la luz habrá de revelárnosla.

Esencias de jabón

Las esencias de jabón no son otra cosa que disoluciones de jabón en alcohol.

No todos los jabones se prestan para la preparación de esencia de jabón; los de sebo o grasa animal, aunque solubles por completo en el alcohol hirviendo, dan una solución que se condensa en una masa más o menos consistente por el enfriamiento. Los jabones de aceites vegetales, igualmente muy solubles en el alcohol, tienen sobre los primeros la ventaja de dar una solución que permanece diáfana con el enfriamiento, pues la liquidez y la limpidez son las dos principales propiedades que se exigen a este género de jabón.

La adición de una débil cantidad de potasa aumenta la solubilidad del jabón en el alcohol.

He aquí, según E. Lormé, una fórmula general para preparar el jabón líquido o esencia de jabón:

Jabón blanco de Marsella.	200 gramos
Alcohol 85°	1 kg.
Potasa.	25 gramos

El jabón es cortado en cintas delgadas que son introducidas en un frasco que contiene el alcohol y la potasa, haciendo disolver al baño de maría; terminada la disolución, aromatízase y colorea si es necesario, generalmente de amarillo con el azafrán. Los perfumes más generalmente empleados son los de almendras de Portugal, limón o perfume Windsor. El producto es una esencia de jabón de consistencia siruposa densa.

Jabones transparentes

Los jabones transparentes incoloros o coloreados son jabones en polvo de sebo de calidad superior o jabones resinosos a base de sebo, que se hacen disolver en su peso de alcohol muy concentrado e hirviendo. Terminada la disolución, viértase el licor en moldes en donde, al solidificarse, toma la forma que se desea. Una vez solidificado déjase secar el jabón al aire libre en verano y en estufas en invierno. Ya seco, lávanse los paños obtenidos con un lienzo fino empapado de alcohol.

Los jabones de aceites vegetales, aunque muy solu-

bles en el alcohol hirviendo, no dan solución solidificable con el enfriamiento; además, el jabón con ellos obtenido es opaco.

Los jabones transparentes son perfumados y coloreados cuando son límpidos. Generalmente se colorean de amarillo, con cúrcuma, o de rosa con la orchiella o ancusa, o en azul con el carmín de indigo.

Jabón de hojas

Sumérgense hojas de papel sin cola en un baño de jabón de coco perfumado y preparado como para la fabricación de jabones de tocador. Las hojas o bandas de papel déjanse secar y se pasan por el cilindro, que les da un aspecto bonito, y se cortan luego al tamaño que se desea. En vez de papel púedese hacer uso de pergamino vegetal o de tela de calcar.

El cuero artificial

El desarrollo alcanzado por la química ha permitido imitar un gran número de sustancias que antiguamente sólo la naturaleza, en sus tres reinos, proporcionaba. Y siguiendo estas ideas, entre los productos de importancia que la química obtiene por medios artificiales podemos citar los colorantes como la alizarina y el indigo, los perfumes sintéticos, la seda artificial, etc., etc. El cuero no ha escapado a la ley general, y la industria del cuero artificial ha hecho en estos últimos años asombrosos progresos. La necesidad de una sustancia que pudiese reemplazar al cuero dejábase sentir de antiguo, y hoy la técnica posee medios para producir sustancias que llenan por completo el objeto propuesto.

Bajo el punto de vista técnico, el cuero artificial debe ser una sustancia que contenga fibras de cuero o de piel, y cuya apariencia exterior y estructura presenten ciertas analogías con el cuero natural. Los otros productos deberían ser llamados con más propiedad sustitutos del cuero; contienen en general fibras vegetales o tejidos diversos; algunos de ellos encierran igualmente materias minerales, como amianto, al cual se mezclan fibras animales, como pelo, crin, etc.

En las tenerías se ha buscado frecuentemente el medio de aprovechar los desechos de cuero; se han obtenido abonos que tienen cierto valor a causa de la cantidad de nitrógeno, pero es más provechoso tratarlos para hacer con ellos cuero artificial. Para ello hay que sujetarlos primero a una selección, uniendo los que son de un mismo color; luego hay que desengrasarlos, porque sin ello no podrían formar cuerpo con la sustancia que ha de emplearse para formar un conjunto homogéneo. La cola que se utiliza es la gelatina o cola de pescado, comprimiéndolos luego para formar placas. Se utiliza hoy día también una solución de caucho, a la cual se incorpora los desechos de cuero, haciendo pasar la mezcla luego por una especie de laminador.

Puédese tratar también los desechos de cuero con ácidos, lo que ataca el cuero, luego se les lava con agua alcalina, se les incorpora la cola y se les prensa.

Se les puede también digerir en una solución de sosa cáustica, desagregándolos, y fabricar con ellos verdaderas hojas, del mismo modo que se hace para el cartón. Se ha empleado del mismo modo el cuero tri-

turado, mezclado con guata y una solución de caucho.

Puédese igualmente aglomerar los trozos de cuero los unos con los otros, simplemente, comprimiéndolos violentamente, al mismo tiempo que se les somete a una temperatura elevada. Otro procedimiento consiste en desengrasar los desechos de cuero en una solución de silicato de sosa, sumergiéndolos en agua de jabón densa, tratándolos en seguida con una solución de sulfato de cinc, formándose jabón de cinc que sirve de aglomerante.

Obtiénese asimismo cartón-cuero tratando primeramente los desechos con ácidos, haciéndolos hervir en una solución alcalina donde se les mezcla con fibras vegetales: finalmente se trabaja esta pasta en una especie de máquina de papel.

Empléase también como aglomerante el asfalto, la pez, el alquitrán y hasta el aceite. Se ha hecho uso igualmente y con éxito, de mezclas de desechos de cuero con arena y uno de estos aglomerantes para cubrir el piso de carretera en Inglaterra.

Hace más de 80 años que por primera vez se imitó el cuero, primero con composiciones de aceite de linaza, y más tarde empezó a emplear el caucho para cubrir con él tejidos de fibras vegetales. Empleando una mezcla de diversos barnices y de aceite, se ha obtenido un marcado progreso en la fabricación de los encerados; en nuestros días fabricanse grandes cantidades de estos tejidos en Inglaterra y América.

Hácese uso también del siguiente procedimiento, que consiste en mezclar fibras en una solución de gelatina, introduciendo luego un líquido en el que la gelatina forma un precipitado. Este líquido puede ser una solución de formaldehído o de fenol: antes de someter la masa a la acción de este líquido, puédesse mezclar con ella diversas fibras. La fibra vulcanizada, conocida desde 1876, no es otra cosa que celulosa, apergamada con cloruro de cinc, y luego fuertemente comprimida. También se pintan los tejidos con una solución de celuloide, a la cual se ha añadido diversos ingredientes; se embebe en seguida con una masa, en la que el barniz de aceite de linaza y la nitrocelulosa forman la parte más importante, añadiendo luego lo necesario para obtener la coloración deseada. Repitiendo la operación y acabando por pasar por la calandra, se obtiene un tejido completamente similar al cuero.

Obtiénese un sustituto del cuero pegando y comprimiendo fuertemente hojas de papel pergamino, y se hace uso de este producto frecuentemente en la confección de calzado.

Coloración de los metales

He aquí un procedimiento de poco coste para dar al cobre, al bronce y al latón una coloración negra muy duradera.

Después de haber limpiado cuidadosamente la superficie que se ha de ennegrecer y de haber caldeado la pieza a 120°, se le da una capa de una sustancia formada por la mezcla en partes iguales de dos soluciones:

A.	Agua	3 partes
	Nitrato de cobre	2 »
B.	Agua	3 »
	Nitrato de plata	1 »

Obtiénese de este modo una coloración negra muy resistente. No resta más que sumergir el objeto durante 5 minutos en una solución de 12 a 13 gramos de flor de azufre en un litro de agua, y caldear de nuevo.

Preparación de la tela embreada

Comiéntase por hacer hervir juntos durante bastante tiempo 4 litros y medio de aceite de linaza con 400 gramos de cera amarilla. El recipiente que para ello se utilice debe ser de gran tamaño, y ha de tenerse cuidado que el líquido no se derrame haciendo la preparación al aire libre. Se da al tejido una primera mano de esta mezcla; déjase secar, añádase el alquitrán y se aplica una segunda capa. Esta operación conviene hacerla durante el verano y con buen tiempo.

Las aleaciones de cerio

Las aleaciones de cerio tienen la propiedad de emitir, bajo la influencia de los choques, chispas muy calientes empleadas para el encendido de las lámparas de seguridad de los mineros y en los encendedores de uso tan corriente y vulgarizado en la actualidad. Esta propiedad es debida a la temperatura de inflamación poco elevada del cerio y al hecho de que las aleaciones, más duras que el metal mismo, permiten arrancar de la masa partículas más pequeñas cuya combustión es, por consiguiente, mucho más fácil.

Las cualidades que estas aleaciones deben reunir, algunas contradictorias, son las siguientes: deben ser lo suficientemente duras para no desgastarse rápidamente; de otra parte, deben ser sensibles para poder emitir chispas; es preciso finalmente que sean fáciles de trabajar y poco oxidables en las condiciones ordinarias.

Desde el punto de vista pirofórico, la aleación ferro-cerio tiene el máximo de rendimiento cuando su proporción en hierro es de 30 por 100, de acuerdo con las investigaciones realizadas por Auer. Para preparar esta aleación se caldea en un horno a gas una retorta de grafito, dentro de la cual se funde una mezcla de cloruros de sodio y de potasio. Fundida esta mezcla, añádese hierro en polvo o en alambres muy finos, y luego el cerio. Al cabo de dos o tres horas se cuela la masa que se habrá amasado enérgicamente y se retira, después del enfriamiento, el revestimiento de cloruros que ha servido para proteger la masa en fusión contra la oxidación que se hubiera producido si el aire se hubiese puesto en contacto con el cerio a alta temperatura.

Pero el desperdicio por este procedimiento es considerable; con un kilogramo de cerio no se obtiene más allá de un kilogramo de aleación, porque el cerio ataca la retorta. El precio de esta cantidad de aleación varía entre 125 y 150 pesetas.

Una gran cantidad de otras aleaciones de cerio son pirofóricas, en especial las de arsénico, antimonio, bismuto, plomo, estaño, etc. Una aleación importante desde el punto de vista industrial es el de magnesio, aluminio y cerio, llamada *kunheim*, que es mucho más ligera que la de hierro y por consiguiente más ventajosa.

Para dar al oro la tonalidad llamada «etrusca»

Sumérgese el metal en un líquido caliente compuesto de

Alumbre	10 gramos
Cloruro de sodio	10 »
Nitrato de potasa	20 »
Agua destilada	50 a 100 »
Acido clorhídrico	1.000 »

Pulverizar las sales, disolver en el agua y añadir en seguida el ácido.

Al salir del baño se lava en agua, se sumerge en alcohol y se deja secar en aserrín de madera.

Composición para proteger de la corrosión las superficies metálicas

Las capas de pintura usuales solo pueden proteger el hierro o acero contra la corrosión cuando permanecen impermeables al vapor de agua. Tan pronto la humedad traspasa la capa de pintura, la corrosión del metal comienza. Asegurar la no penetración de la humedad durante un tiempo más o menos largo es muy difícil, porque la pintura misma es susceptible de sufrir cambios, incluso cuando, en el momento de su aplicación, llenaba a la perfección las condiciones impuestas.

El objeto de la composición que motiva las presentes líneas es hacer inofensivo el vapor de agua que penetra, asociando a la pintura una materia protectora que impedirá la corrosión, a saber: compuestos de ácido tungstico con bases (tungstatos), soluble en el sentido indicado, es decir susceptible de ceder al agua cantidad suficiente de su ácido tungstico en estado combinado para proteger el metal contra el ataque del orín.

Algunos de los tungstatos son ligeramente solubles, otros casi insolubles, y existen otros también que tienen grados de solubilidad intermediarios y varían mucho en las proporciones relativas en las cuales el ácido tungstico y la base se hallan combinados.

También pueden contener fósforo, silicio o boro, dando origen a fosfo-tungstatos, silico-tungstatos y boro-tungstatos; pero la composición constituyente fundamental o genérica que todos presentan y que les hace utilizables es el ácido tungstico en combinación con una base.

Se ha experimentado que cuando un tungstato que es soluble en el agua es introducido en agua dentro de la cual se halla hierro o acero en exposición, pequeñas cantidades de tungstato son suficientes para impedir por completo la oxidación del hierro o del acero. El metal conserva su superficie brillante y el agua permanece clara y exenta de coloración pardo rojiza, que es la característica del hierro o acero que se oxida.

En el curso de una serie de experimentos se ha reconocido que, en condiciones marcadamente favorables para la producción del orín, una parte de ácido tungstico, bajo forma de ortotungstato de sosa, $\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, disuelta en 2000 partes de agua, era suficiente para conservar el brillo del metal y evitar toda corrosión.

Los tungstatos de diferentes bases varían mucho en su grado de solubilidad. Los tungstatos de sodio y los tungstatos de magnesio, por ejemplo, dan compuestos muy solubles, mientras que los tungstatos de plomo y los de bario se encuentran entre los insolubles, y como se ha dicho con anterioridad existen una multitud de intermediarios. La concentración de la sal necesaria para proteger el hierro o el acero de la corrosión es tan débil que una ligera solubilidad es todo lo que para ello se necesita, y consiguientemente un tungstato cualesquiera bastará, mientras sea capaz de ceder al agua una cantidad suficiente de su ácido tungstico en el estado de combinación para proteger contra el orín.

Para llevar esta aplicación a la práctica, añádese el tungstato a la pintura (por ejemplo pintura a base de óxido de cinc), un tungstato nada más que ligeramente soluble (como el tungstato de cinc) preferentemente en la proporción de 5 a 10 por 100 del peso de la pintura, proporción que será suficiente para el uso general; pero puede ser aumentada si se desea. Después de la primera capa debe aplicarse otras capas, de modo que cubran perfectamente la superficie metálica, tal como se hace corrientemente. En estas condiciones, la penetración del agua a través de las capas determinará la disolución del tungstato y su acción como agente activo protector contra la corrosión. El ortotungstato de cinc es particularmente apropiado para la mezcla con la pintura a base de óxido de cinc por la razón de que es blanco y, por consiguiente, no deteriora el color. Puede ser molido en la masa con el óxido de cinc por los molinetes de pintura al prepararla para su empleo.

Cola para pegar sobre el vidrio

Amasar y caldear luego hasta ebullición removiendo siempre:

Agua	1 litro
Harina de trigo	1 kg.

Se añade poco a poco:

Bicromato de potasa	2'5 gr.
-------------------------------	---------

Esta cola sólo se conserva en la oscuridad perfecta. Para pegar sobre el vidrio papel o tela, débese embadurnar las superficies que han de ponerse en contacto, y exponerlas luego al sol durante varias horas.

Cola vegetal imputrescible

Mezclar en estado de pasta perfectamente homogénea:

Harina de trigo o de centeno	500 gr.
Alumbre ordinario	10 »
Borax	10 »
Agua	500 »

Añadiendo luego:

Acido clorhídrico	500 gr.
-----------------------------	---------

Caldear agitando constantemente hasta que la cola se haga transparente.

Para el empleo añadir la cantidad necesaria de agua y algunas gotas de esencia de Wintergreen para conservarla.

El origen del hombre en América

Dice el Dr. Weisse en la página 9 de su libro «Las civilizaciones primitivas del Perú»: «El problema preliminar de la Antropología relativo al origen del hombre en América, examinado con el criterio de los partidarios de la teoría de la evolución, consiste en determinar si hubo un centro único de creación desde donde se extendió el precursor de la especie a las diferentes regiones del globo, o si hubo varios de esos centros diferentes, de cuya idea no somos partidarios, donde ha podido desarrollarse una población terrestre especial. En el primer caso, se llegará al *monogenismo*; en el segundo al *poligenismo*».

Ante todo, es de alabar la declaración expresa de que no es partidario del *poligenismo*, porque ciertamente el *monogenismo* es la única doctrina verdadera enseñada por la verdadera ciencia, por la única verdadera historia en esta materia, y por la declaración de los sabios naturalistas, Buffon, Camper, Hunter, Blumenbach, Forster, Cuvier, Weber, Fiedemann, Humboldt, Muller, Serres, Godron, Quatrefages, etc. y en general de las más altas autoridades de la ciencia, que han declarado que el *monogenismo* es la única doctrina admisible en esta materia.

Merecen ser copiadas aquí algunas palabras de Quatrefages, que dice: «El monogenismo cuenta entre sus partidarios a casi todas las notabilidades que han fijado su atención en los fenómenos de la vida» y Godron, dice asimismo: «Es notable que en una cuestión científica y ardorosamente debatida se pronuncien con unanimidad a favor de la unidad primitiva de la especie humana, una colección de hombres tan ilustres y tan especiales por la naturaleza de sus estudios».

Además, el hecho de la única creación de un solo tronco común de la especie humana, dice B. Jaugey: «está atestiguado por la tradición lo mismo que por todas las ramas de los conocimientos». Y nuestra especie ha tenido por única cuna el Asia, probablemente la meseta central limitada por el Altai y el Himalaya, donde, según dice Quatrefages, se encuentran todas las lenguas y todos los tipos. Esto mismo afirman las costumbres, tradición y literatura de todos los pueblos de la tierra. Weseman, dice: «Las tradiciones americanas reconocen que el nuevo mundo ha sido ocupado por un pueblo que ha emigrado de N. a S.; la computación del tiempo entre los americanos presenta una notable coincidencia con la usada en Asia Oriental, y se encuentran en América las tradiciones del hombre primitivo, el diluvio y la dispersión de los hombres de tal manera semejantes que denotan un origen común. Así, todo concurre a demostrar que América ha sido poblada por el antiguo mundo y que no hay en la tierra sino una sola especie humana».

Viniendo ahora al asunto, es indudable que los hechos pasados de la humanidad pueden conocerse

por la historia, la tradición, los monumentos, etc., siendo, indudablemente, mejor la historia, por consiguiente, para conocer el origen del hombre en América. Debe estudiarse solamente cuándo, cómo y por dónde vinieron los primeros hombres a estas regiones desde el único centro de la creación del hombre; si nuestra raza descende de Cam, como creen algunos, fundados en la semejanza de su idolatría y lenguaje; o de Sem, como creen muchos, fundándose en la semejanza de traje, idioma, idolatría y otras señales; o de Jafet como creen otros. Pero si se quiere empezar por el origen del hombre en el mundo, como es conveniente para mayor ilustración en la materia, ha debido recordarse el hecho de cómo Dios creó el primer hombre y a la primera mujer, de los cuales únicamente descendiese toda la humanidad. Este hecho es incuestionable ya que lo refiere con precisión la historia de la creación del mundo (Génesis, II, 7), y esta historia ha probado, como ninguna otra, su veracidad, autenticidad e integridad, que son los caracteres que la lógica exige a todas las historias para que sean dignas de fe. Y además ha sufrido durante largo tiempo críticas severísimas y hostiles de sus enemigos que han buscado, en todas las ciencias, sin hallarlos, argumentos para combatirla, contribuyendo contra su deseo a ratificar sus narraciones, de tal modo que el mismo J. J. Rousseau, que no puede tacharse de parcial, dice: «Yo confieso que la magestad de la Escritura me asombra y la santidad del Evangelio me habla al corazón. Ved los libros de todos los filósofos con toda su pompa ¡cuán pequeños son junto a él! ¿Es posible que libro tan sublime y tan sencillo sea obra de los hombres?».

Y téngase en cuenta que Moisés tuvo conocimiento de la creación del hombre mediante una verdadera y segura tradición, pues Adán vivió 344 años con Matusalén, éste 200 con Arfaxad y Faleg, éstos 100 con Taré padre de Abraham, y Moisés fué hijo de Hamram hijo de Caabe hijo de Lévi que fué nieto de Jacob y todos ellos vivieron con este patriarca. Por consiguiente Moisés estuvo en relación casi directa con Adán y pudo tener noticia exacta de lo que narra de la creación del hombre y de lo que acaeció en los 2500 años transcurridos desde dicha creación hasta él.

II

Expone Weisse sucintamente la teoría transformista de Darwin que no es más que la de Lamarck ataviada con las galas de la *selección natural*, la *concurrencia vital*, la *correlación del crecimiento*, y la *selección sexual* y la refuta con gran y magistral precisión.

Todo lo cual está muy bien y tal vez habría convenido que expusiera también otras teorías transformis-

tas, como la de Wallace que a pesar de ser cofundador del darwinismo, declara que la selección natural que le sirve de base, es insuficiente para que las causas naturales puedan dar, por su medio, origen al género humano; y por eso hace intervenir en este asunto a las sustancias angélicas, para que estos espíritus inteligentes ejecuten en el embrión de algunos seres próximos a la especie humana lo que la naturaleza abandonada a sí misma no puede realizar jamás.

Es un axioma filosófico que una causa no puede producir efectos de orden superior a ella y por lo tanto es absurdo que los monos u otros animales irracionales sean por sí solos causa productora del hombre, que es casi infinitamente superior a ellos, por cuanto el hombre tiene inteligencia y libertad, que son potencias espirituales, para conocer y apeteer lo espiritual y abstracto; y los animales tienen solamente instintos y facultades sensitivas para tender hacia lo material y sensible.

Además los estudios y observaciones que han hecho los sabios, no muestran ni un solo caso de transformación del mono en hombre. «Ningún ser intermedio, dice Quatrefages, llena la brecha que separa al hombre del Troglodytes» y Farges, dice: «Por confesión de los mismos materialistas, en sus obras más recientes, el famoso antropopiteco (mono imaginario ideado por Darwin como ascendiente del hombre) no se ha encontrado aun». Topinard, dice asimismo: «Entre estos dos tipos no se ve intermedio en ninguna parte, uno y otro son máximos de evolución definida y fija» y Gaudry, a pesar de ser transformista, dijo: «Debemos reconocer que la paleontología no ha suministrado aun encadenamiento entre el hombre y los animales». Del mismo modo Verchow, dijo: «Todas las investigaciones emprendidas con el fin de encontrar la continuidad en el desarrollo progresivo no han tenido resultado. No existe *Proanthropus*; no existe hombre-mono; el eslabón intermedio es un fantasma».

Aun más: la descripción que hizo Aristóteles de los animales y de las plantas concuerda con los actuales. Y en las tumbas de Egipto se han encontrado semillas y animales momificados, más antiguos que Aristóteles, y que no difieren tampoco en nada de los actuales de su especie, según afirma James.

Dicen también los transformistas que la forma craneana de los hombres de antiguos tiempos prueba nuestra cercanía a nuestros ascendientes los monos; pero es todo lo contrario, pues los cráneos más antiguos encontrados, que son los de Cro-Magnon en Francia, y los de Stangenos en Suiza son perfectamente regulares. Y ni siquiera el cráneo de Neanderthal prueba nada, pues no es seguro sea de la época cuaternaria y, según el Dr. Mayer, es un cráneo que perteneció a un hombre muerto en 1814. Lo que nada tendría de extraño pues es en un todo semejante a los de Australia y del Indostán y en la actualidad y entre nosotros mismos se encuentran cráneos tan raros que a juzgar por ellos solamente los tendríamos como pertenecientes a una raza degradada, siendo así que la forma dólico-platicefálica del cráneo, como la de Neanderthal no es incompatible con el desarrollo intelectual pues se podrían citar multitud de hombres ilustres, cuyo cráneo tenía dicha forma, como, por ejemplo, los doctores Buffalini y Enmayer, San Manuy, obispo de Toul, Roberto Bruce, etc., etc.

III

Se habla con frecuencia de las edades terciaria y cuaternaria del mundo y hay quien cree verdadera la teoría de que dichas edades son enteramente distintas y separadas unas de otras y de que han durado centenares de miles de años, y que por lo mismo han pasado también esos miles de años desde la creación del hombre. Es por lo tanto conveniente decir algo para evitar este error.

Desde la creación del cielo y de la tierra hasta la creación del hombre transcurrieron épocas de duración indeterminada y por lo mismo pueden haber sido de muchos miles de años las edades primaria, secundaria y terciaria; pero no así la cuaternaria y la humanidad no tiene la fabulosa antigüedad que le atribuyen algunos fundándose: 1.º En la cronología fabulosa de algunos pueblos; 2.º En ciertos monumentos egipcios, caldeos, indios y chinos; 3.º En ciertos zodiacos descubiertos en algunos templos de Egipto y 4.º Algunos descubrimientos geológicos y arqueológicos.

La falsedad de estos fundamentos se prueba fácilmente. En cuanto a lo que se refiere a la cronología, dice Riancey que combinando todo lo que hasta ahora se ha descubierto, ya sea en las autoridades históricas, ya en el estado de los monumentos, se puede asegurar que los testimonios dignos de fe, no hacen subir los anales de Egipto más de 3.000 años sobre la era cristiana y esta es también la opinión de Brugsche que fundándose en datos de Herodoto hace retroceder el principio al año 3400 antes de Jesucristo, si bien dice que, según Diodoro, esta fecha parece ser mucho más reciente. Mariette coloca la construcción de la pirámide de Cheops en el año 2500 antes de Jesucristo, y según los papiros egipcios y la mayoría de los historiadores, la raíz de todas las dinastías egipcias fué Menes que reinó 2800 años antes de Jesucristo.

Según Cantú los hechos averiguados de la India no comienzan hasta el año 1000 antes de la era cristiana. Y Confucio empieza la historia de China en Yao que vivió el año 2500 antes de Jesucristo. Las observaciones astronómicas de los caldeos y egipcios comprobadas por Laplace, resultan ser solo del año 800 antes de Jesucristo, y la de los indios, posteriores a Ptolomeo.

La supuesta antigüedad de los monumentos egipcios no pasa de 2000 años antes de la era cristiana y Champolion, dice: «Yo he demostrado que ningún monumento egipcio es realmente anterior al año 2000 antes de nuestra era».

Los célebres zodiacos de Denderah y de Esneh, que se creyó durante algún tiempo que habían sido construidos más de 20000 años antes de nuestra era, fueron hechos 700 años antes de Jesucristo según pudo comprobar con sus cálculos Biot; y Champolion tradujo las inscripciones de los templos en que se encontraron y pudo probar que la construcción de dichos templos data del tiempo de la dominación romana y que uno de ellos estaba dedicado a Tiberio.

En cuanto a la supuesta antigüedad de la mayoría de los descubrimientos geológicos y arqueológicos se ha ido desvaneciendo al paso que se han conocido mejor. Así el esqueleto humano descubierto en el delta del Mississipi, al que se le suponía 57000 años, después de estudiado concienzudamente por Abbot, resulta no poder tener más de 4000 años por ser esta la antigüe-

dad de dicho delta y lo mismo acontece con los palafitos de Suiza en los que se han encontrado monedas romanas.

Y una prueba más de que el hombre no es tan antiguo, sobre la tierra, como algunos creen, es que a pesar de las muchas investigaciones no se ha hallado todavía el hombre fósil o terciario y que todos los restos humanos encontrados en diversas estaciones prehistóricas son todos cuaternarios y cuaternarios modernos.

IV

No es verdad que el hombre aparezca sobre la tierra en estado de completo salvajismo y que se haya ido desarrollando paulatinamente. Es bien sabido que Adán puso nombre a todos los animales, que Caín fué el primer fundador de la primera ciudad, que Tubalcain fué el primer metalúrgico y que Noé llevó a cabo la gigantesca obra de la construcción del Arca.

Más conocidas son las causas por las que los pueblos, las familias y los individuos caen en el salvajismo. Sin recordar lo que acaeció a los pueblos antiguos basta tener a la vista lo que ha pasado con las civilizaciones antiguas de América.

La causa de los errores en que incurren los que suponen al hombre una antigüedad grandísima, es que se valen de la inducción sin tener cuidado de que sea o no lógica. Por otra parte al calcular la antigüedad de los terrenos y de las estaciones prehistóricas no tienen en cuenta la reglas de Forel, que son: 1.^a En rigor el fenómeno debe ser continuo y regular, cosa que no sucede jamás, o a lo menos en su acción debe ser mirado como dando una medida anual o secular constantes a consecuencia de las compensaciones que se producen naturalmente; 2.^a Cuando se toma como cronómetro las capas puestas unas encima de otras, la edad de las que sirven de comparación debe determinarse rigurosamente y la naturaleza de los objetos hallados en una capa no debe dejar duda alguna; 3.^a Débese tener certeza de que los objetos hallados en una capa son propios de ella realmente; de que no han sido quitados de su verdadero sitio por cualquier fenómeno de acarreo. Si una de estas condiciones ha fallado la exactitud del resultado es ilusoria.

V

Por no cumplir las reglas antes indicadas, no son concluyentes los razonamientos de los geólogos argentinos Ameghino y Moreno, para deducir que el origen de la raza *aimará* está en los habitantes primitivos de las Pampas, fundándose en un cráneo descubierto en los aluviones del río Negro.

Por la misma causa no parece fundada la división en 5 periodos que hace el Dr. Uhle de la antigua civilización en Pachacamac, pues la destrucción de los templos de dicha localidad puede haberse efectuado por terremotos e inundaciones, etc., o de un modo lento y paulatino. La variedad de cerámica que se encuentra allí puede provenir de la variedad de gusto artístico, de la riqueza o de la pobreza de sus habitantes. Y todavía parece más infundada la asignación de 500 ó 400 años que dicho autor da a cada una de dichas

épocas y no puede emplearse el mismo criterio para fijar el orden cronológico relativo a cada nueva cultura peruana que en lo sucesivo se descubra.

VI

No hay ninguna razón suficiente para negar que los habitantes del Perú hubieran tenido idea de un Dios omnipotente y le hubiesen tributado culto. Porque la tradición transmitida por Betanzos dice que creían en el Dios representado por el personaje a quien llamaban Kon-Titi-Huiracocha y que en Tiahuanaco dispuso las tinieblas que había dejado en su primera creación y creó el sol, las estrellas y la luna, y creíase también que la creación la verificó Illa Tecce (luz eterna). Del mismo modo creían en una vida futura eterna, como creen en Chulpas, lugares destinados al descanso de los que morían hasta que llegase la hora de la resurrección en la que creían como los cristianos. Y todas las tradiciones recopiladas por todos los autores, confirman que los primeros habitantes del Perú creían en un Dios y en una vida futura.

VII

Según dice Weisse, en la ya citada obra, parece muy lógico y verosímil la existencia de Manco Capac, y que éste fuera el fundador de la dinastía arcaica, siendo su sucesor Suci-Rocca, hijo suyo y de Mama Ocello.

No hay razón para considerarlo como un ser mítico, por haberse presentado como hijo del Sol y por haberle tributado los peruanos culto religioso, porque los fundadores de los imperios, conociendo, casi instintivamente, que la autoridad de los gobernantes viene de Dios, se presentaron como enviados de los dioses, como lo prueban Menés en Egipto, Zoroastro entre los persas, Fo-hi en China, Rómulo en Roma, etc.

VIII

Es cierto que muchos y aun la generalidad de los indígenas, profesaban, antes de la conquista, el politeísmo más o menos grosero; pero no puede negarse que muchos conocían y profesaban el monoteísmo. No hay razón suficiente para asegurar científicamente que el hecho de que considerasen y llamasen *hijos del Sol* a los dioses que adoraban los pueblos del Tahuantín Suyo cuando dichos pueblos fueron dominados por los Incas, deba considerarse no como la creencia de éstos en un solo Dios representado por el Sol, sino como una «habil ficción» de los Incas para simbolizar la primacía del Dios de la tribu dominante.

Todo lo dicho y muchísimas otras tradiciones demuestran acertadamente, que en tiempo de los Incas se tenía la creencia en un solo Dios, más o menos desfigurada, traída con la civilización de aquella época, del viejo mundo por los primeros pobladores de América, que procedían del Asia, cuna del linaje humano.

DR. MANUEL SEGUNDO BALLON.

Lima, Junio de 1914.

MOTOR DIESEL, fijo, de cuatro cilindros a cuatro tiempos, con compresor trifásico, de 400 á 800 caballos. (VÉASE EL MODELO DESMONTABLE)

Principio del motor Diesel.—Pertenece el motor Diesel a la extensa familia de los motores térmicos y entre éstos a los de *combustión interna* en los que, como ya se sabe, la energía calorífica contenida en el combustible se desarrolla directamente en el cilindro de la máquina.

En teoría, y de un modo general, puede afirmarse que el motor Diesel se puede alimentar con todos los combustibles líquidos conocidos aun cuando en la práctica, por razones principalmente económicas, sufra una limitación la variedad de estos combustibles. Sin embargo, el combustible mejor condicionado y el más generalizado para los motores Diesel es el aceite pesado resultante de la destilación fraccionada del petróleo natural, mezcla líquida de hidrocarburos ricos en carbono cuya densidad está comprendida entre 0,85 y 0,95 con un poder calorífico de 10.000 a 11.800 calorías.

La aptitud o condiciones de la combustión del motor Diesel permite el empleo muy ventajoso de otros aceites obtenidos como subproductos poco costosos de diversas fabricaciones, en los países en que los petróleos adeudan altos derechos de importación, tales como los aceites de alquitrán, de lignito, de hulla, de esquisto, sin mencionar los aceites vegetales de cacahuate, de ricino y otros cuya explotación podría enriquecer comarcas hoy empobrecidas, cuando la prevención creada por la inseguridad de los motores de explosión se desvaneciera por injusta respecto a los motores Diesel, dando a éstos la importancia que merecen para las aplicaciones industriales y creando así, con su desarrollo y expansión, una base de aplicación y explotación útil a los extensos terrenos hoy incultos en nuestro país y un estado de prosperidad, por decirlo así, autónomo, como lo van entendiendo otros países y empieza a aplicarlo Francia en sus colonias africanas huérfanas de producción carbonífera.

Para facilitar y acelerar la combustión, en todos los motores de combustible líquido, es necesario que el combustible, en el momento de la ignición se encuentre mezclado íntimamente con el aire, ya sea bajo la forma de vapor o bien en un estado extremo de subdivisión en minúsculas gotitas.

La vaporización se produce con facilidad en los combustibles ligeros como las bencinas, bastando para ello hacer borbotar el aire destinado al cilindro al través del combustible o bien lanzando un chorro del combustible en la corriente del mismo aire. Mediante esta operación y sin necesidad de calentar antes ni el combustible ni el aire, éste se carga de vapor, es decir, se *carbura*. Con el petróleo del alumbrado, la esencia de petróleo y el alcohol, la *carburation* se produce con una temperatura superior a la del ambiente exterior. Esta temperatura ha de ser mucho más alta cuando se trata de la *vaporización* de los aceites pesados. Para obviar los inconvenientes de este sistema se ha recurrido a la *pulverización* mecánica.

Prescindiendo de los motores mixtos en que se hace aplicación simultánea de las dos formas de sub-

división del combustible, éstas dan lugar a dos sistemas de motores que se diferencian desde los puntos de vista mecánico y termodinámico.

En el primero se produce la *vaporización* inyectando el aceite combustible contra una superficie metálica caldeada, en comunicación con el cilindro, obteniéndose dos efectos: la *vaporización* y el *calentamiento* de la mezcla y como la primera, en cada inyección, se produce casi simultáneamente en todas las partes del aceite que constituye el chorro, la combustión toma el carácter de una explosión. Estos son los *motores de aceite pesado, a explosión*.

En el segundo sistema, fundado en la *pulverización* mecánica del combustible, el aceite se inyecta en el cilindro por medio de una corriente de aire cuya presión es mucho más elevada que la que existe en el interior del mismo cilindro; la finísima subdivisión que de este modo adquiere el combustible, afecta la forma de una especie de niebla que se inflama espontáneamente en el instante que entra en contacto con el aire contenido en la cámara de combustión del cilindro, siempre que su temperatura alcance un grado adecuado, produciéndose entonces una combustión gradual y continuada sin explosión que dura mientras el aceite sigue entrando en el cilindro. Esta forma de combustión es lo que caracteriza, constituyendo su principio, los *motores de aceite pesado a presión constante o Diesel*.

Los motores Diesel, lo mismo que los de explosión, pueden funcionar según el *ciclo de cuatro tiempos* o el *de dos tiempos*. Existen también motores de *combustión mixta*, como los motores Sabathé, en los cuales la combustión se verifica, en parte, a volumen constante, y en parte a presión constante.

Los motores de cuatro tiempos son hasta hoy los de aplicación más corriente, perteneciendo a este tipo la mayor parte de los motores Diesel industriales y marinos, lentos y rápidos, de 5 a 800 caballos.

Constitución esquemática de un motor Diesel de cuatro tiempos.—El gráfico de la figura 1, nos ayudará a comprender la organización y funcionamiento de este motor.

Dentro de un cilindro juega un émbolo *e*, de simple efecto que mediante la biela *b* y la manivela *m*, impulsa y pone en movimiento de rotación al árbol motor *a*; en conexión con la biela existe un mecanismo de manivela o balancín que hace funcionar constantemente el compresor de aire, de alta y baja presión y a veces trifásico, *c*, con los refrigeradores *r_b* de la baja presión y *r_a* de la alta presión, interpuestos, el primero en la tubería de comunicación entre las dos cámaras de compresión y el segundo entre la cámara de alta presión y el depósito *d_a* de aire comprimido en comunicación con otro depósito *d_b*.

Sobre el fondo del cilindro o culata están situadas las válvulas principales: la de puesta en marcha *v_m*, la de aspiración de aire *v_a*, la de escape *v_e* y el pulverizador *v_p*; el movimiento de todas estas válvulas está regi-

do comunmente por un sistema de palancas de distribución gobernadas por levas dispuestas sobre un eje giratorio en conexión con el cigüeñal o eje principal *a* del motor, conjunto de mecanismos que no se representan en el esquema para no complicarlo. El aceite combustible lo suministra una bomba *p* que lo extrae del depósito *d₀* impulsándolo al pulverizador *v_p* en la cantidad necesaria a cada fase.

En los motores de cuatro tiempos, el ciclo funcional lo componen cuatro recorridos o cursos del émbolo, dos de descenso o retroceso, alternados con otros dos de ascenso o avance que definen los 4 tiempos del ciclo.

1.º tiempo o de aspiración: Es el inicial del ciclo, el émbolo desciende alejándose del fondo del cilindro; su efecto inmediato es la aspiración del aire exterior por el tubo de aspiración, perforado, *t_a* y la válvula *v_a* que permanece abierta, mientras las demás permanecen cerradas. Al final de este recorrido, el espacio o cámara del cilindro comprendida entre el fondo de éste y la cabeza del émbolo, está lleno de aire a la presión del ambiente exterior. En este momento, se invierte el sentido del movimiento del émbolo iniciándose el

2.º tiempo o de compresión: El émbolo asciende acercándose al fondo del cilindro; todas las válvulas siguen cerradas no existiendo ninguna comunicación con el exterior; por consecuencia el aire aspirado en la fase anterior se comprime elevándose proporcionalmente su temperatura por efecto de la compresión que al final del recorrido del émbolo alcanza un valor de 29 a 35 atmósferas.

3.º tiempo o de combustión: En el momento de terminar la fase anterior, el pulverizador *v_p* accionado

por la palanca de distribución y leva respectiva, inyecta en el cilindro el aceite combustible pulverizado, que al mezclarse con el aire comprimido y a una temperatura adecuada, se inflama espontáneamente continuando la combustión mientras sigue la inyección de combustible durante

una parte, variable según el tipo del motor y la carga, de este tiempo. La ignición del aceite desarrolla calor; este calor produce la dilatación de los gases quemados que imprimiendo en el émbolo el segundo movimiento de descenso o retroceso, del ciclo, se transforma así en trabajo mecánico, caracterizando a esta fase como curso motor.

4.º tiempo o de escape: Se abre la válvula de escape *v_e* y el émbolo, al avanzar otra vez hacia el fondo del cilindro, expulsa por ella los gases quemados que salen al exterior por el tubo de escape *t_e*; al final de este recorrido del émbolo, la válvula de escape se cierra, cerrando también, con la terminación de este tiempo, el ciclo funcional y quedando el cilindro en el punto inicial de un nuevo ciclo.

La presión existente en el cilindro durante la inyección de la mezcla combustible requiere que ésta

llegue a la cámara de combustión a una presión mayor que la de 30 a 35 atmósferas; de ahí la necesidad y la importancia del compresor de aire *c* que comprime el aire en dos o tres grados consecutivos a los que corresponden los tipos de compresores de baja y alta presión como el representado en el esquema, y los trifásicos o de baja, media y alta presión. Como hemos dicho, el compresor se acciona por un sistema de articulaciones conexionadas con la biela del émbolo motor y también por medio de una biela independiente arti-

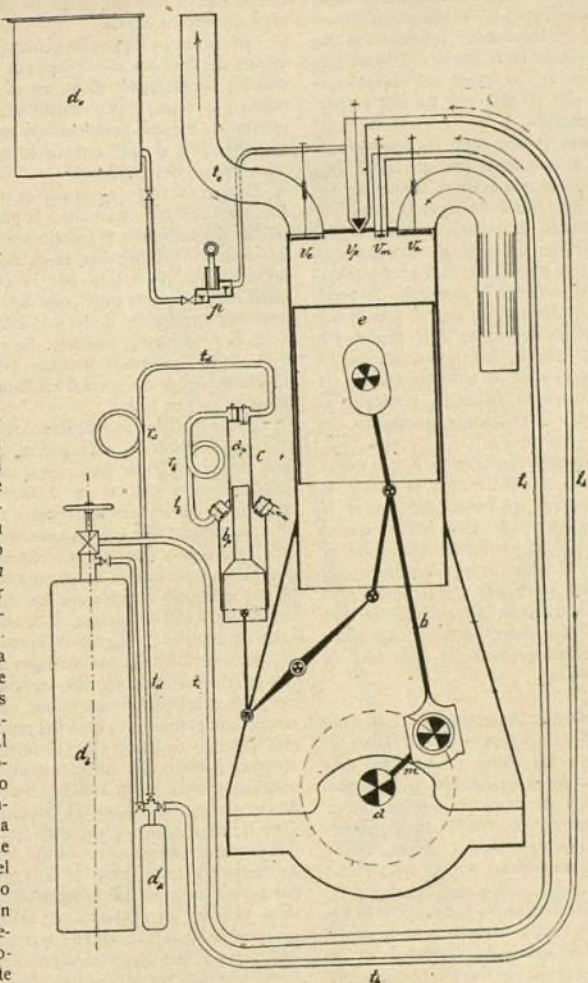


Fig. 1.—Representación esquemática del funcionamiento del motor Diesel de cuatro tiempos.

culada a una manivela especial del eje motor; b_p , es el cilindro de baja presión, y a_p , el de alta presión al que pasa el aire comprimido en el primero, en un primer grado de presión, por el tubo t_b y el refrigerador r_b . De la cámara de alta presión, pasa el aire comprimido en último grado, por el tubo t_a y el refrigerador r_a al depósito d_a en donde se deposita a una presión comprendida entre 45 y 70 atmósferas superior a la que alcanza el aire comprimido en la cámara de combustión. Los refrigeradores r_b y r_a tienen por objeto bajar la temperatura del aire elevada por los dos respectivos grados de compresión.

El depósito de aire comprimido d_a destinado al aire de pulverización se comunica por una tubería t_g con otro u otros depósitos más grandes donde se reserva el exceso de aire a presión producido, para utilizarlo oportunamente en la puesta en marcha del motor. Así, pues, el primer depósito d_a está también en comunicación directa por el tubo t_h con el pulverizador v_p que es a la vez válvula de inyección del combustible pulverizado, utilizando el aire a presión de dicho depósito, en ambos servicios; y el depósito o depósitos d_b , por el tubo t_i , con la válvula v_m de puesta en marcha que da paso al aire comprimido de dichos depósitos, dentro del cilindro, poniendo el émbolo en movimiento para iniciar la marcha del motor.

Finalmente, la bomba de combustible p , que extrae el aceite del depósito d_a , conduciéndolo al pulverizador v_p , tiene también, necesariamente, que vencer la presión existente en el interior de esta válvula, creada por el aire de pulverización y comprendida como ya sabemos entre 45 y 70 atmósferas. Constituye esta bomba un aparato muy delicado que requiere gran robustez, al cual le está confiada la regulación del motor, debiendo inyectar en el pulverizador a cada golpe la cantidad exactamente necesaria en cada fase de combustión, a carga actual.

Descripción del modelo desmontable.—Conocido ya el principio y, en líneas generales, la estructura orgánica y funcionamiento del motor Diesel, fácil será comprender el mecanismo de cualquiera de los modelos contruidos entre los que descuella por sus líneas clásicas, el que publicamos en lámina desmontable y hemos escogido como ejemplo de los demás, siendo la figura 2 una sección transversal por el eje de uno de los cilindros.

Pertenece este motor al tipo de los fijos y verticales con cuatro cilindros a cuatro tiempos y como todos sus congéneres, descansa sobre una *fundación* de ladrillo (1) en la que se forman los fosos del volante (53) y, en este modelo, el del compresor (52) y los túneles de las tuberías subterráneas (51).

El *zócalo* (2) de fundición, que algunas veces es de acero colado o de bronce, une el motor al cimiento por medio de anclajes ordinarios y contiene los ajustes para recibir en superposición los *bastidores* (7) que se sujetan por medio de grandes pernos. El zócalo contiene los soportes de los cojinetes (6) en que se apoya y juega el árbol cigüeñal (11). Estos *cojinetes*, de fundición, revestidos de metal blanco son de engrasado automático por anillos móviles aprisionados, detalles todos perfectamente visibles en el modelo. El soporte de la derecha tiene sus cojinetes divididos

para dejar sitio al emplazamiento de un engranaje helicoidal que transmite desde el eje motor (11) el movimiento al árbol vertical intermediario (28) para el accionamiento del eje de las levas (24). Los pequeños depósitos del aceite de lubricación de los cojinetes comunican entre sí por medio de un tubo (5) y con un nivel de tubo de cristal.

Los *cilindros* (9) por lo general son independientes del bastidor y se componen de dos partes: el *cilindro* propiamente dicho en el que se desliza el pistón y la *camisa* (10) constituida por la envoltura exterior. El espacio comprendido entre el cilindro y la camisa es por el que circula el agua destinada a la refrigeración del cilindro.

El *cigüeñal* (11) o eje motor es el órgano destinado a recoger, unificar y transmitir a la polea (47) o en otro caso al acoplamiento, el trabajo mecánico en que han transformado los émbolos, en su movimiento, el efecto de dilatación producida por la combustión de los gases. Generalmente estos ejes son de una pieza de acero Martin Siemens de 50 a 55 kilogramos de resistencia por milímetro cuadrado. En el modelo que describimos el compresor trifásico (31) está accionado directamente por el cigüeñal mediante la manivela extrema (12) y una biela.

Las *bielas* (13) que articulan los émbolos motores (14) con las manivelas del cigüeñal, son de acero forjado, con cojinetes de fundición o acero revestidos de metal blanco; la sección de la barra es circular y su longitud es cinco veces la del radio de la manivela.

Los *émbolos* (14) son órganos esenciales de estudio muy cuidadoso y construcción esmerada, pues son los destinados a verificar la transformación mecánica. Los de este modelo y siempre que sus diámetros no exceden de 300 a 350 milímetros, se construyen de una sola pieza de fundición, de gruesas paredes, especialmente la zona superior hasta los *bossages* del eje de la biela, que se refuerzan con nervios verticales; la zona inferior, más delgada, se refuerza con nervios anulares lo mismo que el fondo cóncavo del pistón de pared aun más gruesa y resistente que las anteriores. El estancamiento y fricción del émbolo dentro del cilindro se obtiene con seis o siete anillos elásticos de buena fundición o acero, arrollados en mortajas de sección en U en la zona superior del cilindro. Las entalladuras que se pueden observar en los dos lados de los bordes del fondo o parte superior de los cilindros, son para dar paso a los gases que proceden o afluyen a las válvulas cuando los émbolos se hallan en el extremo superior de su curso, casi en contacto con el fondo de las culatas. Completa la estructura del pistón, el eje de acero templado, sujeto por dos clavijas, al que se articula la biela. Estos pequeños ejes tienen un canal central con salida a la periferia por medio de otros dos pequeños canalitos, uno de entrada, hacia un extremo y otro de salida situado en el centro, y están destinados a la lubricación del eje y el cojinete de la biela.

La *culata* (15) viene a ser la tapa del cilindro sobre el que se fija por medio de pernos muy resistentes. Es una pieza de gran importancia, de estructura algo complicada, por lo que se funde casi siempre independientemente del cilindro, construyéndose algunas veces de acero colado. Esta importancia de la culata deriva de ser el órgano en que se colocan todas las

válvulas y sus aparatos y conducciones auxiliares. Ordinariamente, la culata afecta la forma cilíndrica con fondos planos como en el modelo o ligeramente curvados, cruzada en su interior por tabiques y diafragmas radiales y verticales de refuerzo con orificios para

cación de las dos primeras válvulas con sus conducciones correspondientes, la tubería de aspiración (36) y la de escape (38), se establece por la parte posterior de la culata, la primera hacia el lado derecho y la segunda al izquierdo, formando un ángulo aproximada-

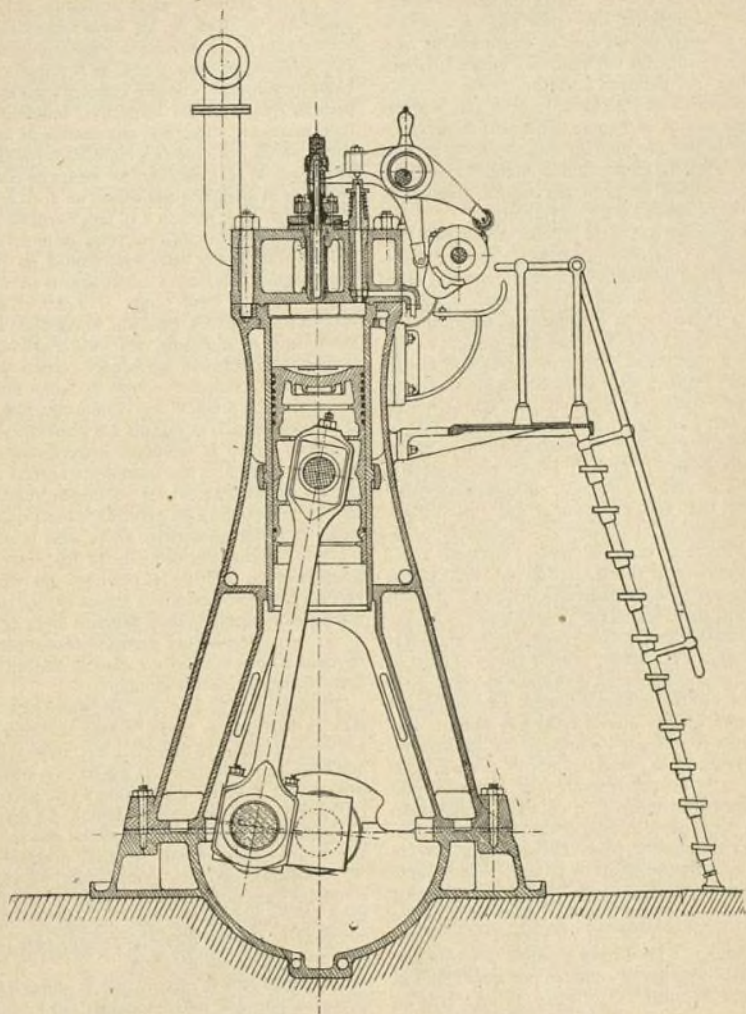


Fig. 2.—Sección transversal por el eje de un cilindro del modelo desmontable.

la circulación del agua de refrigeración. La superficie cilíndrica exterior, se interrumpe por uno de los frentes para dar salida a dos núcleos también cilíndricos, pero de mucho menor diámetro, que sobresaliendo del plano superior de la culata, forman los *montantes* (20) que soportan el árbol fijo de las palancas de distribución (21). Las cámaras de las válvulas de aspiración (17) y escape (18) así como la del pulverizador (19) están dispuestas sobre el mismo diámetro. La comuni-

mente de 90°. El asiento de la válvula de puesta en marcha (16) se encuentra en cada culata por la parte anterior del diámetro de las primeras y algo desplazado de la línea central hacia la izquierda.

Con objeto de poder desmontar las *válvulas*, sin levantar la culata, cada válvula está contenida en una caja o *linterna* en la que se encuentra el asiento cónico de la válvula, la guía de la varilla y el muelle, construyéndose siempre de fundición de hierro, lo mismo que

la válvula de escape, por resistir mejor el calor; las demás válvulas son de hierro. La unión de las linternas de las válvulas a la culata se verifica por medio de bridas y pernos.

En la válvula de *puesta en marcha* (16) la brida es volante y sujeta la linterna contra un asiento cónico existente en la culata; el aire entra por un conducto normal al eje de la válvula con el que empalma en la parte central y superior del frente del motor la tubería que conduce del depósito correspondiente el aire a presión, de puesta en marcha. El muelle que sostiene cerrada esta válvula es de gran resistencia en previsión de escapes de aire que podrían entorpecer la marcha del motor; la varilla, en su porción inferior, más gruesa, está guarnecida de pequeños anillos elásticos de estanque, parecidos a los de los émbolos.

El *pulverizador* (19) es un órgano característico del motor Diesel. Su disposición obedece a dos funciones: dar paso al aceite de combustión en el momento necesario, en este caso obra como una verdadera válvula; verificar la pulverización mecánica del combustible o sea su subdivisión en gotas minúsculas, de aquí su función como *pulverizador*. Los dispositivos que obedecen al primer objetivo están constituidos por una aguja cuyo extremo cónico se apoya, obligada por un muelle regulable, sobre un asiento de la misma forma. Una palanca articulada a la aguja y regida en su movimiento por una leva, levanta la aguja en el momento necesario abriendo la válvula y poniendo en comunicación el pulverizador y la cámara de combustión. Los dispositivos que componen el pulverizador propiamente dicho, consisten en un tubo de bronce, en donde se inserta la aguja de la válvula, dotado de varias placas anulares horadadas por minúsculos orificios y un cono truncado acanalado según sus generatrices, en forma que las estrechísimas estrías convergen en el truncamiento situado en el extremo inferior contra el paso de la válvula que remata con un diafragma de acero, cuyo estrechísimo orificio de paso completa la pulverización del aceite combustible que inyecta en el cilindro después de haber pasado por los orificios de las placas y los canales del cono, obligado por el aire a presión contenido en el espacio comprendido entre el tubo descrito del pulverizador y la cubierta o linterna del aparato en cuyas paredes internas apoyan y cierran las placas y el cono pulverizadores. El aire a presión desde su depósito correspondiente y el aceite combustible impulsado por la bomba anexa, llegan al interior del aparato por medio de dos tubos de cobre situados en la parte posterior de la válvula por encima de la culata.

Las *palancas* (21) que rigen o ponen en movimiento las válvulas descritas se accionan por *levas* (25). Las palancas que accionan las válvulas de inyección de combustible y la de puesta en marcha, oscilan en un manguito excéntrico en un eje fijo en cada culata por los montantes (20). Las que corresponden a las válvulas de aspiración y de escape van montadas directamente sobre este eje. Las levasson solidarias de un eje distribuidor o árbol de levass (24) que verifica una rotación por cada dos del árbol motor, accionado por los engranajes 16 y el árbol vertical intermediario 28 de que ya hemos hecho mérito mas arriba. Este descansa en unos soportes de cojinetes (23). La distribución de las levassobre su eje corresponde al de las válvulas sobre la culata en este orden, de derecha a izquierda: válvula de

aspiración (17), de inyección del aceite combustible (19), de puesta en marcha (16) y de escape (18). El pequeño rulo de la palanca correspondiente a la válvula de inyección apoya sobre la parte interior de la leva, al contrario de las demás palancas cuyos brazos exteriores apoyan sobre las caras de delante de las levass; de modo que al paso de las levass respectivas, los brazos del lado de las válvulas de estas tres últimas palancas, se bajan, mientras que el de la primera se levanta. Estos movimientos están en concordancia con el modo peculiar a cada válvula respectiva, requerido para su funcionamiento. Completa este sistema de distribución la *manilla de gobierno* (22) montada sobre el manguito excéntrico de las palancas. Por medio de ella se puede desplazar el manguito con objeto de acercar el rulo de la palanca de inyección a su leva quedando separada la de puesta en marcha o viceversa, de modo que, mientras funciona una de estas dos válvulas no puede funcionar la otra, alternativa condicionada para la manobra del motor. Para poner el motor en marcha, la manilla se coloca en posición horizontal; iniciado el movimiento en el volante, funciona la válvula de puesta en marcha mientras permanece cerrada la de inyección; cobra entonces impulso el motor funcionando por el aire comprimido que suministra dicha válvula; se lleva en seguida la manilla a la posición vertical entrando en acción la válvula de inyección de combustible y el motor en su funcionamiento normal, quedando cerrada simultáneamente la válvula de puesta en marcha, en cuya disposición permanece hasta que haya que parar el motor para cuyo fin se lleva la manilla a la posición oblicua intermedia de las dos anteriores que produce en los rulos de las palancas que rigen la inyección del combustible y la puesta en marcha, el desplazamiento necesario para ponerlos fuera de la acción de las levass respectivas permaneciendo, por lo tanto, cerradas las dos válvulas del mismo nombre y, consecuentemente, sin acción el motor.

El *compresor* de aire (31) del motor que describimos es trifásico, es decir, verifica la compresión del aire necesario para la inyección del combustible y del que se ha de reservar para la puesta en marcha, en tres grados: baja, media y alta presión y está accionado directamente por el cigüeñal del motor. La refrigeración y el abastecimiento de los depósitos que son cilíndricos, de acero, para resistir las altas presiones de 45 a 75 atmósferas, del aire comprimido, se verifica del modo que ya conocemos, no ofreciendo otra particularidad este compresor que estar dotado de una envoltura general exterior o camisa de agua para la circulación del agua de refrigeración.

El *volante* (46) lo mismo que la *polea* (47) están formados por dos mitades unidas por los cubos con pernos muy resistentes y el volante, por la corona, mediante una barra sostenida por dos pasadores. Por la parte interior de la derecha de la corona existe una enclavadura o cremallera destinada a hacer presa el trinquete o *cric* (50) que sirve para mover a mano la gran masa del volante haciéndolo girar hasta ponerlo en el punto de partida del motor. Para evitar en los motores Diesel, (en los cuales, la irregularidad propia del ciclo de cuatro tiempos es en los que se produce con mayor intensidad) el peso excesivo de los volantes pasado cierto potencial, hay necesidad de multiplicar el número de cilindros. Lo corriente es que los moto-

res de un cilindro no pasen de 70 caballos; de dos cilindros hasta 150 caballos y para mayores potencias de cuatro cilindros en adelante. La velocidad de la corona de los volantes suele ser de 30 a 35 metros por segundo.

En esta ligera descripción nos restan dos palabras sobre los sistemas de circulación del aire comburente, del agua de refrigeración y la lubricación y sobre algunos accesorios de instalación como la plataforma de servicio y el aparejo para montar los pistones y las culatas.

El aire comburente lo mismo puede aspirarse en el local del motor como en el exterior, tomado y conducido por una tubería expresa. El sistema más corriente es el primero que une a la ventaja de la sencillez el contribuir a la renovación eficaz del aire de la sala de máquinas, pero tiene el inconveniente del gran ruido que produce la aspiración del aire por el tubo de succión que se evita con el segundo sistema. El tubo clásico de aspiración está representado en el esquema de la figura 1 (1) que consiste en un codo de fundición unido a la culata que se prolonga con un tubo de hierro cerrado por el fondo en una longitud de 5 a 6 veces su diámetro, el cual está surcado de dos o tres series de ventanas muy estrechas por las cuales entra el aire. Esta forma de múltiples entradas oblongas atenúa el ruido de la succión. El sistema de aspiración empleado en el modelo que describimos es diferente: para evitar las salpicaduras de aceite que produce el vaivén de las manivelas, el espacio comprendido entre los pies de los bastidores suele cerrarse por medio de planchas de acero oxidado formando una especie de cámaras en las que, abocando los tubos de aspiración, se convierten en verdaderas cámaras o *cajas de aspiración* (37). Este sistema tiene la ventaja de recoger el aire algo ya caliente y de absorber el humo y el olor desagradable que lanzan fuera los pistones especialmente cuando la lubricación es muy abundante. Un número suficiente de aberturas practicadas en las planchas permiten la entrada desde el exterior del aire de renovación. El aire comburente pasa a la cámara de combustión por la válvula de aspiración y los gases quemados, como ya sabemos, salen por la válvula de escape a la tubería de escape (38) reuniéndose en un tubo colector que los conduce al exterior fuera del local.

La circulación del agua de refrigeración se verifica del modo siguiente: El agua desciende por un tubo desde un depósito alimentado por una bomba que la extrae de un pozo o de otro depósito de recuperación; este tubo se puede ramificar en otros de menor diámetro, dando lugar a la distribución en *derivación*, para conducir el agua a las diferentes partes que se hayan de refrigerar. El sistema empleado en nuestro modelo es el más común, llamado *en serie* y consiste en la refrigeración sucesiva de las diferentes partes por una sola corriente para cada cilindro empezando por la refrigeración de los órganos menos calientes y terminando por los más calientes. Entra, pues, el agua en la camisa del cilindro conducida por el tubo 40, pasa a la culata por el pequeño conducto lateral interior y después de haber enfriado la válvula de escape sale por la parte superior de la culata por el tubo 41 para verterse

en el depósito de recuperación o en el desagüe, en otro caso. En los motores cuyos compresores están unidos a los cilindros, el agua de refrigeración pasa por aquéllos antes de entrar en éstos. También, en algunos motores que necesitan refrigerar los tubos de escape, cuando no la verifican con derivación especial, cierran la serie de refrigeración con la de estos tubos. El depósito del agua se suele colocar a unos 6 metros de altura sobre el suelo de la sala; la temperatura que alcanza el agua a su salida de la circulación refrigerante oscila entre 50 y 70 grados.

En cuanto a la lubricación ya conocemos la de los cojinetes del árbol motor. La de los cilindros y los ejes de los pies de las bielas, cuando no existe lubricación forzada, se verifica del modo siguiente: cada cilindro dispone de un depósito (42) de aceite del que lo toma una pequeña bomba especial de dos pistones, situada por debajo y unida como aquél al pie del bastidor. De esta bomba parten adosados al bastidor y en sentido ascensional dos tubitos uno de los cuales termina en un inyector dispuesto a través de las paredes de la camisa de agua y del cilindro en un punto de la línea que recorre una pequeña cavidad practicada en el pistón que se comunica con el conducto del eje de la biela, ya conocido. En el momento de pasar el nicho del émbolo por delante del inyector la bomba está en fase impenetrante e inyecta la cantidad precisa de aceite para la lubricación del eje del pie de la biela. El segundo tubo desemboca en un anillo formado por un pequeño tubo de cobre en comunicación con el cilindro por medio de cuatro pasos o pequeños tubos de rosca atornillados al anillo y provistos de cajas de estopa al atravesar las paredes del cilindro y la camisa para evitar el escape del agua de refrigeración. La bomba de este sistema de lubricación está movida por una manivela que recibe un movimiento de oscilación de un pequeño eje, montado a través del pie del bastidor, que a su vez es accionado por el movimiento alternativo del émbolo mediante un sencillo sistema de palancas.

La *plataforma de servicio* (48) con su *escalera de acceso* (49) es de importancia en los motores verticales, para alcanzar los órganos más esenciales de la maniobra como las palancas de puesta en marcha y las válvulas, situadas todas en la parte más elevada de la máquina. La plataforma está constituida por una meseta de palastro o de plancha de fundición de una o varias piezas, rodeada de una barandilla. En el modelo, la plataforma abarca todo el frente del motor apoyándose en unos ajustes de la envoltura del cilindro. Algunos constructores extienden la plataforma rodeando completamente el motor, lo que facilita la montura de las culatas y de las válvulas, tanto como el recambio de los diagramas del indicador.

Terminaremos haciendo mención entre otros accesorios de menos importancia, del aparejo para montar y desmontar los émbolos y las culatas, consistente en un sencillo aparato de cadena que se puede correr por una vigueta colocada a plomo por encima del centro de los cilindros. (1)

A. MENENDEZ CABALLERO.

(1) Véase en el número próximo la descripción del motor Diesel a dos tiempos y el modelo desmontable de un motor marino de este sistema.

Grúa eléctrica Cantilever de 250 toneladas. (VÉASE LÁMINA-PLANO CENTRAL)

En el arsenal de Portsmouth se ha terminado la instalación de la grúa eléctrica giratoria mayor del mundo, capaz para levantar pesos de 250 toneladas. Esta grúa fué encargada por el Almirantazgo inglés a la casa Arrol y Compañía, de Glasgow. El emplazamiento que se escogió para esta gran máquina elevadora fué el extremo de un muelle saliente que divide en dos la dársena con lo que se obtienen mejores condiciones para la carga y descarga, por la mayor facilidad de atraque de los barcos que pueden evolucionar bajo el brazo de la misma con más libertad que si estuviera colocada en un muelle al que solo pudieran atracar de costado. El estribo en que descansa la grúa está construido de mampostería y hormigón sobre postes clavados en el fondo de la dársena y como sus cimientos están, como es natural, por debajo del nivel del agua, se recurrió, para poder llevar a cabo su erección, a los servicios de una atagüa, de cuyo interior se sacó el agua por medio de bombas y el barro mediante dragas.

El aspecto de la grúa es el de medio puente giratorio colocado sobre una torre metálica y a lo largo del cual se mueve el carro del que va suspendida la carga. La torre está formada principalmente por cuatro montantes que son vigas armadas de sección cuadrada unidas entre sí por un entramado conveniente y empotradas en el estribo hasta la profundidad necesaria; en la parte baja está la torre atravesada por la línea férrea para el

tráfico del arsenal y por lo tanto se ha dejado espacio suficiente para dar paso a los trenes.

El eje de rotación está colocado en el centro de la torre, es hueco, pasan por su interior las canalizaciones eléctricas y está construido de modo que el centro de gravedad de la parte móvil de la grúa pasa por un punto de apoyo en el estribo, que gira sobre rodillos. El pescante está formado por dos vigas armadas que llevan en la parte superior los carriles sobre los que se mueve el carro del que pende la carga. En el extremo más cerca del centro se encuentra colocado inferiormente el contrapeso y encima de él la casa de máquinas y los mecanismos de enrollado de las cadenas. Además de la cabria principal hay dispuestas en el pescante de la grúa varias cabrias secundarias de menor potencia. El movimiento de giro de la grúa se obtiene mediante dos aparatos colocados convenientemente. Toda la maquinaria va encerrada en cámaras de palastro y la cabina del maquinista está situada, a un tercio de altura, en la torre y asida al eje de rotación al que acompaña en sus movimientos giratorios con lo que el maquinista tiene siempre a la vista el objeto que se levanta. Los tornillos que mueven las diferentes cabrias tienen velocidades distintas y están provistos de frenos eléctricos automáticos.

Para el montaje de esta grúa gigantesca se utilizó otra de 15 toneladas colocada provisionalmente entre los montantes de la torre.

Radiotelegrafía

Teoría de la resonancia en los circuitos de alta frecuencia

III

TELEGRAFÍA SIN HILOS

Resonancia en los circuitos de telegrafía sin hilos.—Los circuitos de telegrafía sin hilos en los cuales entran en juego corrientes de alta frecuencia pueden ser clasificados en tres grupos: los circuitos solamente transmisores, los circuitos transmisores y receptores y los circuitos solamente receptores.

Circuitos transmisores.—La conexión típica de los circuitos de transmisión aparece en la figura 14 en la cual el circuito transmisor cerrado C_1 influye por inducción sobre el circuito transmisor abierto aéreo C_2 . Estos dos circuitos se hallan en resonancia cuando la frecuencia libre del circuito C_2 es la misma que la frecuencia de las corrientes oscilantes en el circuito C_1 . Admitiendo que las condiciones de resonancia se hallen realizadas, construyese la oscilación resultante obtenida en el circuito C_2 por la superposición de las oscilaciones libres de este circuito a la oscilación forzada inducida en el mismo por la corriente oscilante del circuito C_1 , suponiendo amortiguadas, o no, las oscilaciones de este último. Para la resolución del problema se admitirá que la relación entre la amplitud de

una media oscilación y la de la media oscilación precedente, en el circuito C_1 , sea, por ejemplo, $\frac{24}{25}$, suponiendo que la relación entre la amplitud de una media oscilación libre y la de la precedente media oscilación libre sea, en ambos casos, de $\frac{10}{25}$.

(1) **Circuito C_1 con oscilaciones no amortiguadas.**—Admitase que la amplitud A de la oscilación forzada inducida en el circuito C_2 sea igual a 50 unidades y que, por consiguiente, A_1 sea igual a $50 \times \frac{10}{25} = 20$.

Constrúyase un triángulo, abc , idéntico al de la figura 8, en el cual b forma ángulo recto con c y es igual a $A_1 = 20$, y a es igual a $A = 50$. Determinense luego las sucesivas amplitudes A_2, A_3, A_4 , etc. de la primera oscilación libre por la construcción gráfica explicada con referencia a la figura 12 (página 166). Las amplitudes sucesivas B, C, D de la oscilación forzada siendo todas iguales a A (esto es a 50 unidades) y puesto que $A_1 = B_1 = C_1$, etc. $\dots A_2 = B_2 = C_2$, etc. \dots este caso es idéntico al a que se refiere la figura 7 y la amplitud máxima R_{max} es igual a $A + A_1 + A_2 + A_3 + A_4 = 83$. El cálculo de R_{max} por medio de la ecuación 8 da por resultado 83,33, siendo por consiguiente bastante exacto el valor obtenido por el método gráfico. Sabido es que R_{max} es obtenida con A_1 (esto es con la última mitad de la oscilación libre iniciada por la primera mitad, A , de la oscilación forzada) y que esta mitad A , de la oscilación libre se halla superpuesta a la mitad E de la oscilación forzada. Se sabe también

que una vez alcanzada la amplitud R_{max} , su máximo es mantenido mientras exista una oscilación forzada inducida en el circuito. Es posible, por consiguiente, trazar la curva de la oscilación resultante incluidas las amplitudes comprendidas entre el comienzo de esta oscilación y su máximo, siendo estas amplitudes iguales a A ; $B + A_1$; $C + B_1 + A_2$; $D + C_1 + B_2 + A_3$; y $R_{max} = E + D_1 + C_2 + B_3 + A_4$.

En la figura 17 en la cual las amplitudes están dibujadas en pequeña escala, la línea recta I representa la amplitud constante de la oscilación forzada y II la oscilación resultante, formada como se ha explicado antes. El aumento de amplitud obtenido en el ejemplo que se considera es equivalente al 66 por ciento de la amplitud de la oscilación forzada.

(2) *Circuito C_1 con oscilaciones amortiguadas.*— Ha sido admitido que la relación entre la amplitud de una media onda de la oscilación forzada y la amplitud de la media onda precedente es de $\frac{24}{25}$ y que la relación entre dos amplitudes sucesivas de la oscilación libre es de $\frac{10}{25}$. Admitase además que la primera amplitud A de la oscilación forzada sea igual a la amplitud de la oscilación forzada considerada en el párrafo (1), esto es, igual a 50 unidades.

Constrúyase en primer lugar, además del triángulo a, b, c , otro triángulo, a_1, b_1, c_1 (fig. 8) haciendo a_1 igual a a y A (es decir 50) y b_1 igual a $50 \times \frac{24}{25}$ (o sea 48); constrúyase luego c_1 paralelo a c , procurando por otra parte que el punto de intersección de los lados a y b de uno de los triángulos coincida con la intersección de los lados a_1 y b_1 del otro triángulo.

Determinense luego las amplitudes B, C, D, E , etcétera de la oscilación forzada por medio del triángulo a, b, c , y del procedimiento gráfico a que hace referencia la figura 12; calcúlense también las amplitudes A_1, A_2, A_3 , etc., de la oscilación libre iniciada por A , por medio del triángulo a, b, c .

Señálese entonces sobre el lado a del triángulo a, b, c la amplitud b de la segunda mitad de la oscilación forzada, prolongando para ello el arco 1 hasta que corte aquel lado del triángulo y determinense las amplitudes B_1, B_2 , etc. de la oscilación libre iniciada por B , del mismo modo que se hizo para la oscilación libre iniciada por A ; luego, se determinarán de idéntico modo las amplitudes de las oscilaciones libres iniciadas por todas las demás fracciones C, D, E , etc. de la oscilación forzada. Para evitar que se produzcan confusiones entre los numerosos puntos señalados sobre el lado a , podrá trazarse encima de éste una serie de líneas convergentes, prolongarse los varios arcos 1, 2, 3, etc. más allá de dicho lado hasta que cada uno de ellos se encuentre con una de aquellas líneas, y además marcar los puntos de intersección con A, B, C , etcétera, en la forma indicada. Si las amplitudes de las oscilaciones libres iniciadas por A, B, C , etc. se determinan por medio del triángulo a, b, c , deberán prolongarse los arcos trazados para la determinación de A_1, A_2, A_3 , etc. hasta su intersección con la línea correspondiente a A ; los arcos trazados para la determinación de B_1, B_2, B_3 , etc. hasta su intersección con la línea correspondiente a B , y así sucesivamente. De este

modo las amplitudes correspondientes a una oscilación libre y la amplitud de la oscilación forzada que inició aquélla se hallan todas sobre una misma línea, sobre la cual solamente están indicadas dichas amplitudes.

Finalmente, se dispondrán las varias amplitudes determinadas por la construcción a que hace referencia la figura 8 en su debido orden de sucesión y superposición, como sigue:

$A, B, C, D, E, F, G, H,$
 $A_1, B_1, C_1, D_1, E_1, F_1, G_1, H_1,$
 $A_2, B_2, C_2, D_2, E_2, F_2, G_2, H_2,$
 $A_3, B_3, C_3, D_3, E_3, F_3, G_3, H_3,$
 $A_4, B_4, C_4, D_4, E_4, F_4, G_4, H_4,$

y se sumarán todas las amplitudes que se hallen agrupadas en una misma columna. Los valores así obtenidos: $A, B + A_1$; $C + B_1 + A_2$, etc., representan las amplitudes de la oscilación resultante.

En la figura 17, el N.º 1 señala la curva de la oscilación forzada y el N.º 2 la curva de la oscilación resultante obtenida por el procedimiento descrito más arriba. La comparación de la curva 2 con la curva 1 obtenida en el caso de oscilación forzada no amortiguada muestra que la amplitud R_{max} que, en dicho

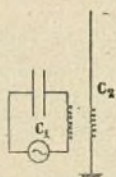


Fig. 14.

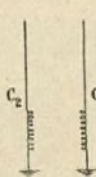


Fig. 15.

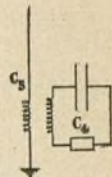


Fig. 16.

caso resultó ser igual a $D + C_1 + B_2 + A_3 = 74,3$, es alcanzada más rápidamente que en el caso de oscilación no amortiguada (compárense R_1 y R_2); pero que no se mantiene en lo sucesivo y es menos elevada que en aquel caso. En el caso que sirve de ejemplo más arriba, el aumento de amplitud es de 48,6 por ciento de la amplitud de la oscilación forzada que, comparado con el aumento de 66 por ciento que se observa en el caso de oscilaciones no amortiguadas, hace resaltar una diferencia de 17,4 por ciento a favor de las oscilaciones no amortiguadas siempre que la amplitud de la oscilación forzada no amortiguada sea igual a la primera amplitud de la oscilación forzada amortiguada, hipótesis de que se ha partido.

Circuitos de transmisión y recepción.— Cualquiera que pueda ser la verdadera naturaleza de los fenómenos eléctricos que tienen lugar entre el circuito aéreo de transmisión C_1 y el circuito aéreo receptor C_2 (figura 15), es lógico suponer que una oscilación forzada de igual frecuencia que la oscilación resultante obtenida en el circuito aéreo de transmisión C_1 es inducida en el circuito aéreo receptor C_2 . Los dos circuitos se hallan en condiciones de resonancia si la frecuencia natural del circuito C_2 es igual a la frecuencia de la oscilación resultante en el circuito C_1 .

Suponiendo que esta condición se halle realizada, determinese por el método antes descrito la oscilación resultante obtenida en el circuito C_2 por la superposi-

ción de las oscilaciones libres a la oscilación forzada inducida en él.

Pero, antes de proceder a esta determinación, caben algunas observaciones relativas a las oscilaciones II y 2 obtenidas en el circuito C_2 tal como aparecen en la figura 17 y con referencia a las oscilaciones forzadas

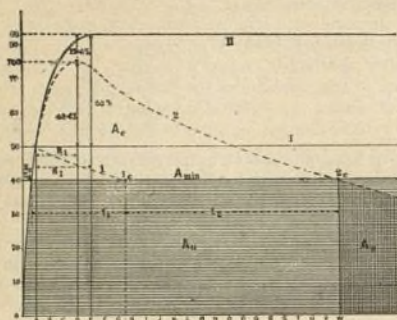


Fig. 17.—Primer diagrama comparativo de las curvas de la oscilación resultante

inducidas por ellas en el circuito C_2 . En primer lugar, es evidente que, dada la gran cantidad de energía que se disipa en el espacio, sólo una parte relativamente muy pequeña de la misma puede alcanzar un lejano circuito receptor y que, por consiguiente, las unidades eléctricas que pueden servir de base en este último han de ser de muy distinto orden que las que rijan en el circuito de transmisión. Sin embargo, puede admitirse que la amplitud de la oscilación forzada inducida en el circuito de recepción es en todo momento proporcional a la amplitud correspondiente de la oscilación resultante en el circuito de transmisión.

Es evidente también que, puesto que en el trayecto del circuito de transmisión al circuito de recepción cierta cantidad de energía se pierde en el aire y en la tierra, cantidad que aumenta con la distancia que separa los dos circuitos, debe existir en cada caso un límite mínimo de amplitud suficiente de la oscilación en el circuito de transmisión, no produciendo las oscilaciones que no alcancen a este límite efecto alguno apreciable en el circuito receptor. Supóngase que en el caso tomado como ejemplo la amplitud mínima necesaria para producir un efecto en el circuito C_2 sea igual a 40. Si la línea A_{min} de la figura 17 se traza de modo que corresponda a este mínimo de 40, la parte efectiva de la oscilación resultante aparecerá claramente a primera vista. Por ejemplo, la oscilación resultante II de las oscilaciones no amortiguadas empieza a ser efectiva en el momento II_s y después continúa siendo constantemente efectiva, mientras la oscilación resultante 2 de las oscilaciones amortiguadas empieza a ser efectiva en el momento 2_s , que coincide con II_s , y deja de ser efectiva en el momento 2_e . Además, en cuanto a la oscilación resultante de las oscilaciones amortiguadas, la parte de la oscilación que tiene lugar después del momento 2_e , no siendo efectiva, constituye una pérdida inútil. En el diagrama, la parte necesariamente no efectiva ha sido indicada por A_u , la parte efectiva por A_e y la parte supérflua por A_s . Finalmente, si la oscilación

resultante 2 se compara con la oscilación forzada 1 por la cual ha sido formada mediante superposición de las oscilaciones libres cuando se hallan realizadas las condiciones de resonancia, se verá que el fenómeno de resonancia en el caso de oscilaciones amortiguadas no solamente tiene por efecto un aumento de la amplitud en el circuito de transmisión, sino también una prolongación (t_2) del tiempo durante el cual la oscilación resultante ejerce su efecto sobre el circuito receptor. En efecto, en el caso de que se trata, este tiempo ha sido aumentado hasta ser tres veces mayor (compárense t_1 y t_2).

Para la determinación de las oscilaciones resultantes en el circuito receptor C_2 en los casos de oscilaciones forzadas amortiguadas y no amortiguadas respectivamente, se utilizarán únicamente las partes de las curvas II y 2 que se hallan encima de A_{min} , admitiendo naturalmente que las unidades de las amplitudes son mucho menores en este circuito que en el de transmisión.

Tiéndase al efecto una línea vertical, b , (fig. 18) conteniendo las amplitudes de las partes efectivas de las curvas II y 2 y señálense las amplitudes A, B, C, etcétera, pertenecientes a la curva II a la izquierda, y las amplitudes A, B, C, etc., correspondientes a la curva 2 a la derecha de la línea. Admitiendo que la relación existente entre una amplitud y la amplitud precedente de una oscilación libre del circuito C_2 sea igual a la correspondiente a la oscilación libre del circuito C_1 , esto es, igual a $\frac{10}{25}$, constrúyase sobre el lado izquierdo de b un triángulo $a_1 b_1 c_1$ en el cual a_1 sea igual a la amplitud máxima de la curva 2 y $b_1 = a_1 \frac{10}{25}$, hallándose los lados c_1 y c_1 , en ambos triángulos, a ángulo recto con b que coincide con b_1 y b_2 .

La determinación de las amplitudes de las varias oscilaciones libres iniciadas por la media onda de la oscilación forzada II se verifica entonces por medio del

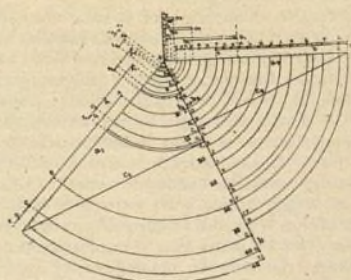


Fig. 18.—Construcción gráfica de las oscilaciones resultantes en el circuito aéreo receptor

triángulo $a_1 b_1 c_1$ y la de las amplitudes de las oscilaciones libres iniciadas por las medias ondas de la oscilación forzada 2 por medio del triángulo $a_2 b_2 c_2$, en la forma que ya se indicó. A consecuencia del gran número de puntos reunidos en la proximidad del punto O, resulta más conveniente emplear, para los puntos pertenecientes a distintos grupos, líneas paralelas, en

vez de líneas convergentes (compárense las figuras 8 y 18).

Las amplitudes de las oscilaciones resultantes en ambos casos se determinan por el procedimiento ya expuesto con referencia a los circuitos de transmisión, esto es, disponiendo las varias amplitudes indicadas en la figura 3 en su debido orden de sucesión y superposición y sumando las amplitudes sobrepuestas, correspondientes a cada medio periodo.

En la figura 19, las curvas II y III representan respectivamente la oscilación forzada y la oscilación resultante para el caso de oscilaciones no amortiguadas. Estas curvas muestran que el momento en que la amplitud máxima es alcanzada en el caso de resonancia

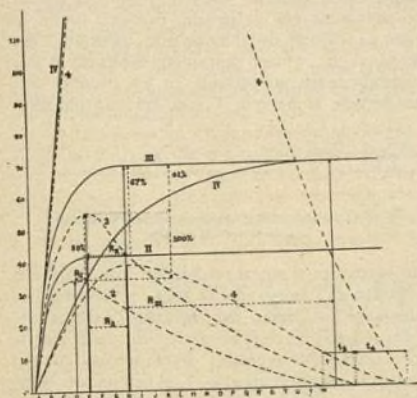


Fig. 19.—Segundo diagrama comparativo de las curvas de la oscilación resultante

entre C_2 y C_3 se halla, en ambos casos, retrasada con relación al máximo alcanzado por la resonancia entre los circuitos C_1 y C_2 , siendo más importante el retraso en el caso de oscilaciones no amortiguadas que en el de oscilaciones amortiguadas (compárense R_{11} y R_1). Muestran también que en el caso de oscilaciones no amortiguadas la duración del periodo efectivo ha sido aumentada aún de la cantidad t_3 . Hacen ver, finalmente, que el aumento de amplitud en el caso de oscilaciones no amortiguadas es igual a 67 por ciento de la amplitud máxima de II y, en el caso de oscilaciones amortiguadas, a 59 por ciento de la amplitud máxima de 2. Comparando el máximo de III con el máximo de 2, se observa que el aumento es de 100 por ciento, resultando por lo tanto una diferencia de 41 por ciento a favor de las oscilaciones no amortiguadas, comprendida la diferencia a su favor ya observada en los circuitos de transmisión.

Circuitos receptores.—La conexión típica de los circuitos receptores se ve en la figura 16 en la cual el circuito aéreo abierto de recepción C_3 actúa, por inducción, sobre el circuito receptor cerrado C_4 . Estos dos circuitos están en resonancia cuando la frecuencia libre del circuito C_4 es igual a la frecuencia de la oscilación resultante obtenida en el circuito C_3 . Admitiendo que este requisito se haya llenado y trazando del modo que se ha descrito más arriba (con referencia a

los circuitos de transmisión y recepción) la oscilación resultante obtenida en C_4 por la superposición de las oscilaciones libres de este último circuito a la oscilación forzada inducida en el mismo por la oscilación resultante en C_3 (por la oscilación resultante III correspondiente a la oscilación no amortiguada, y por la oscilación resultante 3, correspondiente a las oscilaciones amortiguadas), admitiendo además que la relación de las amplitudes de las oscilaciones libres existentes en C_4 sea de $\frac{20}{25}$ y haciendo caso omiso, para mayor

sencillez, de la cuestión del acoplamiento, se obtienen las curvas IV y 4 de la figura 19, representadas a la escala reducida de $\frac{1}{5}$ con relación a las demás curvas de la misma ilustración.

También se verá que en cada caso, la amplitud máxima ha sido retrasada en el circuito C_4 , con relación a la amplitud máxima en el circuito C_3 , que el retraso ha sido mayor en el caso de oscilaciones no amortiguadas que en el de las oscilaciones amortiguadas (compárense R_{11} y R_1), y que al mismo tiempo el periodo durante el cual es efectiva la oscilación resultante de las oscilaciones amortiguadas ha sido prolongado de una cantidad correspondiente a t_4 (la longitud de este periodo es algo mayor de la que se indica en el diagrama, habiendo sido ligeramente reducida). La comparación de las curvas IV y 4 con las curvas III y 3 respectivamente, muestra que la amplitud ha crecido, en el caso de oscilaciones no amortiguadas, del 400 por ciento y, en el caso de oscilaciones amortiguadas, del 255 por ciento, mientras que la comparación de las curvas IV y 5 con la curva 2 pone en evidencia un aumento del 900 por ciento en el caso de oscilaciones no amortiguadas y del 457 por ciento en el de oscilaciones amortiguadas. De todo lo anterior se desprenden las siguientes conclusiones:

Admitiendo que las oscilaciones forzadas inducidas en el circuito aéreo de transmisión sean iguales en ambos casos y que todos los circuitos se hallen en condiciones de resonancia, el aumento de amplitud realizado en el último circuito receptor es, en el caso de oscilaciones no amortiguadas, aproximadamente doble del que se obtiene en el caso de oscilaciones amortiguadas en la proporción indicada en el ejemplo más arriba aludido.

Oscilaciones amortiguadas y oscilaciones continuas.—La cuestión de si las oscilaciones no amortiguadas, o continuas, deben ser preferidas para la telegrafía sin hilos, a las oscilaciones amortiguadas, es de suma importancia. El examen detenido de esta cuestión bajo todos sus aspectos estaría fuera del objeto del presente estudio; sólo se hará referencia a algunos puntos que se hallan en relación directa con las investigaciones de que se acaba de tratar.

(1) **Indicadores.**—**Amplitud y permanencia de las oscilaciones.**—El funcionamiento de todos los indicadores que se usan en telegrafía sin hilos—y la palabra indicador se emplea aquí en toda su extensión—depende enteramente de la corriente o de la amplitud potencial de las oscilaciones de alta frecuencia, o de estos dos factores a la vez. De todos estos indicadores, sólo los indicadores térmicos, como el «bolómetro», están fundados en la amplitud y la permanencia de las osci-

laciones. En tales circunstancias, es evidente que el efecto producido por las oscilaciones no amortiguadas sobre un indicador del último tipo referido debe ser mucho mayor del que producirían sobre el mismo aparato las oscilaciones amortiguadas. Sin embargo, no se conoce, hasta hoy, ningún indicador térmico que ofrezca la misma sensibilidad que los indicadores magnéticos, electrolíticos, o de cristales; y por esta razón los indicadores de aquella clase no tienen aplicación práctica en la telegrafía sin hilos. En estas condiciones, las ventajas que podrían derivarse de la persistencia de las oscilaciones no amortiguadas, aparte de su amplitud, no son efectivamente aprovechables; la amplitud continúa, por lo tanto, siendo el único factor decisivo.

(2) *Amplitud de la oscilación forzada.*—Se ha visto más arriba que el aumento de amplitud realizado en los varios circuitos en los cuales se hayan llenado los requisitos necesarios para que se produzca el fenómeno de la resonancia depende, aparte de otros factores, de la amplitud de la oscilación forzada primitivamente inducida en el circuito aéreo de transmisión por el circuito de transmisión cerrado acoplado con él. El punto sobre el cual debe, por lo tanto, ejercerse la investigación, es la comparación entre las amplitudes de las oscilaciones forzadas inducidas por las oscilaciones no amortiguadas y amortiguadas respectivamente, en aparatos de uso práctico.

(3) *Duración de las oscilaciones.*—Es evidente que tan pronto como la oscilación en el último circuito oscilante receptor ha alcanzado su amplitud máxima (habiéndose descartado por la razón antes expuesta los indicadores térmicos), no es necesario mantener por más tiempo dicho máximo, puesto que la oscilación ha producido ya la mayor modificación posible en el indicador. En el caso de oscilaciones amortiguadas, la oscilación empieza a decaer inmediatamente después de haber alcanzado dicho punto, lo cual, como se aca-

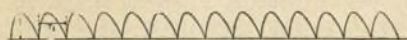


Fig. 20.—Oscilaciones resultantes amortiguadas, en el punto de recepción

ba de indicar, no produce efecto útil alguno. Las figuras 20 y 21 ilustran estos dos casos. Mientras la duración de una oscilación resultante completa, en el caso de oscilaciones amortiguadas, es equivalente al período T_1 , en el caso de oscilaciones no amortiguadas, la duración de la oscilación resultante comprende el período

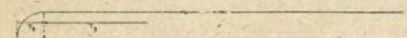


Fig. 21.—Oscilaciones resultantes no amortiguadas, en el punto de recepción

T_2 , más el período T_3 , cuyo último período en caso de no ser interrumpido, es casi infinito. A este período T_3 corresponde un período de oscilación en el circuito cerrado y la energía desarrollada en este último constituye una pérdida inútil.

(4) *Uso del registrador («ticker») en el caso de oscilaciones no amortiguadas.*—El empleo de las osci-

laciones no amortiguadas en los circuitos de telegrafía sin hilos ha sido en alto grado facilitado por la introducción de registradores en los circuitos receptores. En efecto, en el caso de oscilaciones no amortiguadas, la amplitud máxima, una vez alcanzada, es seguida por un estado de «estabilidad» que se mantiene durante el largo período T_3 , y en el cual no se produce cambio alguno que pueda señalar el indicador. La introducción de un registrador en el circuito receptor

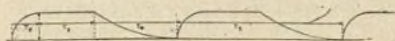


Fig. 22.—Diagrama de los efectos del registrador

tiene por efecto conectar alternativamente el circuito del condensador con el circuito oscilante o con un circuito de teléfono, de tal modo que, hallándose cargado por el uno, y luego descargado mediante el otro, permite que la energía presente en los circuitos oscilantes durante el período T_3 sea aprovechada de un



Fig. 23.—Diagrama de los efectos del registrador funcionando con una frecuencia más alta

modo efectivo en el aparato indicador. Los diagramas 22 y 23 dan un ejemplo de la carga y descarga del condensador por medio del registrador funcionando con dos velocidades de interrupción. En cada diagrama, T_2 corresponde al tiempo necesario para que sea alcanzada la amplitud máxima, T_3 al tiempo de «estabilidad», y T_4 al tiempo durante el cual se produce la descarga por el teléfono, mientras que $T_5 = T_2 + T_3 + T_4$ expresa la frecuencia del interruptor; esta última cantidad es mayor en el caso a que se refiere la figura 23 que en el de la figura 22. Cuanto mayor sea esta frecuencia, tanto más podrá reducirse el período de estabilidad T_3 , y, por lo tanto, utilizarse en el teléfono la persistencia de las oscilaciones.

(5) *El problema de la interferencia y de la transmisión musical.*—Han sido propuestos varios métodos para resolver el problema de la interferencia; pero a pesar de la real eficacia de algunos de ellos, su aplicación ofrece serias complicaciones cuando la interferencia tiene lugar entre varias estaciones. Últimamente ha sido objeto de estudio la producción de grupos de oscilaciones correspondiendo a una misma nota y es hoy opinión generalmente admitida que por la utilización de tales oscilaciones correspondiendo a una misma nota se podrá llegar a una solución más satisfactoria del problema de la interferencia, ya que desde un punto de vista técnico, las notas musicales ofrecen para tal objeto mayores facilidades que los efectos de resonancia.

Fácilmente puede inferirse de las investigaciones precedentes sobre los fenómenos de resonancia, y especialmente del examen de las curvas de la figura 19 y del diagrama n.º 20, que por la utilización de grupos de oscilaciones de unos 30.000 ciclos por segundo, mientras las oscilaciones de alta frecuencia varían dentro de los límites ordinarios, puede obtenerse una verdadera nota musical; la frecuencia de esta nota es

determinada por la frecuencia de los grupos, y sus modulaciones por la curva resultante es, a su vez, obtenida aprovechando el fenómeno de resonancia.

Las formas de aplicación del fenómeno de resonancia en el sentido que se acaba de indicar deben ser determinadas mucho más por las condiciones de los circuitos de transmisión que no por las de los circuitos receptores, de modo que las modulaciones de la nota oída en el receptor sean expresión de las circunstancias dominantes en el aparato de transmisión, no de las que dominen en el aparato de recepción.

La comparación anterior entre las oscilaciones amortiguadas y las oscilaciones no amortiguadas conduce a las conclusiones siguientes:

El aumento de amplitud debido al aprovechamiento del fenómeno de resonancia es teóricamente mayor en el caso de oscilaciones no amortiguadas que en el de oscilaciones amortiguadas; pero este aumento se halla, en la práctica, neutralizado por la mayor amplitud originada primitivamente en el aparato en el caso de oscilaciones no amortiguadas.

La persistencia de las oscilaciones no amortiguadas, considerada aparte de su amplitud, no ha podido hasta ahora ser utilizada como medio para reforzar los efectos obtenidos en el punto de recepción; además, la persistencia de tales oscilaciones va acompañada de una pérdida cuya importancia varía con la frecuencia del registrador.

La producción, en la extremidad receptora del circuito, en el caso de oscilaciones amortiguadas, de una nota musical a cuya formación concurren por una parte grupos de oscilaciones como determinantes de su frecuencia, y por otra el fenómeno de resonancia como determinante de las modulaciones de la misma, constituye al mismo tiempo una solución del problema de la interferencia.

J. HETTINGER, Ingeniero.

Electricidad

Funcionamiento de los transformadores en paralelo

II

Determinación de la corriente en los transformadores conectados en paralelo.—Reducción de la corriente total a sus componentes por el análisis simbólico.

Como continuación a la discusión teórica relativa al funcionamiento de los transformadores en paralelo, publicada anteriormente (1), se exponen en el presente artículo las conclusiones a que conduce aquella discusión, concretándolas luego en un ejemplo numérico.

La operación final del análisis consiste en determinar el efecto que las componentes tengan sobre el rendimiento total del transformador. No hay, probablemente, regla que pueda formularse, sobre este particular, con carácter general, para el caso en que las relaciones de transformación sean desiguales. En cambio, si las relaciones de transformación son iguales, la

solución es fácil de encontrar. En este caso, la corriente, n , en un transformador cualquiera es:

$$I_n = \frac{Y_n}{Y_0} I_0$$

Supóngase que la naturaleza de la carga sea tal que este transformador tome la corriente máxima de que es capaz, I'_n , y que de todos los demás transformadores ninguno se halle completamente cargado. La caída común de impedancia equivalente en los transformadores es entonces igual a $\frac{I'_n}{Y_n}$ y la corriente total es:

$$I_0 = \frac{Y_0}{Y_n} I'_n \quad (9)$$

Por consiguiente, la corriente más intensa que pueda ser suministrada con seguridad por un grupo de transformadores conectados en paralelo es igual a la corriente máxima que pueda suministrar el transformador que tenga la menor caída de impedancia equivalente en plena carga multiplicada por la relación de las receptividades equivalentes paralelas de todos los transformadores a la receptividad equivalente de dicho transformador. Esto es verdad en todos los casos, salvo en él en que las relaciones de transformación no son las mismas para todos los transformadores.

Ocurre a menudo que las relaciones de la resistencia equivalente a la reacción equivalente son casi idénticas. En este caso, el rendimiento posible, aproximado, pero con muy suficiente exactitud, obtenido por la ecuación (9), es:

$$I_0 = \Sigma Y (I'_n z_n)$$

El mayor rendimiento de corriente posible, para un conjunto de transformadores, es igual a la suma algebraica de las receptividades equivalentes multiplicada por el más pequeño voltaje de impedancia equivalente en plena carga.

El rendimiento combinado de un grupo de transformadores conectados en paralelo puede aumentarse de dos maneras: primero, disponiendo «reactores» en serie con el circuito de cada transformador, de modo que las caídas de impedancia equivalente resultantes sean las mismas para todos los transformadores cuando llevan la mayor corriente de que son capaces; y segundo, modificando la impedancia equivalente de cada transformador de tal modo que las relaciones de la resistencia equivalente a la reacción equivalente sean las mismas para todos los transformadores. Este último procedimiento es puramente teórico.

Supóngase que para aumentar el rendimiento posible de un grupo de transformadores, se hayan dispuesto «reactores» en serie con todos los transformadores, menos uno, de modo que cada uno de ellos tenga la misma impedancia equivalente con la mayor corriente posible. Aquel transformador, al cual no ha sido agregado ningún «reactor» es evidentemente el que tiene el mayor voltaje de impedancia equivalente para la corriente máxima de que es capaz:

$$\frac{I'_1}{Y'_1} = \frac{I'_2}{Y'_2} = \dots = \frac{I'_p}{Y_p}$$

I'_1, I'_2 , etc., representan, como antes, las mayores corrientes posibles; Y'_1, Y'_2 , etc., representan las receptividades resultantes de la combinación de transformadores y «reactores». El transformador p es aquel cuya receptividad no ha sido modificada.

(1) Véase páginas 132 a 135.

En estas nuevas condiciones, el rendimiento total de corriente es:

$$I'_o = \frac{Y'_o}{Y_p} I_p$$

Y'_o es la receptividad combinada de los transformadores y «reactores» en este caso. La relación de esta corriente a su valor primitivo (véase ecuación 9) es:

$$\frac{I'_o}{I_o} = \frac{[Y'_o]}{[Y_o]} = \frac{[I_p z_p]}{[I_n z_n]} \quad (10)$$

En la práctica, puede decirse con suficiente exactitud que los transformadores darán su mayor rendimiento mientras sean completados, todos ellos, por reactores dispuestos de tal modo que sus voltajes de impedancia equivalente en plena carga queden iguales. Si tal es el caso, un resultado aproximado al de la ecuación (10) se obtiene por la ecuación:

$$\frac{\sum I'}{\sum Y (I_n z_n)}$$

en la cual n designa el transformador que tiene el menor voltaje de impedancia equivalente.

El segundo método para aumentar el rendimiento de un grupo de transformadores consiste, como ya antes se indicó, en procurar que las relaciones de la resistencia equivalente a la reacción equivalente sean las mismas para todos los transformadores, sin alterar el valor numérico de la impedancia equivalente de cada uno de ellos. Pero esto es prácticamente imposible y sólo se menciona para poner en evidencia la diferencia de los resultados obtenidos por uno y otro procedimiento. El valor de la corriente de carga máxima se desprende de la ecuación (9). Ahora bien, si la relación de la resistencia equivalente a la reacción equivalente es la misma para todos los transformadores, sin que sea modificado el valor actual de la impedancia equivalente de cada uno de ellos, la suma de las receptividades en notación compleja es numéricamente igual a la suma de sus valores numéricos, es decir a $\sum Y$. Por consiguiente, procurando que la relación de la resistencia equivalente a la reacción equivalente sea la misma para todos los transformadores, el rendimiento combinado de éstos se hallará multiplicado por la relación de la suma algebraica de las receptividades equivalentes al valor numérico de la suma de las mismas en la notación compleja.

Es interesante proceder a una evaluación del aumento que puede realizarse en el rendimiento de un grupo de transformadores por cada uno de los métodos indicados. Para distinguir los efectos del uno y del otro, se admitirá que en el caso en que las caídas de impedancia equivalente no sean las mismas para todos los transformadores, las relaciones de resistencia equivalente a la reacción equivalente son las mismas para todos, lo mismo antes que después de la adición de unidades de impedancia a algunos de los transformadores. En el segundo caso se admitirá que las caídas de impedancia equivalente en plena carga son las mismas para todos y que sólo se halla alterada la distribución relativa de la resistencia equivalente y de la reacción equivalente.

Cuando se da el caso de que las caídas de impedancia equivalente no son iguales, en plena carga, la peor circunstancia que puede presentarse es que dichas caídas sean las mismas en todos los transforma-

dores menos uno, y que al mismo tiempo la caída en este sea menor que en todos los demás. Si tal fuera el caso, todos los transformadores, menos uno, llevarían una determinada fracción $\frac{1}{K}$ de la corriente máxima

de que son capaces, mientras que el único que se halla fuera de la regla común llevaría su plena carga. Si el rendimiento teórico del transformador que tiene la menor caída de impedancia equivalente es pequeño, en relación al rendimiento combinado de los demás, el rendimiento total será aproximadamente K veces el rendimiento primitivo. Ya que la impedancia equivalente puede oscilar entre 3 y 9 por ciento del voltaje teórico, sería posible, procurando que las caídas resultantes de dicha impedancia sean las mismas en todos los transformadores, aumentar el rendimiento total de hasta 200 por ciento. En cambio, en el caso de que las caídas de impedancia sean iguales, siendo por otra parte desiguales las relaciones de la resistencia equivalente a la reacción equivalente, el aumento posible de la carga se halla limitado a una cantidad muy pequeña. La peor condición que puede presentarse es la de que varios transformadores, con un rendimiento combinado teórico igual a la mitad del rendimiento total, tengan una misma relación de resistencia equivalente a reacción equivalente, siendo esta relación un límite mínimo, mientras que los transformadores a los cuales corresponde la otra mitad del rendimiento tengan también una misma relación de resistencia equivalente a reacción equivalente, siendo esta relación un límite máximo.

DATOS NUMÉRICOS RELATIVOS A LOS GRUPOS DE TRANSFORMADORES

	(1) Tipo de núcleo	(2) Tipo de cuerpo hueco	(3) Tipo de cuerpo hueco
Kva indicados	500	500	1.000
Voltaje indicado:			
Alta tensión.	11.000	11.000	11.000
Baja tensión.	2.300	2.300	2.300
Vueltas:			
Alta tensión.	746	344	278
Baja tensión.	156	72	58
Datos del corto-circuito:			
Voltios.	345	588	539
Amperios.	45.5	45.5	91.0
Vatios.	3.375	4.680	7.490

En los transformadores de grandes dimensiones, la relación de la reacción equivalente a la resistencia equivalente puede variar entre 2 : 1 aproximadamente y 6 : 1 aproximadamente. En este caso, la corriente total quedará dividida entre dos componentes iguales, una de las cuales hace un ángulo de $\tan^{-1} 6$ con un eje de referencia.

Por consiguiente, el ángulo existente entre estas dos componentes es aproximadamente de 17 grados. El aumento fraccional que puede realizarse en la carga total, ajustando de nuevo las resistencias equivalentes y las reacciones equivalentes de tal modo que reine entre ellas la misma relación para todos los transformadores, es:

$$\frac{1}{\cos\left(\frac{17^\circ}{2}\right)} - 1 = 0.011$$

la en
era el
arían
xima
halla
Si el
ne la
ueño,
emás,
ces el
uiiva-
oltaje
resul-
todos
tal de
ue las
otra
equi-
osible
y pe-
es la
niento
niento
quiva-
ón un
a los
o ten-
quiva-
on un

s

(3)
po de
pohueco

.000

.000

2.300

278

58

539

1.0

7.490

nes, la
stencia
umente
rriente
guals,
on un

tas dos
los. El
carga
alentes
e reine
ansfor-

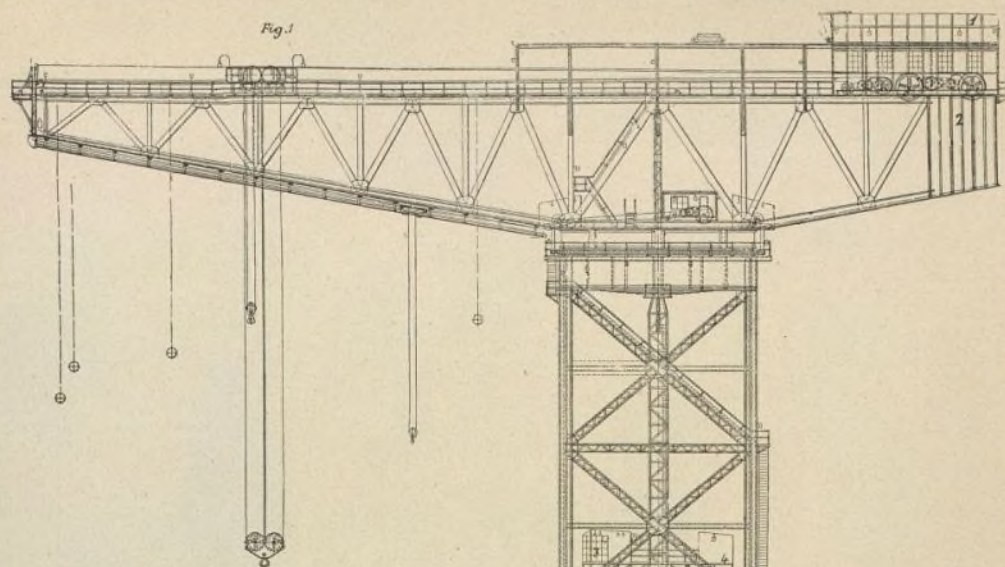


Fig. 2.

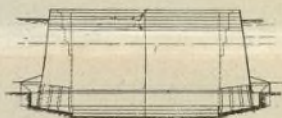


Fig. 3.

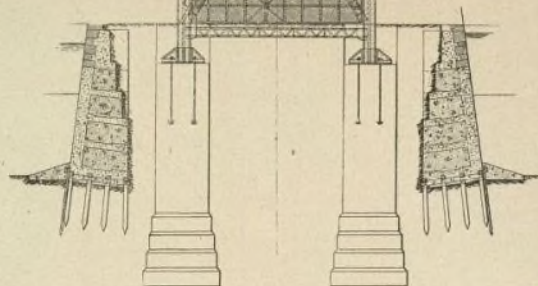
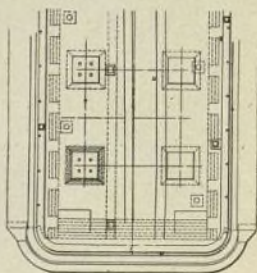


Fig. 4.

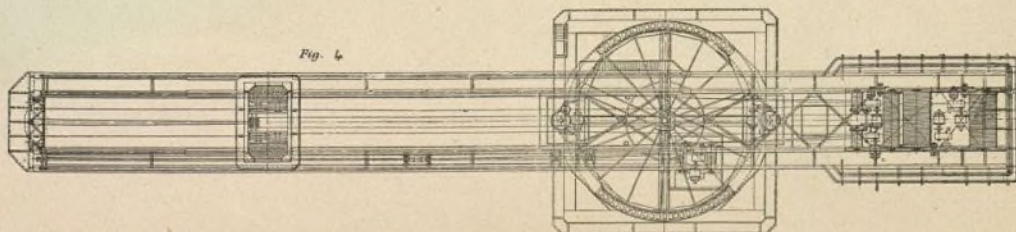


Fig. 1. — 1. Cuarto de máquinas. 2. Contrapeso. 3. Cabina del maquinista. 4. Resistencias eléctricas.

Fig. 2. — Vista de los cimientos.

Fig. 3. — Plano de las fundaciones.

Fig. 4. — Plano de la grúa.



MOTOR NIES E
ELIC

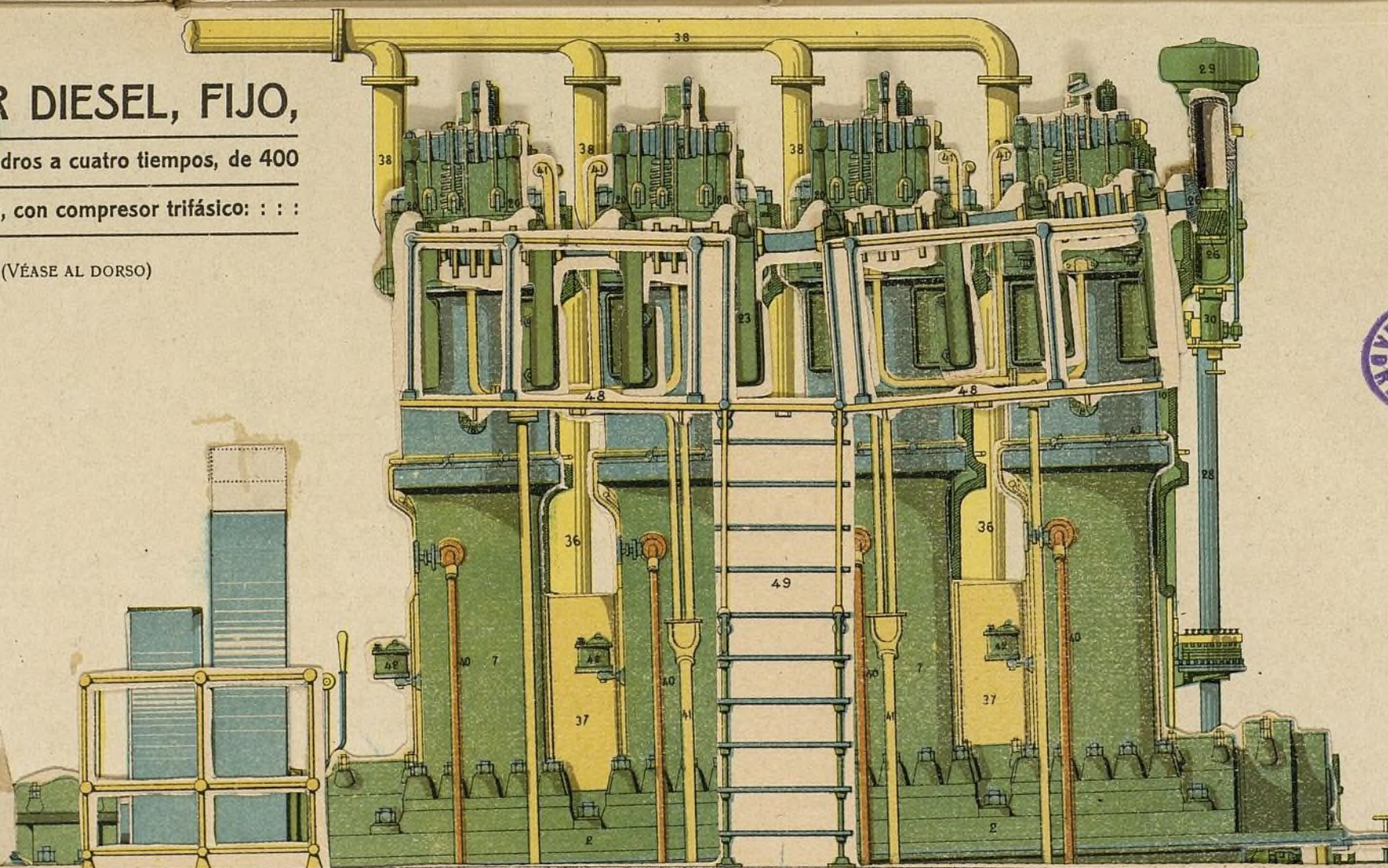
MOTOR DIESEL, FIJO,

de cuatro cilindros a cuatro tiempos, de 400

a 800 caballos, con compresor trifásico: : : :

(VÉASE AL DORSO)

ESCALA: 1:25



A. Menéndez Caballero.

MOTOR DIESEL, fijo, de cuatro cilindros, a cuatro tiempos, de 400 a 800 caballos, con compresor trifásico

ESCALA 1:25

- 1.—Cimentación.
- 2.—Zócalo.
- 3.—Cámaras de manivelas.
- 4.—Tubo colector del aceite residuario de la lubricación de los émbolos.
- 5.—Tubos de comunicación entre los depósitos de lubricación de los cojinetes.
- 6.—Cojinetes de engranaje automático.
- 7.—Armazón.
- 8.—Ajustes de apoyo para la plataforma de servicio.
- 9.—Cilindros.
- 10.—Camisa de agua.
- 11.—Cigüeñal.
- 12.—Bielita que acciona el compresor.
- 13.—Bielas.
- 14.—Émbolos.
- 15.—Culatas.
- 16.—Válvulas de puesta en marcha.
- 17.—Válvulas de aspiración.
- 18.—Válvulas de escape.
- 19.—Válvulas de inyección del aceite combustible o pulverizadores.
- 20.—Montantes del árbol fijo de las palancas de distribución.
- 21.—Palancas de distribución.
- 22.—Manillas de gobierno de las palancas de distribución.
- 23.—Soportes con cojinetes del árbol de distribución o de levas.
- 24.—Árbol de levas.
- 25.—Levas.
- 26.—Engranajes helicoidales que transmiten el movimiento al árbol de levas.
- 27.—Caja de los engranajes 26.
- 28.—Árbol vertical intermediario que comunica el movimiento al árbol de levas.
- 29.—Regulador.
- 30.—Bomba de inyección de aceite combustible y de regularización.
- 31.—Compresor de aire de baja, media y alta presión.
- 32.—Camisa de agua del compresor.
- 33.—Cámara de baja presión del compresor.
- 34.—Idem de media presión del compresor.
- 35.—Idem de alta presión del compresor.
- 36.—Tubos de aspiración de aire comburentes.
- 37.—Cajas de aire de aspiración.
- 38.—Tubería de escape.
- 39.—Tubería para la conducción del aceite combustible.
- 40.—Tubería conductora del agua de refrigeración.
- 41.—Idem, de salida del agua de refrigeración.
- 42.—Depósitos de aceite para la lubricación de los émbolos.
- 43.—Tubos que conducen el aceite para la lubricación de los émbolos.
- 44.—Inyectores del aceite de lubricación de los émbolos.
- 45.—Pasos del lubricante al pequeño eje de las bielas.
- 46.—Volante.
- 47.—Polea.
- 48.—Plataforma de servicio.
- 49.—Escalera de acceso a la plataforma.
- 50.—Crie para poner en movimiento el volante.
- 51.—Túneles de tuberías.
- 52.—Foso del compresor.
- 53.—Foso del volante.

En los transformadores de pequeño rendimiento teórico, la relación de reacción equivalente a resistencia equivalente puede variar de 1:2 a 2:1 aproximadamente. En este caso, el ángulo formado por las componentes es:

$$(\tan^{-1} 2 - \tan^{-1} 0,5) = 37 \text{ grados}$$

El mayor aumento fraccional de la carga que podría obtenerse en este caso sería:

$$\frac{1}{\cos\left(\frac{37^\circ}{2}\right)} - 1 = 0,05$$

Por consiguiente, el efecto de una desigualdad de las relaciones de la resistencia equivalente a la reacción equivalente, comparado con el efecto de la desigualdad de las caídas de impedancia, es insignificante.

Por el siguiente ejemplo, se verá como este método de análisis puede ser aplicado en la práctica. Los transformadores empleados a este objeto son transformadores hipotéticos; pero sus constantes están comprendidas dentro de los límites que son corrientes en la práctica. En efecto, tienen el mismo voltaje de impedancia equivalente por ciento, y la misma relación de resistencia equivalente a reacción equivalente que ciertos transformadores que, en la práctica, se utilizan. Han sido elegidos para demostrar cual será el resultado obtenido en el caso de que varios transformadores desiguales funcionen en paralelo.

El problema consiste en determinar la corriente que llevará cada transformador cuando el grupo absorbe una carga combinada de 2.000 kvs., derivada de un circuito a 11.000 v., con factor de potencia de 0,90. La carga se considerará como inductiva. Las relaciones de transformación se desprenden de las relaciones de revolución y son:

$$\begin{aligned} a_1 &= 4,781 \\ a_2 &= 4,778 \\ a_3 &= 4,794 \end{aligned}$$

Los valores numéricos de las receptividades equivalentes resultan de la proporción $\left(\frac{1}{E}\right)$ en corto-circuito. Las conductibilidades equivalentes resultan de la proporción $\left(\frac{P}{E^2}\right)$

$$\begin{aligned} y_1 &= 0,1318 & g_1 &= 0,02835 \\ y_2 &= 0,1580 & g_2 &= 0,05642 \\ y_3 &= 0,1688 & g_3 &= 0,02578 \end{aligned}$$

Las «susceptancias» (1) equivalentes se obtienen por la expresión $\sqrt{y^2 - g^2}$, que, en este caso, puede ser sustituida con resultados aproximados, por la fórmula:

$$\begin{aligned} b &= y - \frac{1}{2} \frac{g^2}{y} \\ b_1 &= 0,1286 \\ b_2 &= 0,1480 \\ b_3 &= 0,1668 \end{aligned}$$

Las expresiones completas para las receptividades equivalentes pueden entonces escribirse:

$$\begin{aligned} y_1 &= 0,02835 - j 0,1286 \\ y_2 &= 0,05642 - j 0,1480 \\ y_3 &= 0,02578 - j 0,1668 \end{aligned}$$

(1) «Susceptancia»: cantidad cuyo cuadrado, aumentado del cuadrado de la conductibilidad, es igual al cuadrado de la receptividad o admisión.

De estas expresiones, se deduce, por adición, la receptividad equivalente paralela combinada, siendo:

$$y_0 = 0,1105 - j 0,4434$$

Para determinar el valor de la expresión Σay , cada receptividad equivalente ha de multiplicarse por la relación de transformación correspondiente, sumándose los resultados:

$$\begin{aligned} a_1 y_1 &= 0,1355 - j 0,6150 \\ a_2 y_2 &= 0,2696 - j 0,7072 \\ a_3 y_3 &= 0,1236 - j 0,8000 \\ \Sigma ay &= 0,5287 - j 2,122 \end{aligned}$$

La corriente total, I_0 , es igual a $2.000.000 \div 11.000 = 182$ amp. Es conveniente considerar esta corriente como coincidiendo con el eje de referencia, de modo que su expresión completa es:

$$I_0 = 182 j 0$$

En este caso, la expresión compleja del voltaje primario, V_1 , es:

$$V_1 = 9900 + j 4795$$

En la ecuación (3) que da el valor completo de la corriente, se hallan las expresiones

$$\left(\frac{I_0}{\Sigma ay}\right) \text{ y } \left(\frac{V_1 Y_0}{\Sigma ay}\right)$$

que son constantes:

$$\begin{aligned} \left(\frac{I_0}{\Sigma ay}\right) &= \frac{182 + j 0}{0,5287 - j 2,122} = 20,14 + j 80,9 \\ \frac{V_1 Y_0}{\Sigma ay} &= \frac{(9900 + j 4795) (0,1106 - j 0,4434)}{0,5287 - j 2,122} = \\ &= 2067 + j 1002 \end{aligned}$$

Pueden, por lo tanto, calcularse por medio de la ecuación (3) las corrientes que circulan por cada uno de los transformadores:

$$\begin{aligned} I_1 &= (0,1355 - j 0,6150) (20,14 + j 80,9) \\ &\quad + (0,02835 - j 0,1286) (9900 + j 4795 - 4,781 \\ &\quad \quad (2067 + j 1002)) \\ I_1 &= 53,1 - j 1,9 = 53,1 \text{ amp.} \\ I_2 &= (0,2696 - j 0,7072) (20,14 + j 80,9) \\ &\quad + (0,05642 - j 0,1480) (9900 + j 4795 - 4,778 \\ &\quad \quad (2067 + j 1002)) \\ I_2 &= 64,3 + j 6,3 = 64,6 \text{ amp.} \\ I_3 &= (0,1236 - j 0,8000) (20,14 + j 80,9) \\ &\quad + (0,02578 - j 0,1668) (9900 + j 4795 - 4,794 \\ &\quad \quad (2067 + j 1002)) \\ I_3 &= 65,4 - j 4,5 = 65,5 \text{ amp.} \end{aligned}$$

La suma de las corrientes es:

$$182,8 - j 0,1$$

Los errores de cálculo se elevan por lo tanto, a 0,5 por ciento aproximadamente; pero para llegar a un resultado tan exacto, es preciso proceder con extremo cuidado al determinar el valor del segundo término de la ecuación (1):

$$\begin{aligned} I_1 &= \frac{(0,02835 - j 0,1286)}{(0,1106 - j 0,4434)} (182 + j 0) \\ I_1 &= 52,4 - j 1,5 = 52,4 \text{ amp.} \\ I_2 &= \frac{(0,05642 - j 0,1480)}{(0,1106 - j 0,4434)} (182 + j 0) \\ I_2 &= 62,6 + j 7,5 = 68,1 \text{ amp.} \\ I_3 &= \frac{(0,02578 - j 0,1668)}{(0,1106 - j 0,4434)} (182 + j 0) \\ I_3 &= 66,9 - j 6,1 = 67,2 \text{ amp.} \end{aligned}$$

En este caso, una variación de 0,2 por ciento aproximadamente en la relación de transformación media produce una diferencia de 2 por ciento aproximadamente en las corrientes. Tales variaciones en la relación de transformación son de poca importancia, ya que las variaciones de corriente que tienen por efecto, no exceden de los límites del error inherente al método de cálculo.

Las componentes, B, en los varios transformadores, son:

$$\begin{aligned} B_1 &= 0.7 - j 0.4 \\ B_2 &= 0.7 - j 0.8 \\ B_3 &= -1.5 + j 1.6 \end{aligned}$$

La suma de estas componentes no es cero, a causa de los errores de cálculo. El mayor error a que puede dar lugar la hipótesis de relaciones de transformación iguales entre sí se produciría en el caso del transformador en el cual la corriente sería demasiado grande del 2 por ciento aproximadamente. Si las relaciones de resistencia equivalente a reacción equivalente hubieran sido las mismas para todos los transformadores, las corrientes se hubieran deducido de la ecuación (4) en la forma siguiente:

$$\begin{aligned} I_1 &= \frac{0.1318}{0.4586} (182 + j 0) \\ I_1 &= 52.5 + j 0 \\ I_2 &= \frac{0.1580}{0.4586} (182 + j 0) \\ I_2 &= 62.9 + j 0 \\ I_3 &= \frac{0.1688}{0.4586} (182 + j 0) \\ I_3 &= 66.5 + j 0 \\ \Sigma y &= 0.1318 + 0.1580 + 0.1688 = \\ &= 0.4586. \end{aligned}$$

Las componentes, C, en los varios transformadores se obtienen por la ecuación (5):

$$\begin{aligned} C_1 &= -0.1 - j 1.5 \\ C_2 &= -0.3 + j 7.5 \\ C_3 &= +0.4 - j 6.1 \end{aligned}$$

El mayor error a que puede dar lugar la hipótesis de igualdad entre las relaciones de resistencia equivalente a reacción equivalente es de 1 por ciento aproximadamente en la corriente del tercer transformador.

Si las caídas de impedancia equivalente en los rendimientos teóricos de los varios transformadores hubiesen sido iguales, las corrientes en dichos transformadores hubieran podido calcularse por medio de la fórmula (6), como sigue:

$$\begin{aligned} I_1 &= \left(\frac{45.5}{182} \right) (182) = 45.5 \\ I_2 &= \left(\frac{45.5}{182} \right) (182) = 45.5 \\ I_3 &= \left(\frac{91}{182} \right) (182) = 91 \end{aligned}$$

Los componentes, D, en los varios transformadores, resultan de la ecuación (7):

$$\begin{aligned} D_1 &= 7.0 \\ D_2 &= 17.4 \\ D_3 &= -24.5 \end{aligned}$$

Estas son las componentes que ofrecen mayor importancia y las únicas que han de tomarse, practica-

mente, en consideración. Para esta carga los dos primeros transformadores se hallan considerablemente sobrecargados, mientras que el tercero funciona con 73 por ciento solamente de su rendimiento teórico.

La carga total máxima que estos transformadores pueden llevar está determinada por el segundo de ellos, puesto que tiene, en plena carga, el voltaje de impedancia equivalente más pequeño. Esta carga máxima, determinada por la ecuación (9), es:

$$I_o = \left(\frac{0.4571}{0.1580} \right) (45.5) = 131.6 \text{ amp.}$$

$$[0.4571 = Y_o]$$

que representa el 72,2 por ciento de los rendimientos teóricos, combinados de dichos transformadores. Si los voltajes de impedancia equivalente en plena carga fueran reducidos a un término medio de igualdad por medio de la adición de «reactores» al primero y al segundo de los transformadores, su rendimiento combinado posible podría ser aumentado de 550 kv. aproximadamente.

Si las relaciones de resistencia equivalente a reacción equivalente hubieran sido las mismas, el rendimiento hubiera sido:

$$\frac{0.4586}{0.4571} 131.6 = 132.$$

La diferencia de rendimiento hubiera sido, por lo tanto, insignificante.

En resumen, de lo que antecede puede deducirse, como conclusión, que se puede llegar a una aproximación razonable tomando como base de cálculo la hipótesis de que las relaciones de transformación son iguales y que las relaciones de resistencia equivalente a reacción equivalente son las mismas para todos los transformadores.

WALDO W. LYON.

Pruebas a alta tensión de los cables subterráneos

Una vez concluido el tendido de una línea subterránea, debe someterse a un ensayo de alta tensión con el objeto de ver si las manipulaciones efectuadas han causado deterioros en el aislamiento de los cables y para cerciorarse de que todas las uniones y empalmes se han montado con toda la perfección posible.

Para que la prueba dé toda la seguridad apetecible tiene que someterse la red a una tensión doble de la que en servicio normal debe sufrir. Sin embargo como consecuencia del desarrollo de las redes de corriente alterna y del notable aumento de las líneas de alta tensión, el ensayo de las líneas antes de su puesta en servicio es muy difícil de verificar, pues la capacidad aumenta de un modo considerable la corriente de carga y exige el empleo de transformadores de dimensiones tales que hacen imposible su empleo, y resulta impracticable el reducir la capacidad ensayando la línea en pequeñas fracciones pues, obrando así, las cajas de empalme escaparían a la comprobación.

Para evitar la corriente de carga debida a la capacidad puede hacerse el ensayo con corriente continua, con lo que se elimina dicha corriente de carga. Diversas comparaciones han demostrado que, desde el punto

de vista de las sustancias aislantes, la acción de una corriente alterna es igual a la de una continua de tensión igual a 2,5 la tensión alterna, de modo que una línea que debe funcionar a 5.000 voltios se ensayará con una corriente alterna de 10.000 voltios o una continua de 25.000.

Para poder realizar fácilmente estas altas tensiones estáticas, Delorme y Geoffroy han ideado una disposición fácilmente transportable. Esta disposición consiste en una bobina de inducción, cuyas interrupciones dan corrientes que cargan la capacidad, es decir el cable, después de pasar por una válvula eléctrica que se opone al paso o dirección contraria de las cargas que se acumulan progresivamente en la línea. La corriente que alimenta todo el sistema es de 6 a 7 amperios y 110 voltios y continua o alternativa. La tensión de abertura del circuito primario de la bobina da, si la separación de los electrodos es suficiente, una sola chispa con lo que las corrientes instantáneas inducidas son todas del mismo sentido.

Con el fin de proteger a la bobina contra las posibles descargas bruscas del cable, se intercala entre éste y la válvula una resistencia constituida por un tubo lleno de agua y glicerina y se une con la válvula una pequeña capacidad auxiliar unida directamente con la bobina. El cable se une en derivación con dicha capacidad auxiliar, y directamente con un electrómetro que indica la tensión empleada, tensión que puede variarse por medio de un reostato.

Este aparato puede dar tensiones que varían de 4.000 a 100.000 voltios y en caso necesario puede construirse con las modificaciones necesarias para tensiones más elevadas. Con el empleo de estas tensiones tan elevadas, los defectos de aislamiento y de conductibilidad de la línea o red se ponen de manifiesto fácilmente y en caso necesario puede llegar a quemarse con lo que pueden situarse con completa exactitud.

La duración de la carga varía con la longitud de la canalización y es de 20 a 30 segundos por kilómetro.

El aparato de Delorme y Geoffroy va montado sobre un carrito que puede arrastrarse a brazo y puede localizar perfectamente los defectos de cualquier red subterránea.

La resistencia de los limitadores de tensión

Las condiciones a que deben satisfacer los limitadores de tensión son: 1.ª que la chispa salte en cuanto la tensión en los bornes del aparato alcance un valor V_0 precisamente determinado; 2.ª que durante la duración de la chispa la tensión no pase del valor V_0 y 3.ª que la energía consumida por la chispa sea lo menor posible. A la condición 2.ª corresponde la determinación de la resistencia eficaz del limitador.

En la actualidad el valor de la resistencia de los limitadores no está todavía bien determinado y sancionado por la práctica, dando cada constructor a sus aparatos la resistencia que juzga más conveniente y que, por regla general, es de varios millares de ohmios para tensiones de 10.000 voltios.

El primero que estudió esta cuestión fué Giles que determinó la resistencia de los limitadores por la condición de que dicha resistencia hiciera imposible las oscilaciones en el circuito formado por la acción en serie de la resistencia L de una de las fases del alter-

nador y la capacidad C de esta misma fase. Dadas estas consideraciones la resistencia buscada debe ser:

$$R > 2 \sqrt{\frac{L}{C}}$$

Este resultado es muy racional en el caso de que se consideren los instantes que siguen a la ruptura de la corriente por el disyuntor del alternador a cuyos bornes está unido el limitador de tensión.

Si se considera la oscilación del circuito alimentado por el alternador en el momento del cierre del interruptor, el sistema oscilante no es tan sencillo como en el caso anterior; sin embargo se puede suponer como formado esquemáticamente por un condensador de capacidad igual a la capacidad C de una de las líneas de la red con relación a tierra y por una doble derivación, una de ellas constituida por la inductancia de una de las fases del alternador unida en serie con su capacidad y la otra formada por la resistencia del limitador en serie con la de la chispa.

Una resistencia tal como R es tan grande con relación a la impedancia del alternador que la corriente oscilatoria pasa casi por completo por el devanado de dicho alternador.

El período de la corriente oscilatoria es en este caso el de un sistema formado por dos condensadores en cascada, uno de ellos de capacidad igual a la de la línea y el otro de capacidad igual a la del devanado del alternador, considerando unidas las dos armaduras aisladas de dichos condensadores por la inductancia de la línea y la del alternador.

Si no se considera la inductancia de la línea, como consecuencia de la gran capacidad de la línea con relación a la del alternador, la oscilación tiene un período próximo al período de resonancia $2\pi\sqrt{LC}$, que es lo que procuraba evitar Giles con su fórmula.

Para reducir la corriente que recorre el alternador y que es peligrosa, sería necesario dar al limitador una resistencia menor que la resistencia del alternador para las corrientes oscilatorias; esta resistencia es mucho más pequeña que la determinada por la fórmula de Giles $R = 2\sqrt{\frac{L}{C}}$.

Además de la oscilación de la tensión entre los bornes y la tierra hay que considerar la oscilación de la tensión entre los bornes porque cuando saltan simultáneamente dos chispas de dos limitadores, el sistema de las líneas conectadas entre ellos por dos fases del alternador dispuesto en estrella y derivadas con los limitadores forma un sistema oscilante que se puede considerar formado esquemáticamente por un condensador de capacidad igual a la de las líneas y a cuyos bornes está conectada una doble derivación constituida por las dos fases en serie y por el limitador.

Si designamos por L' la inductancia de la de los devanados en serie, por i' la corriente que por ella pasa, por R' la resistencia total de los limitadores dispuestos en las líneas, por i'' la corriente que por ellos circule, por C' la capacidad de las líneas de la red estudiada, por i la corriente de descarga y u' la tensión entre los bornes podremos escribir:

$$i = i' + i'' = -C' \frac{du'}{dt}, \quad u' = L' \frac{di'}{dt} = R' i'$$

de donde podremos deducir:

$$\frac{d^2 u'}{dt^2} + \frac{1}{RC'} \frac{du'}{dt} + \frac{u'}{L'C'} = 0.$$

La tensión u' no será oscilante si se cumple la condición

$$R' < \frac{1}{2} \sqrt{\frac{L'}{C'}}$$

Se ve claramente que la resistencia R' es considerablemente más pequeña que la R propuesta por Giles pues aunque L' es de la misma magnitud que L , C' es mucho más grande que C .

Esta resistencia es de varios centenares de ohmios en los alternadores y en las líneas modernas y con estas resistencias los limitadores dejarían pasar una corriente tal que el arco, una vez iniciado, no se apagaría. Para evitar este inconveniente y conservar una resistencia bastante débil para ser verdaderamente eficaz mientras duren las sobretensiones hay que colocar varios limitadores en derivación.

J. B. DE AGUILAR-AMAT.

Mecánica

Fórmulas empíricas para la determinación de los elementos de los motores de explosión

Conociendo el combustible usado en un motor de explosión se puede conocer la fuerza desarrollada por el mismo, conociendo el diámetro del pistón y su carrera. La potencia es función del producto D^2LN siendo D el diámetro, L la carrera y N el número de vueltas. Para los motores de esencia se ha encontrado la fórmula:

$$P = \frac{D^2LN}{15.400} - 0,7$$

en que D , L , N , se miden en pulgadas (0,0254 m.).

Para los motores de gas de antracita la fórmula es:

$$P = \frac{D^2LN}{15.500} - 3,5.$$

La fórmula que relaciona la velocidad y la potencia es, por regla general:

$$N = \frac{1.200}{\sqrt{P}} \times 65$$

en la que N es el número de vueltas y E la potencia en caballos. Esta fórmula da un valor medio para un tipo cualquiera de motor de explosión. Para casos particulares tendremos:

Motor horizontal de acción sencilla monocilíndrico:

$$N = \frac{600}{\sqrt{P}} \times 100.$$

Motor vertical de acción sencilla mono o policilíndrico:

$$N = \frac{855}{\sqrt{P}} \times 150.$$

Motor horizontal tandem:

$$N = \frac{1.700}{\sqrt{P}} \times 45.$$

Reglas para el empleo de tuercas

La adopción de tipos uniformes para cada uno de los elementos de que se vale el constructor, si bien es ventajosa en los varios ramos de la industria, lo es en modo especial en cuanto se trate de la fabricación y empleo de pernos y tuercas. De consecuencias incalculables fué, en efecto, el servicio que prestó Whitworth al mundo en general y a la ingeniería en particular, cuando, en 1841, después de una comparación razonada de numerosos tipos de pernos, consiguió establecer el tipo de rosca por la selección de un término medio reuniendo las mayores ventajas de los distintos tipos entonces en uso. La selección hecha en aquel tiempo sobre base tan firme fué consagrada en 1906 por las decisiones del «Engineering Standards Committee» (Comité técnico para la adopción de tipos uniformes). Whitworth demostró que, en general, la altura o espesor de la tuerca había de ser igual al diámetro del perno; pero no parece que haya fijado regla alguna relacionada con el diámetro de las tuercas, o espacio comprendido entre dos lados paralelos de las mismas. Además, mientras las tuercas se fabricaban por procedimientos manuales, su forma presentaba necesariamente algunas irregularidades; sólo desde que se generalizó la fabricación mecánica y la confección de tuercas por compresión «en caliente», pudieron adoptarse medidas definidas para el diámetro de las tuercas y, por consiguiente, para las llaves con las cuales han de manejarse aquéllas. Las medidas adoptadas por el Comité técnico se refieren, para cada tamaño de tuerca, a los particulares siguientes.

- (a) Minimum para tuercas negras;
- (b) Minimum para tuercas pulidas;
- (c) Maximum para tuercas de todas clases;
- (d) Abertura máxima de las mandíbulas de las llaves,
- (e) Abertura mínima de las mandíbulas de las llaves.

Es de toda evidencia que (c) debe ser menor que (e), y que la diferencia entre (d) y (b) y entre (d) y (a) debe ser lo suficientemente pequeña para que el esfuerzo de la llave no recaiga de un modo excesivo sobre los ángulos del hexágono. Por ejemplo, para un perno de $\frac{3}{8}$ de pulgada, aquellas cantidades deberán ser las siguientes, en pulgadas:

- (a) = 1,080; (b) = 1,092; (c) = 1,100; (d) = 1,105; (e) = 1,102.

La exacta adaptación de las llaves a las tuercas es también una de las ventajas, y no de las menores, de un tipo uniforme. Para el técnico, ingeniero o arquitecto, así como para el constructor mecánico, es de suma importancia que las tuercas sean de dimensiones invariables, para que puedan obtenerse fácilmente de los almacenes o confeccionarse con los materiales corrientes, y que su resistencia sea en todo caso superior al límite asignado para cada uso a que puedan destinarse. Para el maestro de obras a quien corresponde juntar y montar las piezas metálicas elaboradas por las fundiciones, así como para el industrial que ha de utilizar las máquinas, después de su salida del taller del constructor, es también condición esencial que las tuercas correspondan a un tipo definido y corriente de llave, sin que sea necesario el empleo de una llave especial o ajustable.

Las dimensiones-tipos de tuercas habiendo sido fijadas en una época en que las tuercas eran casi siempre de hierro forjado y se fabricaban por procedimientos que no permitían una gran precisión comprenden necesariamente un amplio margen de variación, suficiente para cubrir todas las contingencias derivadas de las causas de error entonces inevitables. Perfeccionados los procedimientos de fabricación y conseguida mayor precisión en los objetos elaborados, aquel margen puede hoy reducirse en ciertos límites.

Para determinar, de un modo general, las condiciones en que tal reducción es posible, hay que examinar los varios accidentes a que una tuerca de dimensión media, por ejemplo de una pulgada, se halla expuesta, con relación a sus varias dimensiones. Estos accidentes o faltas son:

- (a) Aplastamiento del cuerpo de la tuerca por compresión en el sentido del eje;
(b) Aplastamiento de la base o asiento de la tuerca;
(c) Ruptura de la tuerca;
(d) Arranque de la rosca;
(e) Deformación de la rosca;
(f) Ruptura de la rosca por desplazamiento de la presión;
(g) Desgaste de los ángulos de la tuerca por la llave.

Puede darse por cierto que ninguna de las faltas debidas a los enumerados en los apartados (a) a (e) llegará a producirse mientras la carga sea menor de la precisa para ocasionar la ruptura del perno. Las circunstancias particulares a cada caso han de decidir si es de temer el accidente previsto bajo (f) y hasta que punto han de tenerse en cuenta las consecuencias de la posible falta prevista en el apartado (g).

Compresión en el sentido del eje.—El diámetro mínimo entre dos lados paralelos de la tuerca de 1 pulgada, en relación con su capacidad para soportar la compresión en el sentido del eje, es de 1,65 pulgada, y su superficie mínima, alrededor del exterior de la rosca de 1,57 pulgada cuadrada.

Esta superficie siendo equivalente a casi tres veces la superficie del perno (0,554 pulg.²) es suficiente para resistir la compresión que se ejerza en el sentido del eje. Para que la superficie de la tuerca fuera igual a la de la sección del perno, el diámetro de aquella entre dos lados paralelos del hexágono habría de ser de 1,26. Como que esta medida no corresponde a las demás condiciones que debe ofrecer la tuerca, es inútil detenerse en examinar si sería suficiente para asegurar la debida resistencia a la compresión (fig. 1).

Presión alrededor del agujero.—La superficie de contacto de la tuerca de 1 pulgada es de 2,35 pulg.², menos la superficie del agujero; esta superficie ofrece un margen evidentemente suficiente cuando son de un mismo metal la tuerca y la pieza sobre la cual aquélla hace presión. Una superficie de contacto equivalente a las dos terceras partes de la sección del perno puede considerarse como un minimum cuando la carga máxima no es alcanzada sino después de estar completamente atornillada la tuerca. Esta superficie de 0,37 pulg.² alrededor de un agujero de 1 ¹/₁₆ pulg. corresponde a una tuerca hexagonal de 1,21 de diámetro entre dos lados paralelos. Una tuerca de este diámetro resistirá, por lo tanto, el esfuerzo máximo de que es capaz el

perno; pero la rosca podría sufrir alguna avería durante la colocación de aquella. Puede hacerse caso omiso de esta circunstancia cuando la tuerca ha de atornillarse una vez para siempre sobre un material muy resistente; pero no es así cuando se trata de un material cuya naturaleza obliga a dar aun varias vueltas a la tuerca, después del primer contacto, como ocurre, por ejemplo, con la madera. Si la tuerca está colocada sobre bronce u otro metal blando, la superficie de apoyo al-



Fig. 1

Piano de la tuerca — tipo I pulgada
La superficie de la porción rayada,
al interior de la tuerca, es igual a
la superficie del perno.

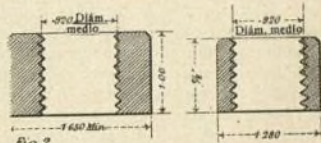


Fig. 2.

Secciones (perpendiculares a dos lados paralelos) de una tuerca tipo de 1 pulgada y de una tuerca de resistencia suficiente a la ruptura

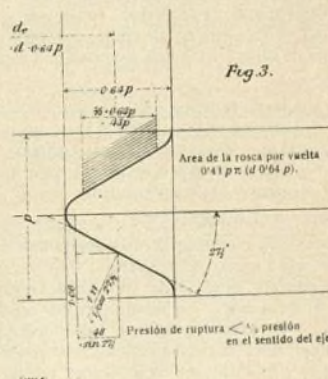


Fig. 3

rededor del agujero ha de ser mayor de la indicada antes, aun tratándose de tuercas colocadas de un modo permanente. A una tuerca de 1,42 pulgadas de diámetro corresponde una superficie de apoyo alrededor del agujero superior del 50 por ciento a la superficie de la sección del perno. Para el caso de una tuerca destinada a sujetar una arandela de presión sobre una empaquetadura, es prudente adoptar una medida que no sea inferior a la de la tuerca-tipo. Empleando tuercas de dimensiones más reducidas, sería conveniente que la tuerca fuese de acero.

Ruptura.—Para que una tuerca ofrezca las garantías indispensables contra el riesgo de ruptura, su sección

vertical mínima sobre su diámetro más pequeño debe ser suficiente para poder soportar la totalidad de la componente exterior de la carga que pesa sobre la rosca. El ángulo de la rosca de Whitworth es de $27\frac{1}{2}$ grados y la componente exterior puede tomarse, con suficiente exactitud, como si fuera igual a la mitad de la carga en el sentido del eje (fig. 3). Se trata de un esfuerzo de tensión y si la tuerca y el perno son del mismo material, la sección mínima de la tuerca deberá ser igual a la mitad de la sección del perno, esto es, para el perno de 1 pulgada, 0,28 pulg. cuadrada. La superficie de la tuerca-tipo es de 0,75, como resulta de la fórmula:

Altura	Ancho de la tuerca	Diámetro medio de la rosca	
1 pulgada	1,65	0,920	= 0,73

Estas dimensiones aseguran un margen que la experiencia ha demostrado ser bastante para hacer frente a las irregularidades que pudiera presentar la estructura del hierro forjado, los defectos de centraje a consecuencia de los cuales la carga se halla repartida de un modo desigual sobre la tuerca, y la distribución irregular del esfuerzo al ser transmitido del perno a la tuerca. Admitiendo que el metal empleado para la confección de la tuerca sea de la misma calidad que el del perno y que el centraje sea perfecto, el diámetro mínimo que puede asegurar una resistencia suficiente a la ruptura sería de 1,292 pulgadas para una tuerca de $\frac{7}{8}$ de pulg. de espesor, dando ésta una superficie de 0,32 de pulg. a los lados. El margen previsto para compensar los errores de centraje resultaría, en este caso, excesivamente reducido; en cambio, en la tuerca-tipo de 1,365 a/f, de $\frac{13}{16}$ de pulg. de altura, con lados de 0,365 pulgada de superficie, queda asegurado un margen suficiente.

Arranque de la rosca.—En tuercas hechas de un material dúctil, es casi imposible el arranque brusco de la rosca del tipo Whitworth. En caso de falta de resistencia de ésta, se observaría en primer lugar una deformación acompañada de agrietamiento.

Esfuerzo sobre la rosca.—Un amplio margen es necesario para garantizar la rosca contra una deformación debida a un exceso de presión, teniendo en cuenta los posibles defectos de fabricación, distribución irregular de la carga, irregularidades del espesor del filete, etc. Es prudente también hacer caso omiso de las extremidades inferior y superior de la rosca que en el tipo de Whitworth son redondeadas, por ser prácticamente imposible que la rosca sea de tal precisión que estas partes puedan compartir debidamente la presión que se ejerce sobre las porciones planas de la misma. Excluyendo de los cálculos dichas extremidades, la superficie de una rosca de Whitworth que soporta la presión es equivalente a las dos terceras partes de su altura (fig. 3). La altura es igual a 0,64 de la abertura y la superficie total, cualquiera que sea la altura y el número de espiras de la rosca, es aproximadamente de:

$$1,25 dt;$$

o, si el espesor, t , de la tuerca es igual a su diámetro, $1,25 d^2$.

Como que el espesor de la tuerca-tipo de 1 pulgada de diámetro es también de 1 pulgada y que la superfi-

cie del núcleo es de 0,55, la presión sobre los filetes en el punto de ruptura del núcleo es $\frac{0,55}{1,25}$ ó 0,44 por ciento de la resistencia del perno a la tracción. Una tuerca de altura dos veces menor podría soportar esta presión si no le fuera aplicada hasta después de estar completamente atornillada.

Para que una tuerca pueda atornillarse hasta que la presión sobre el perno alcance 15.000 libras por pulgada cuadrada, sin exceder de 10.000 libras sobre la rosca, su espesor o altura debe ser de:

$$\frac{0,55 \times 15.000}{1,25 \times 10.000} = 0,66 \text{ pulgada.}$$

Aunque una tuerca de buena calidad podría soportar un número razonable de veces el trabajo de ser atornillada y destornillada en estas condiciones, sobre todo si estuviera bien engrasada, su desgaste sería relativamente rápido. Para las tuercas que han de estar sometidas a un trabajo continuo para transmisión de movimiento, puede tomarse como límite una presión de 3.000 libras para acero sobre acero o sobre bronce.

En este caso, para soportar la presión de 12.000 libras por pulgada cuadrada que, en estas condiciones se ejercería probablemente sobre el núcleo, la tuerca debe tener un espesor de:

$$\frac{0,55 \times 12.000}{1,25 \times 3.000} = 1,73 \text{ pulgada.}$$

La relación del espesor al diámetro adoptada por el Comité Técnico para la nueva serie de tuercas usada con pernos de rosca fina, tipo inglés, varía de 0,70 a 0,85, siendo menor en las dimensiones pequeñas, de $\frac{9}{32}$ y $\frac{5}{16}$. Mientras la relación de la superficie de la rosca al diámetro y a la altura del núcleo es casi independiente del paso de la rosca y es, por consiguiente, casi la misma en las rosas tipo Whitworth que las rosas finas, la superficie del núcleo es mayor en éstas que en aquéllas, de modo que la altura de la tuerca destinada a ser atornillada sobre perno de rosca fina hasta la presión de 15.000 libras debe ser de:

$$\frac{0,597 \times 15.000}{1,25 \times 10.000} = 0,68 \text{ pulgada.}$$

Esfuerzo sobre las llaves.—La capacidad de las tuercas para resistir el esfuerzo de las llaves no puede ser objeto de determinación exacta; pero es evidente que si las tuercas han de ser manejadas violentamente, y sobre todo con llaves en mal estado, la reducción de su diámetro no aumenta sino ligeramente el momento crítico de curvatura en las mandíbulas de la llave. Con una tuerca tipo de 1 pulgada este momento es aproximadamente los $\frac{19}{100}$ del momento de torsión ejercido sobre la tuerca. En el caso extremo de $\frac{3}{4}$ de pulgada, es algo más grande y por ello el metal que forma la parte extrema de las mandíbulas de una llave de $\frac{3}{4}$ de pulgada debe ser de una calidad por lo menos igual a la del que se emplea habitualmente para las llaves de 1 pulgada. Por lo tanto, en el caso de emplearse tuercas de dimensiones inferiores a las de la tuerca tipo y de ser necesario aplicarles una fuerza de torsión considerable, al atornillarlas, como ocurre en la construcción de armazones metálicos, es indispensable procurar que las llaves que se emplean para tales trabajos tengan amplio margen de resistencia. La llave de montador,

del tipo ordinario, para tuerca de $\frac{3}{4}$ de pulgada, está exactamente relacionada, en cuanto a dimensiones y resistencia del metal alrededor de las mandíbulas, con la llave tipo para tuerca de 1 pulgada adoptada por el Comité Técnico para fijación de modelos; es, por lo tanto, suficiente para los trabajos corrientes.

Resumen.—Las conclusiones de los cálculos hechos sobre la tuerca tipo de 1 pulgada pueden ser condensados en forma que permita prácticamente su aplicación a las tuercas de otras dimensiones, considerando en cada caso las varias dimensiones con relación al diámetro. Este modo de proceder no es absolutamente correcto, ya que el paso de la rosca y la relación del núcleo al diámetro exterior no son cantidades constantes; pero ofrece, en general, suficiente exactitud en sus resultados. Si fueran necesarios datos muy precisos, los cálculos deberían repetirse para cada caso particular.

	Diámetro mínimo (entre lados paralelos) de una tuerca hexagonal	Altura mínima de la tuerca
Para resistir la compresión en el sentido del eje . . .	1,26	No se halla afectada.
Para ofrecer un punto de apoyo suficiente alrededor de un agujero de $\frac{1}{16}$ ":		
a) Carga aplicada después de atornillada la tuerca y siendo ésta del mismo metal que la pieza sobre la cual hace presión . . .	1,21	
b) Carga aplicada durante la colocación de la tuerca sobre bronce u otro metal menos duro que la tuerca.	1,65 (tipo)	
Para ofrecer suficiente resistencia a la ruptura:		
Limite extremo.	1,29	$\frac{7}{16}$
Margen amplio.	1,37	$\frac{3}{4}$
Para asegurar la resistencia suficiente de la rosca:		
a) Carga aplicada después de atornillada la tuerca		$\frac{1}{2}$
b) Atornillando hasta alcan- zar gradualmente la carga máxima.	No se halla afectada.	0,65 (rosca de Whitworth).
c) Atornillando bajo la car- ga máxima.		0,68 (rosca fina).
Para resistir todas las con- diciones de uso.	1,67 (tipo).	1,75

Por una tuerca que se utiliza por ruptura o resistencia insuficiente a la presión, son centenares las que quedan fuera de uso por arranque o agrietamiento de la rosca; el espesor de las tuercas es un factor que tiene mayor importancia de la que suele concedérsele. En cambio, el espesor de las tuercas puede variarse con extrema facilidad y con gasto ínfimo, sobre todo cuando se elaboran cortando mecánicamente barras redondas o hexagonales.

Ejemplos prácticos.—Al establecer ejemplos prácticos es preferible tomar como tipo la tuerca de $\frac{1}{8}$ ", ya que es prácticamente imposible aplicar a una tuerca de 1 pulgada, por medio de llave manejada a mano, una presión que se aproxime a la capacidad del perno. La tuerca de $\frac{3}{4}$ " de pulgada ha sido considerada durante mucho tiempo como la más pequeña que pudiera ser empleada para trabajos de fuerza; pero la sustitución

del acero al hierro ha tenido por consecuencia rebajar este límite; las tuercas de acero de $\frac{3}{16}$ " de pulgada, y hasta de $\frac{1}{8}$ " pulgada, son, en efecto, casi tan resistentes como lo eran las tuercas de hierro de $\frac{3}{8}$ " fabricadas hace treinta años.

(1).—Supongamos que se quiere emplear tuercas de $\frac{3}{8}$ " en la confección de las juntas permanentes de unas partes de máquina en cuya construcción sea conveniente realizar la mayor reducción posible en las dimensiones de las tuercas. En la tuerca de $\frac{7}{16}$ " pulgada de espesor, la superficie efectiva de la rosca es $1,25 \times \frac{5}{8} \times \frac{7}{16} = 0,34$ de pulgada cuadrada; esta rosca, con la condición de estar untada con aceite, podrá soportar sin ser averiada un esfuerzo de 10.000 a 15.000 libras correspondiente a una tracción de 17.000 a 25.000 libras sobre el núcleo del perno; para atornillar esta tuerca, en estas condiciones, será preciso ejercer sobre la extremidad de una llave de 25 centímetros una presión de 30 a 60 libras, según el coeficiente de fricción. Esta altura o espesor, con el diámetro de $\frac{3}{8}$ ", es, por lo tanto, ampliamente suficiente. Si fuera necesario reducir, al mismo tiempo, el diámetro, las condiciones cambiarían. Con una tuerca de $\frac{1}{2}$ " pulgada la superficie de apoyo alrededor de un agujero de $\frac{1}{16}$ " de pulgada sería de 0,385 pulgada cuadrada, y, por lo tanto, su asiento podrá soportar la presión de que es capaz la rosca correspondiente. Con una tuerca de $\frac{7}{16}$ " de pulgada, el asiento tendría una superficie de 0,236; no sería de temer con esta tuerca el aplastamiento ni la ruptura; pero sólo sería aceptable en el caso de no tener que destornillarse, una vez colocada, y siempre que sea manejada con cuidado; además, para ofrecer suficiente resistencia a la ruptura, su altura no deberá ser menor de $\frac{1}{2}$ " pulgada.

(II).—Supóngase ahora que se presente el caso de que una tuerca de $\frac{3}{8}$ " haya de ser cambiada de posición repetidas veces, imprimiéndole cada vez un movimiento correspondiente a una fracción importante de una vuelta, bajo una presión igual a la carga límite que pueda soportar, o muy próxima a dicho límite. Supóngase igualmente que la presión sobre la rosca sea limitada a 3.000 libras por pulgada cuadrada para asegurar a la tuerca una duración razonable. Siendo la superficie del núcleo de 0,20 pulgada cuadrada, la carga que podrá admitir, a razón de 12.000 libras por pulgada cuadrada, será de 2.400 libras, y el espesor de la tuerca deberá ser de 1 pulgada aproximadamente, como resulta de la

$$\text{fórmula: } \frac{2.400}{3.000 \times 1,25 \times \frac{5}{8}} = 1,02.$$

Tuercas pequeñas.—En el caso de tuercas de pequeñas dimensiones, la reducción del diámetro puede ser más importante que en los ejemplos anteriores. Las siguientes dimensiones, tratándose de tuercas de metal brillante y cuidadosamente centradas, son suficientes para resistir cualquier esfuerzo a que puedan hallarse sometidas, después de atornilladas:

Diámetro del perno	Tuerca
$\frac{1}{8}$ pulgada. . .	$\frac{11}{32}$ (altura) \times 0'710 a/f ($\frac{1}{8}$ nominal)
$\frac{3}{16}$ " . . .	$\frac{7}{16}$ " \times 0'520 a/f ($\frac{1}{4}$ ")
$\frac{1}{4}$ " . . .	$\frac{7}{16}$ " \times 0'440 a/f ($\frac{1}{4}$ ")
$\frac{5}{16}$ " . . .	$\frac{11}{16}$ " \times 0'338 a/f ($\frac{1}{2}$ ")

Conclusiones.—Es de observar que el margen de reducción en las dimensiones de las tuercas está generalmente, aunque no absolutamente, limitado a los casos en que la base no se halla sujeta a desgaste por fricciones debidas a cambios de posición continuos o frecuentes; es además prudente estar prevenido contra una generalización excesiva de los ejemplos citados, la cual induciría a creer en la posibilidad de una reducción considerable, en numerosos casos, de las dimensiones de las tuercas.

Los casos en que puede resultar más ventajoso apartarse, en la elección de las tuercas, de las medidas de la tuerca-tipo, son los en que las dimensiones de otras piezas, de mayor peso y más elevado coste, dependen, a su vez, del espacio necesario para la colocación de aquéllas. La reducción de las dimensiones de las tuercas puede también ser justificada en aquellos casos en que el peso de la estructura de que forman parte es un factor de tal importancia que el peso de las tuercas haya de tenerse también en cuenta.

ANTONIO FERRER DALMAU, Ingeniero.

Determinación de la potencia efectiva de los motores de gas pobre

Si hacemos: D = diámetro del pistón; C = carrera del pistón; S = superficie = $\frac{\pi D^2}{4}$; V_m = velocidad media = $\frac{2GN}{66}$; N = número de vueltas por segundo; P_m = presión media; tendremos la fórmula:

$$P_e = 0,8 \frac{S P_m V_m}{300}$$

Las fórmulas llamadas prácticas admiten, para los automóviles, los valores medios de presión y velocidad, llegando por este procedimiento a fórmulas empíricas muy variables en función del diámetro y la carrera o del diámetro solamente.

Para el gas pobre se obtendrán fórmulas más aproximadas tomando como valor de la presión media efectiva 4 kilogramos por cm^2 y esto nos daría la potencia normal, pudiendo sufrir el motor una considerable sobrecarga.

Sin embargo, es más sencillo tomar la fórmula exacta porque la velocidad media puede variar según los modelos.

Conociendo el poder calorífico del gas P_n y la relación volumétrica de la compresión n , puede calcularse con facilidad la presión media.

Se empieza por determinar, según la composición del gas, la cantidad teórica de aire necesaria para su combustión completa y a esta cantidad se añade un 25 por 100. Se calcula luego el poder calorífico de un metro cúbico de la mezcla o sea Q . (Este número puede disminuir de 7 a 8 por 100 a consecuencia de la contracción de los gases quemados).

Siendo: p_m = presión media; ρ = rendimiento teórico; π = presión de compresión = $\pi = n_1 \gamma$ y $\gamma = 1,3$, tendremos:

$$\rho = 1 - \frac{n_1}{\pi} \quad \text{y} \quad p_m = 0,66 \frac{\rho \times Q \times 425}{10.000} \text{ kg. por cm}^2.$$

El coeficiente 0,66 representa el rendimiento volumétrico, los escapes evaluados en 10 por 100 y la dilatación experimentada por los gases al entrar en un cilindro en el que la temperatura puede llegar a 100° centígrados o sea 373° absolutos; esta dilatación reduce las calorías en la relación $\frac{273}{373} = 0,732$ con lo que tenemos $0,9 \times 0,732 = 0,66$.

Metalurgia

Fórmula práctica para determinar la potencia necesaria para laminar los metales

Para calcular la potencia que se absorbe para laminar los metales Edwards da el «American Machinist» la fórmula:

$$HP = C \times T \times D$$

en la cual C = constante; T = las toneladas trabajadas por minuto y D el número de veces que se aumenta la longitud primitiva.

Para el empleo de esta fórmula se ha establecido una tabla de longitudes correspondientes a las diferentes relaciones de alargamiento, que no es más que una tabla de logaritmos de fase 2 que pueden reducirse a los logaritmos vulgares con la fórmula:

$$HP = C \times T \times \log. E$$

siendo E la relación de las longitudes antes y después del laminado.

El valor de C es algo difícil de determinar y depende de las condiciones del trabajo.

Ensayos efectuados con aluminio puro han demostrado que la potencia absorbida en la laminación crece

más deprisa que $\sqrt{\frac{D}{t}}$, siendo D el diámetro del cilindro y t el grosor de la pieza después de laminada, y de ellos puede deducirse que:

1.° Las reducciones de 30 a 40 por ciento son las más económicas.

2.° Las reducciones menores de 30 por ciento exigen una potencia relativamente considerable.

3.° Los cilindros lisos son más convenientes que los ásperos.

Si en la fórmula para calcular la potencia absorbida se quiere introducir la temperatura a que se efectúa el laminado, tendremos:

$$HP = CT \log. E \sqrt{\frac{D}{t}} S$$

siendo S el límite de elasticidad a la temperatura considerada.

La aleación hierro-molibdeno

El molibdeno se obtiene a partir de la molibdenita MoS_2 , que lo contiene en proporciones que varían de 59 a 60 por 100 o bien empleando la wulfenita o melinosa que es un molibdenato de plomo que contiene además arsénico, cobre, hierro y vanadio; pero el molibdeno empleado para la obtención del acero procede casi siempre de la molibdenita y es el más puro.

La fabricación de acero al molibdeno tiene actualmente gran importancia por gozar de propiedades muy apreciables, creyéndose que con la adición de pequeñas cantidades de molibdeno se obtienen las mismas ventajas que con la de cantidades dobles de tungsteno. Los aceros, con hierro-molibdeno, cromo y tungsteno son los de mejor calidad.

Cuando a los aceros al níquel se les añade pequeñas cantidades de molibdeno se aumenta su resistencia al choque y al desgarramiento sin aumentar su coeficiente de extensión, por lo que la mayoría de las buenas planchas de blindaje se construyen en acero-níquel-cromo-molibdeno. Los aceros muy ricos en molibdeno son menos elásticos.

La aleación hierro-molibdeno se prepara en el horno Girod.

Procedimientos industriales

Cobreado de los metales

Para hilos metálicos

I. Agua.	2 litros
Carbonato de cobre	120 gramos
Cianuro de potasio	160 "
II. Agua.	2 litros
Carbonato de cobre	320 gramos
Cianuro de potasio	640 "
Carbonato de potasio.	640 "
III. Agua.	2 litros
Sulfato de cobre	200 gramos
Acetato de cobre	400 "
Cianuro de potasio	300 "
Carbonato de potasio.	300 "

Para el cinc

I. Agua.	2 litros
Sulfato de cobre	120 gramos
Cianuro de potasio	300 "
Amoniaco de densidad 0'88	c. s.
II. Agua.	2 litros
Acetato de cobre	28 gramos
Cianuro de potasio	40 "
Amoniaco de densidad 0'88	16 "

Para el cinc y el hierro

I. Agua.	2 litros
Acetato de cobre	40 gramos
Cianuro de potasio	56 "
Amoniaco de densidad 0'88	14 "
Bisulfito de sodio.	16 "
Carbonato de sodio	40 "
II. Agua.	2 litros
Acetato de cobre	40 gramos
Cianuro de potasio	44 "
Amoniaco de densidad 0'88	24 "
Carbonato de sodio	40 "
Sulfato de sodio	16 "
III. Agua.	2 litros
Sulfato de cobre	72 gramos
Cianuro de potasio	76 "
Amoniaco de densidad 0'88	52 "

Para el hierro

I. Agua.	2 litros
Sulfato de cobre	120 gramos
Sosa cáustica.	100 "
Tartrato doble de sodio y potasio	218 "
II. Agua.	2 litros
Sulfato de cobre	38 gramos
Carbonato de sodio	86 "
Bitartrato de potasio	38 "
Sosa cáustica.	16 "
III. Agua.	2 litros
Fluosilicato de cobre	240 gramos
Fluosilicato de amonio	160 "
Tartrato de amonio	120 "
Fluoruro de amonio	100 "

Para la plata

I. Agua.	2 litros
Sulfato de cobre	400 gramos
Cianuro de potasio	20 "
Sulfidrato de amonio	20 "
II. Agua.	2 litros
Sulfato de cobre	60 gramos
Sosa cáustica	100 "
Tartrato doble de potasio y sodio	300 "
III. Agua.	2 litros
Cianuro de cobre.	10 gramos
Sulfato de amonio.	170 "
Tartrato de potasio	300 "

IV. Agua.	2 litros
Oxido cuproso	30 gramos
Cianuro de potasio	90 "
Hiposulfito de sodio	30 "
V. Agua.	2 litros
Carbonato de cobre	c. s.
Carbonato de potasio.	c. s.
Bitartrato de potasio	200 gramos

A todos los preparados obtenidos con las antedichas fórmulas pueden añadirse diversidad de sustancias que facilitan el depósito del cobre, siendo las más utilizadas las siguientes: gelatina, cola, sales de estaño, ácido tánico, alumbre, fluosilicato de aluminio, melaza, ácido benzoico, hidroxilamina, azúcar, alcohol, nitrato de potasio, ácido nítrico, clorato de sodio y pirogalol.

Latoneado

Para depositar electroquímicamente el latón dan excelentes resultados los baños preparados con las siguientes fórmulas:

I. Agua.	2 litros
Carbonato de sodio	200 grs
Bisulfito de sodio	40 "
Cianuro de potasio	40 "
Acetato de cobre	25 "
Cloruro de cinc	20 "

La preparación se hace disolviendo en 1,600 litros de agua el carbonato, el bisulfito y el cianuro; aparte, en el resto del agua, el acetato y el cloruro, y juntando las dos soluciones.

La corriente, durante la operación, ha de tener una fuerza de 4 voltios y una intensidad de medio amperio por cada decímetro cuadrado que haya que recubrir.

Asimismo se utilizan las siguientes:

II. Agua	2 litros
Sulfato de cobre	50 grs
Sulfato de cinc	58 "
Cianuro de potasio	c. s.
III. Agua	2 litros
Sulfato de cobre	124 grs.
Sulfato de cinc	74 "
Cianuro de potasio	294 "
Carbonato de potasio	12 "
Carbonato de potasio	10 "
Potasa cáustica	188 "
Cloruro de sodio	188 "
IV. Agua	2 litros
Carbonato de cobre	100 grs
Carbonato de cinc	20 "
Cianuro de potasio	220 "
Carbonato de sodio	28 "
Bisulfito de sodio	8 "
Amoniaco	14 "
V. Agua	2 litros
Carbonato de cobre	100 grs.
Sulfato de cinc	60 "
Cianuro de potasio	150 "
VI. Agua	2 litros
Carbonato de cobre	70 grs.
Oxido de cinc	46 "
Cianuro de potasio	330 "
Carbonato de potasio	150 "
VII. Agua	2 litros
Acetato de cobre	9 grs.
Sulfato de cinc	18 "
Cianuro de potasio	15 "
Amoniaco	60 "
Potasa cáustica	134 "
VIII. Agua	2 litros
Cloruro de cobre	6 grs
Sulfato de cinc	14 "
Cianuro de potasio	20 "
Carbonato de potasio	200 "

IX.	Agua	2 litros
	Azotato de cobre.	solución saturada
	Sulfato de cinc	en exceso
	Cianuro de potasio	cantidad suficiente
	Amoníaco	cantidad suficiente
X.	Agua	2 litros
	Acetato de cobre.	300 grs.
	Acetato de cinc	30 "
	Acetato de potasio	300 "
	Cianuro de potasio	cantidad suficiente
XI.	Agua	2 litros
	Cloruro de cobre.	12 grs.
	Sulfato de cinc	16 "
	Cianuro de potasio	20 "
	Carbonato de potasio	130 "
XII.	Agua	2 litros
	Cloruro de cobre	16 grs.
	Sulfato de cinc	30 "
	Nitrato de amonio	180 "
	Carbonato de potasio	360 "
XIII.	Agua	2 litros
	Cloruro de cobre.	10 grs.
	Sulfato de cinc	20 "
	Cianuro de potasio	48 "
	Nitrato de amonio	122 "
XIV.	Agua	2 litros
	Cianuro de cobre	84 grs.
	Cianuro de cinc	84 "
	Cianuro de potasio	8 "
	Cloruro de amonio	8 "
XV.	Agua	2 litros
	Acetato de cobre.	26 grs.
	Cianuro de cinc	20 "
	Cianuro de potasio	76 "
	Carbonato de sodio	200 "
XVI.	Agua	2 litros
	Oxido cuproso	18 grs.
	Cloruro de cinc	16 "
	Cianuro de potasio	60 "
	Bisulfito de sodio	40 "
XVII.	Agua	2 litros
	Acetato de cobre	28 grs.
	Cloruro de cinc	28 "
	Cianuro de potasio	60 "
	Bisulfito de sodio	56 "
XVIII.	Agua	2 litros
	Acetato de cobre.	26 grs.
	Cloruro de cinc	26 "
	Cianuro de potasio	70 "
	Carbonato de sodio	60 "
XIX.	Agua	2 litros
	Carbonato de cobre	24 grs.
	Carbonato de cinc	14 "
	Cianuro de potasio	40 "
	Carbonato de sodio	40 "
XX.	Agua	2 litros
	Sulfato de cobre	6 grs.
	Sulfato de cinc	40 "
	Cianuro de potasio	120 "
XXI.	Agua	2 litros
	Cianuro de cobre	26 grs.
	Cianuro de cinc	14 "
	Cianuro de potasio	200 "
	Carbonato de amonio	200 "

Plateado

De todas las aplicaciones electroquímicas, el plateado es la más importante. Esta operación requiere, un baño constituido por un depósito adecuado y una pila de cualquier sistema.

El depósito o cuba puede ser de vidrio, gres, gutapercha o porcelana y de dimensiones suficientes para que quepa el objeto que deba platearse, pero sólo él, con el fin de no emplear líquido en exceso.

Para la preparación del baño existen infinidad de fórmulas, hasta el punto que puede decirse que cada taller utiliza la suya; pero todas tienen como base el cianuro de plata y el de potasio.

Citaremos algunas:

I.	Agua destilada.	2 litros
	Cianuro de plata	50 grs.
	Cianuro de potasio.	100 "
II.	Agua destilada.	2 litros
	Prusiato amarillo de potasio	20 grs.
	Cianuro de plata	40 "
III.	Agua destilada.	2 litros
	Nitrato de plata	40 grs.
	Cianuro de potasio.	60 "
	Prusiato amarillo de potasio	4 "

Claro está que, utilizando cualquiera de estas fórmulas, será preciso aumentar o disminuir las cantidades indicadas para cada producto, siempre conservando las debidas proporciones, según lo requiera la capacidad del depósito.

Plateado del acero.—Para platear el acero se utiliza el método de Japing. Este método consiste en lo siguiente: desengrasado el objeto, se trata con ácido clorhídrico diluido y se frota luego con arena muy fina. Hecho esto se prepara un baño con arreglo a la siguiente fórmula.

Agua destilada	1 litro
Acido nítrico.	6'5 gramos
Nitrato de plata	8'5 "
Nitrato de mercurio	8'5 "
Amoníaco.	X gotas.

y en él se sumerge durante algunos instantes el objeto. Éste aparece, al salir del baño, envuelto en una capa de polvo negruzco, que no es otra cosa que carbono; desprendido de ella, el objeto aparece cubierto de una capa de plata. El espesor de ésta claro está que depende de lo que haya durado la inmersión.

Una variedad del método de Japing consiste en verter en el ácido clorhídrico diluido en agua una solución de nitrato mercúrico, hasta que una varilla de cobre, sumergida en la disolución, quede recubierta de una capa blanca. Témlase entonces el acero, únesele al polo cinc de la pila Bunsen y se sumerge en la solución de mercurio un ánodo soluble formado por carbón y platino. A poco queda recubierto el acero de una capa de mercurio; lávasele, se le inmerge luego en una solución de plata, se le calienta después a fuego de carbón y, por último, se pulimenta y bruña.

Plateado del aluminio.—Limpios y desengrasados los objetos por medio de una solución de cianuro de plata y cianuro de mercurio, se sumergen dentro de un baño compuesto de

Agua.	1 litro
Cianuro de potasio	60 gramos
Nitrato de plata	20 "

baño dispuesto en la cuba de un aparato galvánico. Sólo resta ya hacerles sufrir la acción de una corriente no muy intensa, mientras están sumergidos en aquél.

Plateado de productos naturales.—Las hojas, plumas, insectos, conchas, flores, etc., pueden platearse, después de cobreados, por medio del baño galvánico preparado con

Agua destilada.	2 litros
Cianuro de potasio	20 grs.
Cianuro de plata	20 "

compuesto que da excelentes resultados.

Plateado de espejos.— Pueden utilizarse para ello infinidad de fórmulas, algunas de las cuales damos a continuación:

I. Agua destilada.	2 litros
Amoniaco.	30 c. ³
Acido tartárico	6 gramos
Nitrato de plata	40 "

La preparación de este producto se hace del siguiente modo: disuélvase el amoniaco y el nitrato de plata en tres veces su volumen de agua; aparte disuélvase el ácido tartárico en el resto del agua y júntense luego las dos soluciones agitando enérgicamente.

Preparado así el producto, se extiende sobre la superficie del espejo, dispuesta previamente y después de seca se barniza con un barniz oscuro que le sirva de protección.

La superficie del espejo que deba platearse ha de ser sometida previamente a las siguientes operaciones: debe ser desengrasada, utilizando para ello una mezcla de partes iguales de alcohol y agua destilada que se aplica con un trapo o algodón, enjugada luego y, por último, pulimentada frotando enérgicamente con un trapo de lana.

II. Para la preparación de esta fórmula, debida a Martin, deben elaborarse aparte otras cuatro, del siguiente modo:

a) Agua destilada.	2 litros
Nitrato de plata	80 gramos
b) Agua destilada.	2 litros
Nitrato de amoniaco	120 gramos
c) Agua destilada.	2 litros
Potasa cáustica.	200 gramos
d) Agua destilada.	2 litros
Azúcar.	100 gramos
Acido tartárico	12 "
Alcohol	200 c. ³

Esta última fórmula se prepara disolviendo el azúcar en un litro de agua, adicionando después el ácido tartárico, haciendo hervir el todo durante diez minutos y añadiendo, luego de enfriar la mezcla, el alcohol y últimamente el resto del agua.

Con las cuatro soluciones agrupadas dos a dos, la a) con la b) y la c) con la d) se preparan dos baños. Estos, después de preparada la superficie que hay que platear, se mezclan en un depósito donde quepa el espejo y en el que se introduce éste apoyado sobre pequeños tarugos de madera que evitan toque el fondo del depósito.

El espejo debe conservarse dentro del depósito hasta que el líquido, que se ha de agitar continuamente, se enturbie y quede recubierto de placas argentinas, y una vez fuera, aquél se lava con agua corriente en abundancia, después con agua destilada y, por último, se deja secar en posición inclinada.

Es conveniente mantener el espejo dentro de agua, después de bien limpia la superficie que ha

de platearse, hasta el momento de ser introducido en el baño.

III. Prepárense dos soluciones, una con

Agua destilada.	2 litros
Potasa cáustica.	6 gramos
Acido tartárico	16 "

y otra con:

Agua destilada.	2 litros
Nitrato de plata	80 gramos
Amoniaco de 22°.	60 "

Tómense partes iguales de las dos y aplíquese la solución formada a la superficie que hay que platear, mediante un pincel suave.

Creemos inútil advertir que las cantidades fijadas en las fórmulas anteriores para cada producto, variarán en más o menos, según sea la superficie sobre la que deban aplicarse.

Dorado

Las operaciones de dorado galvánico se pueden efectuar en frío o en caliente. En frío se doran las piezas de tamaño grande; en caliente las de pequeño tamaño. Este último modo de operar, da dorados más sólidos y brillantes que el primero.

Con uno u otro sistema de dorado, la disposición es casi la misma que la indicada al tratar del plateado: el baño se deposita en una cuba de dimensiones suficientes para que pueda contener el objeto u objetos que han de ser dorados, objetos que se suspenden de una varilla unida al reóforo o polo cinc del generador; de la otra varilla, en comunicación con el reóforo o polo carbón o cobre de la pila, se cuelga el ánodo soluble, una lámina de oro.

Debe procurarse que la acción de la corriente sea muy rápida y no muy grande la fuerza electromotriz, pudiendo calcularse ésta en un voltio y la intensidad en medio amperio por cada decímetro cuadrado de la superficie sometida al dorado.

La intensidad podrá graduarse sumergiendo más o menos la lámina de oro o ánodo soluble, y la fuerza, disminuyendo o aumentando los elementos que compongan la batería eléctrica.

Por ley natural, el baño se empobrece a medida que la operación avanza, y para evitar ese empobrecimiento no hay otro remedio que tener preparada cantidad excesiva de baño de oro, que se añade según lo requiera la operación.

Base principal del baño de oro es el *cloruro de oro*, producto que se encuentra preparado en el comercio. Sin embargo, si el operador desea prepararlo por sí mismo puede efectuarlo del siguiente modo:

En una cápsula de porcelana calentada al baño de maría o al de arena, colóquese un compuesto formado por 30 gramos de ácido nítrico y 60 de ácido clorhídrico y disuélvase en él 20 gramos de oro en pequeños fragmentos, agitando con una varilla de vidrio hasta el instante en que la mezcla presente un aspecto viscoso y no desprenda vapores. Entonces se retira la cápsula del baño, se deja enfriar el compuesto y una vez frío se deposita en frascos esmerilados para su conservación. El producto así obtenido es el cloruro de oro.

Dorado en frío.—Para el dorado de grandes

piezas en frío, pueden utilizarse diversas fórmulas; pero las más empleadas son las siguientes:

I. Agua destilada	2 litros
Cianuro de potasio	20 grs.
Cloruro de oro	7 "

La preparación se efectúa disolviendo aparte en agua el cianuro y el cloruro, uniendo después las dos soluciones y completando la cantidad de agua hasta dos litros.

II Agua destilada	2 litros
Cianuro de potasio	40 grs.
Carbonato de potasio	40 "
Cloruro de oro	24 "

Disuélvase en la mitad del agua el cloruro de oro, en frío, y en la otra mitad el carbonato y el cianuro; únense las dos soluciones; hágase hervir durante pocos minutos el compuesto resultante y déjese enfriar.

III Agua destilada	2 litros
Cianuro de potasio	40 grs.
Oro virgen	20 "

Para obtener el producto preparado con esas sustancias, se procede así: Póngase el oro en una cápsula que resista el calor junto con 50 grs. de ácido clorhídrico y 25 de ácido nítrico; caliéntese la mezcla hasta que el oro quede disuelto y aquélla haya tomado un aspecto de jarabe y un color rojo oscuro; retírese entonces del fuego; hágase disolver el cloruro de oro así preparado en 400 c.³ de agua y fíltrese luego. Disuélvase aparte el cianuro potásico en el resto del agua y mézclense las dos soluciones.

El baño de oro así obtenido debe ser calentado una o dos horas antes de utilizarlo.

IV. Agua destilada	2 litros
Prusiato potásico amarillo	40 grs.
Sal amoniacal	8 "
Carbonato de potasio	30 "
Cloruro de oro	23 "

Para la preparación del baño con esos productos, disuélvanse en la casi totalidad del agua el prusiato, el carbonato y la sal y fíltrese. Aparte, hágase disolver el cloruro en el resto del agua. Únase esta solución a la primera, fría; pero no efectuándolo hasta que ésta ya esté vertida en la cuba.

Las operaciones de dorado en frío requieren las siguientes precauciones: el alambre que sirva para suspender de la varilla la lámina de oro, ha de ser de platino; esa lámina ha de retirarse del baño así que la operación termine, pues de lo contrario seguiría disolviéndose; debe adicionarse, durante el curso de la operación, cloruro de oro y cianuro potásico para evitar el empobrecimiento del baño, si no se renueva éste como ya dijimos antes, y debe manejarse cuidadosamente el cianuro potásico, por ser un veneno muy enérgico.

No debe dejar de vigilarse el color del dorado durante todo el curso de la operación. Ese color ha de ser siempre amarillo; si es rojizo o negruzco, señal de que la corriente es muy enérgica y deberá ser debilitada suprimiendo algún elemento; si cambiando la disposición del objeto, poniendo otra de sus caras frente al ánodo soluble, la anteriormente expuesta pierde su dorado, eso indica, por el contrario, que la corriente es débil y debe ser aumentada añadiendo cianuro potásico y cloruro de oro.

Muchas veces, terminada la operación, se vé

que el aspecto del objeto, por lo que se refiere a color, es desagradable. Para remediar esto puede recubrirse de una capa de bórax, y calentarlo y lavarlo luego con una solución de agua y ácido sulfúrico al 5 por 100.

Dorado en caliente.—Utilízanse también diversas fórmulas; pero aquí no describiremos más que aquéllas que tengan verdadera importancia.

Hélas aquí:

I Agua destilada	2 litros
Fosfato de sodio cristalizado	100 grs.
Bisulfito de sodio	30 "
Cianuro de potasio	2 "
Cloruro de oro	2 "

Debe considerarse esta fórmula como una de las mejores, pues el baño preparado con ella da a la operación una marcha muy regular, obteniéndose sobre el objeto una capa de oro muy uniforme y de agradable color.

II. Agua destilada	2 litros
Cianuro de potasio	6 grs.
Carbonato de potasio	3 "
Cloruro de oro	4 "

Puede repetirse de ésta lo dicho de la anterior. Sin embargo, es menos activa.

III. Agua destilada	2 litros
Fosfato de sodio cristalizado	120 grs.
Bisulfito de sodio	20 "
Cianuro de potasio	2 "
Cloruro de oro	2 "

Para preparar el baño con esta fórmula, se divide el agua en tres porciones de 1,600 litros la una y 0,200 litros las otras dos. Disuélvase el fosfato en la primera, el bisulfito y el cianuro en otra y el cloruro en la tercera; pero efectuando la disolución del fosfato en caliente. Únense las dos primeras soluciones lentamente y, efectuada la mezcla, agréguese la tercera.

IV. Agua destilada	2 litros
Fosfato de sodio cristalizado	100 grs.
Bisulfito de sodio	25 "
Cianuro de potasio	1 "
Cloruro de oro	4 "

Se prepara como la anterior.

V. Agua destilada	2 litros
Cianuro de potasio	4 grs.
Cloruro de oro	2 "

Divídase el agua en partes iguales, disuélvase en una el cianuro y en la otra el cloruro y mézclense luego las dos soluciones.

Cualquiera que sea el baño que se utilice, debe ser depositado en una cuba que resista al fuego, de porcelana o hierro esmaltado, o de vidrio si se pone al baño de maría. En los dos primeros casos la cuba se calienta por medio de una lámpara de alcohol o de un hornillo. La temperatura del líquido no ha de ser menor de 50° ni mayor de 60°.

La duración de la operación no ha de exceder de tres minutos en los objetos pequeños y de una hora para los grandes, y durante ella será suficiente una fuerza electromotriz de un voltio y una intensidad de un amperio por decímetro cuadrado de superficie. Para cubrir de oro esta misma superficie, en cantidad de 25 centigramos por hora, harán falta 2 gramos de cloruro de oro en el baño.

Los objetos deben ser desengrasados y desoxi-

dados antes de introducirlos en el baño y en éste se suspenderán del modo que ya sabemos, manteniéndolos en movimiento.

Debe vigilarse cuidadosamente el curso de la operación. Si se observa que el depósito no se efectúa uniformemente, se aumentará la intensidad de la corriente; pero ésta debe procurarse siempre que al principio sea débil.

Coloración.—La coloración del oro depende de lo que se sumerja el ánodo, pudiendo variar las tonalidades desde el amarillo muy pálido, cuando el ánodo está apenas sumergido, hasta el rojo, si se le sumerge por completo. Esta coloración puede acentuarse fácilmente recurriendo a determinados procedimientos.

Así: un tono amarillo de oro en un baño normal será rojo si utilizamos un baño en que se hayan dorado objetos de cobre; el color será violeta si se agrega al baño un gramo de una sal de antimonio soluble, por litro; tomará color rosáceo si se agregan dos; será verde si en el baño hemos ya dorado objetos de plata.

En el comercio se venden láminas de oro coloreadas que sirven para obtener coloraciones de oro según se desee. Esas láminas reemplazan al ánodo oro o platino que se sumerge en el baño.

Pueden también obtenerse coloraciones rojas, haciendo uso de los preparados siguientes:

Agua destilada	2 litros
Fosfato de sodio	100 grs.
Bisulfito de sodio	25 "
Cianuro de potasio	1 "
Cloruro de oro	2 "

del que se toman dos partes, para unir las con tres del siguiente baño:

Agua destilada	2 litros
Acetato de cobre	40 grs
Carbonato de sodio	40 "
Bisulfito de sodio	40 "
Cianuro de potasio	40 "

Colocada la mezcla en la cuba galvánica, la coloración variará del rosa pálido al rojo fuerte, según la intensidad de la corriente eléctrica.

Ocurre muchas veces que, ya fuera del baño galvánico el objeto, se observa que su coloración es desigual. En esos casos puede utilizarse para igualarla cualquiera de los siguientes preparados, con los que se recubre el objeto.

- Partes iguales de sulfatos de hierro y de cinc, alumbre en polvo y nitrato de potasio.

Recubierto el objeto con esta pasta, se mete en un horno y se calienta hasta que aquellos productos se hayan fundido. Después se sumerge en agua acidulada con ácido sulfúrico. Al salir de este baño, el objeto aparece con una coloración igual.

II. Sulfato de cobre	15 grs.
Cardenillo	35 "
Cloruro de amonio	30 "
Nitrato de potasio	30 "
Acido acético	150 "

El objeto se sumerge en la mezcla, en este caso, y, una vez fuera de ella al cabo de pocos minutos, se calienta sobre una plancha de cobre; déjese enfriar y trátese luego con ácido sulfúrico concentrado.

III. Alumbre	15 grs.
Nitrato de potasio	30 "
Sulfato de cinc	15 "

Sal marina	15 grs.
Ocre rojo	10 "

A la mezcla de esos productos se añade agua hasta que se obtenga una substancia de consistencia pastosa. Con ella se recubre el objeto; luego se calienta éste sobre una lámina o plancha de cobre y se lava con agua fría.

IV. Nitrato de potasio	12 grs.
Sal marina	6 "
Sanguina	6 "
Sulfato de cinc	6 "

Se recubre el objeto con esta mezcla, se deseca al calor de un fuego de carbón vegetal y se sumerge luego en un baño de ácido sulfúrico.

Dorado del aluminio.—Prepárase un baño con la fórmula siguiente:

Agua destilada	2 litros
Fosfato de sodio	1.200 grs.
Cianuro de potasio	50 "
Cloruro de oro	20 "

que se deposita en la cuba de un aparato compuesto galvánico, y una vez dorado el objeto por la acción de ese baño frótese con la siguiente preparación:

Sulfato de cinc	100 grs.
Sal marina	100 "
Alumbre	100 "
Nitrato de potasio	100 "

Sométase después el objeto al calor de un horno adecuado hasta que obtenga una coloración negra y colóquese de nuevo en la cuba que contiene el baño galvanoplástico, después de bien lavado con agua muy limpia y abundante. Para esa segunda sumersión en el baño galvánico procédase a cambiar los ánodos.

Si se desea, para mayor éxito del dorado, cobrear antes el objeto de aluminio, puede sumergirse en una mezcla compuesta de

Agua destilada	2 litros
Sulfato de cobre	50 grs.
Crémor tártaro	40 "
Sosa calcinada	50 "

Esa sumersión no debe ser de una duración inferior a quince minutos, pues de lo contrario sería inútil.

Dorado de la plata.—Los objetos de plata pueden ser dorados haciendo uso de cualquiera de los baños de oro indicados en el curso de este capítulo, sin necesidad de ser sometidos a previa preparación, como sucede con los objetos de cobre, de aleaciones de este metal, de fundición, de acero, y a veces de aluminio.

Dorado de productos naturales.—Éstos también necesitan ser cobreados previamente, del modo que ya dijimos en el capítulo anterior, empleándose después para dorarlos el compuesto o baño de oro preparado con:

Agua destilada	2 litros
Fosfato de sodio	160 grs.
Acido cianhídrico	15 "
Cloruro de oro	4 "

La operación se hace en caliente, a unos 30°.

Platinado

Para el platinado se utilizan variedad de procedimientos, unos electroquímicos y otros no, ha-

ciéndose uso de diversidad de fórmulas, algunas de las cuales, las más importantes, damos a continuación:

I.	Agua destilada	2 litros
	Cloruro de platino	20 grs.
	Sulfocianuro de potasio	20 »
II.	Agua destilada	2 litros
	Acido oxálico	50 grs.
	Hidrato de platino	24 »
III.	Agua destilada	2 litros
	Acido fosfórico	110 grs.
	Hidrato de platino	30 »

Estos baños precisan de una corriente de 2 voltios; su temperatura no ha de ser inferior a 30 grados y depositan en cinco minutos una capa suficiente de platino.

IV.	España de platino	10 grs.
	Acido clorhídrico	150 »
	Acido nítrico de 40° B	190 »
	Agua destilada	0'5 litros

Aparte:

	Agua destilada	0'5 litros
	Fosfato de amoníaco	100 grs.

y

	Agua destilada	1 litro
	Fosfato de sosa	500 grs.

La preparación del baño en que entran estos productos se hace así: tómase un matraz de vidrio, de cuello largo, y en él se hace disolver en caliente la esponja de platino en la mezcla de los ácidos nítrico y clorhídrico; resulta de ello cloruro de platino, que se disolverá en medio litro de agua cuando esté frío. A esa solución se le añade la del fosfato amónico en otro medio litro de agua y al compuesto resultante, poco a poco, se adiciona 500 gramos de la disolución del fosfato sódico en el litro de agua; por último se calienta de nuevo, a fin de que se desprenda el amoníaco y se clarifique el líquido.

Al utilizarse ese baño, deberá ser tratado por una corriente muy enérgica; asimismo habrá de cuidarse de evitar su empobrecimiento, agregando a este fin fosfato amónico platinico.

Niquelado

Los primeros ensayos de niquelado de determinados metales los hicieron Smée, Becquerel y Boettger, físicoquímicos famosos, y sobre todo el doctor norteamericano Adams que, en 1869, dió a conocer los primeros procedimientos de niquelado verdaderamente útiles, ya que los anteriores no lo habían sido suficientemente.

Utilizanse desde aquel entonces infinidad de fórmulas para la preparación de baños; pero como no todas dan siempre los resultados que se propusieron obtener sus inventores, aquí reseñaremos únicamente las mejores

Véanse a continuación:

I.	Agua destilada	2 litros
	Sulfato doble de níquel y amoníaco	200 grs.

La preparación se hace disolviendo, en caliente, el sulfato en el agua y filtrando después de fría la mezcla.

II.	Agua destilada	2 litros
	Sulfato doble de níquel y amoníaco	80 grs.
	Carbonato de amoníaco	60 »

Para obtener el baño se disuelve el sulfato en alguna cantidad de agua; asimismo el carbonato; se juntan las dos soluciones y, después de bien mezcladas, se adiciona el resto del agua hasta completar los dos litros.

Esta fórmula es debida a Roseleur, así como la siguiente:

III.	Agua destilada	2 litros
	Sulfato doble de níquel y amoníaco	120 grs.
	Sulfato de níquel	60 »
	Sal excitadora Roseleur	60 »
IV.	Agua destilada	2 litros
	Cloruro de níquel	100 grs.
	Acido bórico	40 »

Este baño da lugar a una capa de níquel muy flexible y maleable, así como muy adherente.

V.	Agua destilada	2 litros
	Cloruro de níquel	30 grs.
	Citrato de níquel	20 »
	Fosfato de níquel	30 »
	Acido benzoico	14 »

Las sales de níquel, esto es, el cloruro, el citrato y el fosfato, han de ser disueltos en el agua hirviendo, y una vez obtenida la disolución se agrega el ácido benzoico.

También este baño da una capa muy adherente y uniforme. Tiene además la propiedad de poder ser conservado mucho tiempo sin que pierda ninguna de sus propiedades, muy excelentes, sobre todo por lo que hace referencia a la facilidad con que se disuelve el ánodo.

VI.	Agua destilada	2 litros
	Sulfato de níquel	80 grs.
	Cloruro de amoníaco	40 »
	Acido nítrico	4 »

La preparación se hace en caliente, y después de bien mezclados todos los productos se somete el compuesto a ebullición.

Vigilados con cuidado, los baños de esta clase tienen duración indefinida si se evita su empobrecimiento; se les mantiene cubiertos con una tapadera, operando o no, y se reemplaza el agua evaporada con otra en cantidad suficiente. Esa cantidad la indica la diferencia de nivel.

VII.	Agua destilada	2 litros
	Sulfato de níquel	100 grs.
	Cloruro de amoníaco	100 »
VIII.	Agua destilada	2 litros
	Cloruro de níquel	100 grs.
	Cloruro de amoníaco	100 »
IX.	Agua destilada	2 litros
	Nitrato de níquel	100 grs.
	Cloruro de amoníaco	100 »

Estas tres fórmulas, mejor dicho los baños a que dan lugar, se preparan lo mismo que el número II.

X.	Agua destilada	2 litros
	Sulfato de sodio líquido	660 grs.
	Nitrato de níquel	50 »
	Amoníaco	50 »

Disuélvase el sulfato en el agua y el nitrato en el amoníaco, y mézclense poco a poco las dos soluciones agitando.

XI.	Agua destilada	2 litros
	Sulfato de níquel	100 grs.
	Bisulfato de sodio	100 »

XII.	Agua destilada	2 litros
	Nitrato de níquel	100 grs.
	Bisulfito de sodio	100 "
XIII.	Agua destilada	2 litros
	Cloruro de níquel	100 grs.
	Bisulfito de sodio	100 "

Estos tres baños se obtienen haciendo disolver el bisulfito de sodio en la mitad del agua y la sal de níquel en la otra mitad, vertiendo luego lentamente la primera solución en la segunda.

Para niquelar objetos pequeños se recomienda el empleo del baño preparado con la fórmula

XIV.	Agua destilada	2 litros
	Sulfato de níquel cristalizado	80 grs.
	Sulfato de amoníaco	80 "

Se prepara en caliente.

Asimismo pueden emplearse la

XV.	Agua destilada	2 litros
	Sulfato de níquel	100 grs.
	Acido bórico	35 "

y la

XVI.	Agua destilada	2 litros
	Cloruro de níquel	100 grs.
	Acido bórico	35 "

y para objetos de cinc especialmente la

XVII.	Agua destilada	2 litros
	Sulfato doble de níquel y amoníaco	120 grs.
	Carbonato de amoníaco	40 "
	Acido sulfúrico	5 "

y la

XVIII.	Agua destilada	2 litros
	Cloruro de níquel	4 grs.
	Acido bórico	4 "

que dan lugar a baños de níquel tan excelentes, y la capa que depositan se adhiere de tal modo, que con sólo una décima de milímetro de espesor sobre la superficie de una plancha de cinc, ésta puede ser laminada.

XIX.	Agua	2 litros
	Sulfato de níquel	100 grs.
	Tartrato de amoníaco	70 "
	Acido agálico	6 "

Esta fórmula da lugar a un compuesto con el que se obtiene, mediante una débil corriente, un niquelado muy homogéneo.

XX.	Agua	2 litros
	Sulfato de níquel	100 grs.
	Tartrato de amoníaco	72 "
	Acido tánico	1 "

Este compuesto da inmejorables resultados, pues el depósito es blanco, liso, homogéneo y no salta en escamas.

XXI.	Agua	2 litros
	Acido bórico	130 grs.
	Acido fluorhídrico de 46 %	284 "
	Carbonato de níquel	en exceso.

La preparación se hace: disolviendo en 250 c³ de agua hirviendo el ácido bórico; dejando enfriar; colocándola luego en una botella de caucho, agregando después el ácido fluorhídrico y, por último, lentamente y agitando, el resto del agua y el carbonato de níquel, hasta que ya no admita más el baño. Después se agita la solución durante treinta y cuatro horas y se filtra.

En general puede decirse que todos los baños que se utilicen para niquelar han de ser casi neu-

tros, poco ácidos, compuestos de sales muy puras, a fin de que su mezcla con otras de diversos metales no perjudique el brillo y blancura que debe ofrecer el depósito que recubre el objeto.

Si no se tuviera a mano agua destilada, puede utilizarse la de lluvia hervida y filtrada previamente.

Preparación de los objetos que deben niquelarse.—Para niquelar objetos cualesquiera, se hacen precisas determinadas operaciones preparatorias; en cada uno de los talleres el conjunto de ellas constituye un método distinto; pero todos éstos han tomado como base las que exponemos a continuación.

Ante todo se frota cuidadosamente los objetos y según sean éstos, duros o blandos, se hará uso de una rueda de piedra de esmeril primeramente y de otras de cuero espolvoreado con granos de arena, o de un cepillo de cuero de forma circular.

Mediante este frote, los objetos quedan pulimentados y entonces se les somete a la acción de los siguientes baños, en los que se les sumerge sucesivamente:

a)	Agua caliente	2 litros
	Acido sulfúrico	50 grs.
b)	Agua caliente	2 litros
	Potasa americana	200 grs.
c)	Agua fría	2 litros
	Cianuro de potasio	100 grs.

Al salir del último baño los objetos presentan un agradable aspecto.

Puede emplearse asimismo el método siguiente: Limpiense los objetos con un cepillo empapado en petróleo, bencina o aguarrás; séquense frotándolos con serrín de madera; sumérjanse luego en un baño compuesto de agua y potasa en proporción de 100 a 10; lávese con agua corriente; friccionense con un cepillo impregnado en una lechada de cal; lávese de nuevo con agua corriente y, por último, inmérjaseles en un baño compuesto de

Acido sulfúrico	2 litros
Acido nítrico	1 "
Hollín calcinado	1 gr.
Cloruro de sodio	1 "

Durante la última parte de la operación debe evitarse cuidadosamente el respirar los vapores que del baño se desprenden, pues son muy dañinos. Ese baño deberá ser preparado seis o siete horas antes de ser empleado.

Los dos procedimientos que hemos mencionado, pueden utilizarse para preparar objetos de acero, hierro, latón, metal británico y fundición pulimentados; pero no para los sin pulimentar, pues éstos requieren la preparación siguiente: los de fundición sumergirlos en un baño de agua caliente (un litro) y ácido sulfúrico (25 c³); lavarlos con agua caliente; pulimentarlos con la ayuda de un torno de pulir movido rápidamente, lavarlos de nuevo y cobrearlos mediante el preparado siguiente:

Agua destilada	2 litros
Sulfato de cobre	20 grs.
Acido sulfúrico	20 "

Los de otros metales, sumergirlos en un baño de

Agua caliente	2 litros
Potasa	200 grs.

frotarlos vivamente con un cepillo, lavarlos con agua pura y cobrearlos. Esto último es indispensable, sobre todo para objetos de cinc, pues de lo contrario éste sería atacado por el baño de níquel.

Si se tiene práctica suficiente es aún mejor que cobrear, amalgamar los objetos de cinc, sumergiéndolos, a ese fin, durante algún tiempo, en una disolución de una sal de mercurio.

Los objetos que deban niquelarse, serán también desengrasados y desoxidados cuidadosamente.

Lo primero se efectúa friccionando con un cepillo empapado en una lechada de blanco de España diluido en agua y carbonato de sosa, hasta que el objeto se moja fácilmente con agua ordinaria, o bien, cuando se trata de objetos de cinc, haciendo uso de una papilla muy clara de creta disuelta en carbonato de sosa, que se extiende sobre el objeto con un cepillo de cerdas muy suaves.

La desoxidación puede hacerse mecánica o químicamente.

Para objetos de cobre se utiliza un baño compuesto de 2 litros de agua ó 2 litros de ácido nítrico, baño en el que son sumergidos los objetos durante pocos segundos. Si el cobre está al estado bruto, se hará uso del preparado que sigue:

Agua.	2 litros
Ácido nítrico	0'2.
Ácido sulfúrico	0'2.

Para hierro, acero y fundición pulimentados se utilizará la fórmula

Agua.	2 litros
Ácido sulfúrico	0'2.

En este baño se sumergirán las piezas, y se conservarán en él hasta que otrezcan un tono gris en su superficie. Al ocurrir esto, se sacan del baño y se frota con polvo de piedra pómez ligeramente humedecido.

Los objetos de hierro, acero y fundición, no pulimentados, se desoxidarán del siguiente modo: sumérjaseles en un baño desoxidante, de composición igual al anterior próximo, durante cuatro horas; frótese con polvo de piedra pómez humedecido, hasta desaparición de la herrumbre; inmérjaseles de nuevo en el baño desoxidante; lávense con agua corriente y con agua destilada y déjense en este último baño de agua hasta que hayan de ser sumergidos en el baño galvánico. Cuando llegue este caso, el traslado deberá hacerse rápidamente, procurando no tocar con los dedos las piezas, a fin de que no se produzca oxidación en la superficie de ellas.

Estas mismas precauciones hay que tomar para piezas de cualquier metal que deban niquelarse: sumersión en agua destilada, hasta que se coloquen en el baño de níquel, y no tocarlas con los dedos.

Insistimos en esos pormenores, por ser la verdadera causa en la mayoría de los casos del mal éxito de las operaciones de niquelado.

Manera de operar.—Para el niquelado por método electroquímico se necesita, como para las demás operaciones electrogalvánicas, un generador de electricidad y una cuba donde colocar el baño y los objetos que deban ser niquelados.

La cuba puede ser de porcelana, de gres, de madera revestida de gutapercha, o de vidrio, éste con preferencia sobre las demás materias.

En cuanto a la pila deberá evitarse hacer uso

de las de Daniell o de Callaud, pues éstas dan siempre pésimos resultados cuando se trata de operaciones de niquelado. Lo mejor es utilizar cualquiera de los sistemas Bunsen o Radiguet, éste preferentemente, cuando se trata de operación importante, y de Grenet o de botella si se trata de empresa de escasa importancia y corta duración, emprendida por algún aficionado.

El ánodo soluble de la pila será de níquel puro, en forma de lámina; este ánodo presenta la ventaja de hacer más constante la operación y el inconveniente de alcalinizar el baño; esto último puede corregirse, sin embargo, adicionando al baño una pequeña cantidad de ácido nítrico y ensayando la solución de vez en cuando con un papel de tornasol.

Puede utilizarse también para las operaciones de niquelado un ánodo insoluble, constituido por una lámina de platino o carbón; la primera tiene la gran ventaja de su duración; pero en cambio ofrece el inconveniente de ser muy costosa; la segunda se disgrega con suma facilidad, defecto importante que no compensa el poco costo del ánodo en este caso.

Utilizando ánodos insolubles el baño se acidifica y obliga a neutralizarlo, mediante una solución de carbonato de níquel.

Para obtener buenos resultados en las operaciones de niquelado será mejor utilizar, a la vez, un ánodo soluble y dos insolubles, con una superficie total algo mayor que la de los objetos que deban ser niquelados. Esos ánodos se suspenden de una varilla, unida al polo positivo de la pila, mediante ganchos de cobre niquelado; los objetos se cuelgan de la varilla puesta en comunicación con el polo negativo del generador.

Debe procurarse al sumergir las piezas que han de ser niqueladas en el baño que no sobrepasen los dos tercios de la profundidad, y que ese baño haya sido cebado con anterioridad, es decir que haya tenido sumergida en él, durante veinticuatro horas, una barra de cobre, a fin de que se haya electrizado. Si no se tomara esta última precaución, las piezas primeramente sumergidas, resultarían mal niqueladas.

Cualquiera que sea la pila utilizada, el operador habrá de vigilar cuidadosamente la corriente; ésta deberá ser enérgica al principio de la operación, cinco o seis voltios, con una intensidad de amperio y medio por centímetro cuadrado de superficie niquelable; al final, la corriente descenderá a uno o dos voltios.

Se conocerá que la corriente es débil cuando las piezas queden mal niqueladas por depositarse el níquel en forma de polvo gris; será fuerte, por el contrario, cuando el objeto u objetos queden recubiertos de burbujas de gas y su superficie tome un color negrozco, sobre todo en los bordes. En uno u otro caso será preciso modificar la corriente, aumentándola o disminuyéndola; eso se hará de distintos modos, según el sistema de la pila que se utilice: si, por ejemplo, la pila es del tipo Radiguet o Bunsen, se regulará sumergiendo más o menos el ánodo y acidulando más o menos también el agua en que va sumergido el cátodo cinc; si la pila es de botella, o Grenet, la corriente se regulará mediante la mayor o menor inmersión del cinc en el líquido excitador de la pila.

La emisividad eléctrica de la materia

Las dos conferencias que dió, en Febrero último, en la Royal Institución de Londres el Dr. J. A. Harker, del Laboratorio Nacional de Física, versaron sobre un tema de excepcional interés que se halla todavía en el período de controversia: *la emisividad eléctrica de la materia*.

El descubrimiento de la existencia de diminutas partículas libres, mucho más pequeñas que los átomos, dió lugar a que prosperara entre los hombres de ciencia una tendencia a generalizar, tal vez exageradamente, la teoría de los electrones aplicándola a la explicación de nuevos fenómenos.

El estudio crítico del problema de la emisión eléctrica parece indicar que una gran parte de los fenómenos atribuidos a la emisión de electrones son explicables por reacciones o afinidades químicas. Tal es el caso para la fuerza motriz de contacto que se considera generalmente hoy como resultante de las distintas afinidades químicas de los dos metales en contacto para los gases que rodean a dichos metales o adhieren a ellos. La cuestión de la emisión, como se verá luego, afecta directamente a la eficacia de la iluminación por incandescencia.

Como introducción, el Dr. Harker expuso que el aire, que durante mucho tiempo se había considerado como un cuerpo aislante, se transforma en conductor en la proximidad de los cuerpos calientes, poseyendo además, en todas circunstancias, cierta conductibilidad. Los varios materiales difieren entre sí, en cuanto a la relación existente entre la temperatura y la conductibilidad eléctrica. Los metales, en general, son mejores conductores fríos que calientes; pero en ciertas aleaciones (el «manganin», por ejemplo) la reducción de la conductibilidad con la elevación de la temperatura es de poca importancia. En cambio, muchos conductores del segundo grupo (óxidos, compuestos) sólo empiezan a tener este carácter a la temperatura del rojo; pero las mezclas se muestran ya conductoras a una temperatura más baja que los elementos puros de los óxidos, propiedad esta que se utiliza en la lámpara de Nernst. La magnetita, muchos sulfuros y el carborundum son conductores a la temperatura ordinaria y su conductibilidad crece rápidamente con la elevación de la temperatura. El vidrio mismo empieza a dejarse atravesar por la electricidad a partir de una temperatura de 200 a 300° C., como lo demuestra el experimento de Warburg realizado con dos tubos de ensayo concéntricos, llenos en parte de mercurio; los dos baños de mercurio separados de este modo por la pared del tubo interior, cerraban un circuito eléctrico. Puede decirse, hablando en general, que todos los cuerpos sometidos a altas temperaturas son conductores y, en efecto, no se conocen materiales que proporcionen un aislamiento eficaz para las temperaturas elevadas. Por otro lado, se observó que una bola de hierro cargada de electricidad pierde su carga a la temperatura del rojo, si es carga positiva, y al rojo blanco tanto si es positiva como si es negativa.

El fenómeno de la emisión eléctrica fué estudiado en primer lugar por Elster y Geitel, encerrando una cinta del metal que se trataba de estudiar en una ampolla de vidrio encima de la cual habían colocado una placa metálica en comunicación con un electroscopio. Los resultados obtenidos en estos experimentos dependen en gran parte de la naturaleza del gas contenido en la ampolla y de su presión, de las dimensiones del aparato, del polvo e impurezas desprendidas del metal, etc. La electricidad proyectada, en este caso, se presenta del mismo modo que una descarga en forma de gavilla emanada de un punto, como lo demuestra el siguiente experimento debido a Aitken. Un ancho tubo de vidrio dispuesto horizontalmente fué llenado con aire húmedo y puesto en comunicación con una bomba; el tubo era atravesado en el sentido de su eje por un rayo de luz. Al proyectar en el tubo la corriente de aire, la humedad llevada por éste se condensaba, formando sobre las paredes gruesas gotas; pero si el aire, antes de penetrar en el tubo, había de pasar sobre una faja de platino caliente, entonces la condensación se presentaba bajo la apariencia de una niebla finísima, compuesta de multitud de diminutas gotas, siendo visible que a la formación de éstas concurría algún elemento desprendido del platino. Este método de averiguación de la existencia de una emisión eléctrica a una temperatura relativamente baja ha sido utilizado por Roberts en sus recientes estudios sobre la emisión por el platino.

Prosiguiendo el estudio de estos fenómenos, J. J. Thomson realizó un experimento consistente en calentar en el vacío una pieza de metal previamente envuelta en un cilindro de platino conectado con un electrómetro, habiendo el resultado de este experimento confirmado las observaciones consignadas antes sobre la influencia de la pureza de los hilos metálicos, de los residuos gaseosos, etc., Thomson encontró muy difícil el poder mantener un grado suficiente de vacío en los tubos, mientras se procedía a calentar los hilos, y observó que la corriente que circulaba entre el hilo formando eje y el cilindro no obedecía a la ley de Ohm. Sin embargo, en una serie de experimentos que practicó, en el Laboratorio Cavendish, O. W. Richardson, llegó a esta conclusión: que estas corrientes «termiónicas» dependen en el punto de saturación, únicamente de la temperatura, según la ley expresada en la siguiente fórmula:

$$I = a \sqrt{\theta} e^{-\frac{b}{\theta}}$$

en la cual θ es la temperatura absoluta, e es la base logarítmica, a y b son constantes. Esta fórmula, según el Dr. Harker, se adapta a los resultados obtenidos con numerosos metales.

Con los fenómenos anteriormente indicados se relaciona el «efecto de Edison». Cuando una placa de metal se halla interpuesta entre las dos extremidades del filamento de carbón de una lámpara de incandes-

cencia ordinaria, estando colocado un galvanómetro «en puente» entre la extremidad positiva de aquel filamento y la placa, se obtienen corrientes de hasta 0'003 amperios; en cambio, no se observa casi corriente alguna cuando la conexión está hecha con la extremidad negativa.

Se observa un desprendimiento de partículas del filamento de carbón caliente, pero estas partículas, como lo demostró J. J. Thomson, son insuficientes para explicar por sí solas las corrientes observadas, y de esta consideración dedujo aquel observador la conclusión, confirmada luego por otras investigaciones, que la corriente era realmente transportada por las diminutas partículas, o electrones, desprendidas de todos los cuerpos calientes, cualquiera que sea su naturaleza. La carga llevada por un electrón, en los experimentos aludidos, era de $4,10 \cdot 10^{-10}$ unidades electrostáticas. El Dr. Harker aclaró del modo siguiente el significado de esta expresión: Suponiendo que no dispusiéramos de ningún aparato indicador de corriente más perfeccionado que el antiguo voltímetro electrolítico, en el cual se realiza la descomposición del agua; si un aparato de esta índole hubiera sido puesto en funcionamiento en el año 1800 (fecha de la fundación de la Royal Institution) con el fin de medir la carga llevada por una corriente de electrones, hubiera sido preciso que de la fuente de energía eléctrica sometida al exámen, se desprendieran incesantemente 20,000 millones de electrones por segundo para obtener, en 1914, un cm^3 de hidrógeno.

El Dr. Harker pasó entonces a exponer los resultados de los experimentos que llevó a cabo en colaboración con el Dr. Kaye. En estos experimentos, la corriente se utilizaba únicamente como medio de calefacción y se observó que todos los metales calientes y el carbón emiten partículas positivas a una temperatura relativamente baja; esta emisión tiene lugar en los metales mientras se realiza el desprendimiento de impurezas y gases contenidos en ellos. Luego al elevarse la temperatura, se registra una emisión de partículas negativas, aumentando notablemente la intensidad de ésta cuando la temperatura se acerca al punto de fusión, y durante la fusión del metal. Sin embargo, en el caso del hierro, la emisión empezó a los 1.150°C y fué constantemente positiva; en los demás casos, se observó la inversión que se acaba de mencionar, sufriendo ésta las influencias de la naturaleza del material, del residuo gaseoso y de su presión y, sobre todo, de las impurezas contenidas en el metal.

El conferenciante expuso luego los notables estudios realizados en los laboratorios de la Compañía General de Electricidad, en Shenectady, por Whitney, Langmuir, Coddridge y otros investigadores al objeto de aumentar la eficacia de las lámparas de incandescencia con ayuda de metales refractarios. Según la fórmula de Richardson, las corrientes eléctricas deben, a las temperaturas que se observan en las lámparas de incandescencia, alcanzar valores considerables. Habiéndose notado que la intensidad de la emisión aumenta con el grado de perfección del vacío realizado en las bombillas, Langmuir intentó reducir dicha emisión a cero, reproduciendo los experimentos en un ambiente formado por un gas sin afinidades químicas, a la presión ordinaria. Y, en efecto, consiguió, en estas condiciones, calentar unos filamentos de tungsteno

hasta una temperatura superior de unos centenares de grados a las que se alcanzan en el vacío en las lámparas usuales, sin que se hallen por ello reducidos de un modo excesivo los límites de su duración. En el azoe puro y seco la emisión eléctrica—o evaporación eléctrica, como la llamó el Profesor O. W. Richardson,—es de poca importancia, mientras que la radiación lumínica, con temperaturas elevadas, aumenta considerablemente, a pesar del crecimiento simultáneo de las pérdidas de calor. En estas lámparas, el consumo de corriente fué reducida de $1 \frac{1}{4}$ vatio por bujía a medio vatio y éstas pudieron lucir durante 1.000 horas, como las demás; las acometidas se hacían con hilos de molibdeno. El Dr. Harker presentó al auditorio una lámpara de este sistema de 100 voltios, 2.000 bujías.

En vez de diez a veinte filamentos dispuestos en zig-zags, hay solamente en estas lámparas tres o cuatro delgados filamentos de tungsteno arrollados en espiral. El Dr. Harker demostró que una proporción importante de óxidos, nitruros, etc., podía ser expelida del tungsteno calentándolo a una temperatura próxima al punto de fusión de dicho metal. El experimento se practicó en una campana de cristal de grandes dimensiones llena de nitrógeno no muy seco; al calentarse, por medio de una fuerte corriente alterna la barra de tungsteno, la campana en el interior de la cual se hallaba colocada se llenó de un denso vapor.

Los perfeccionamientos realizados en Shenectady y en otros laboratorios tendían principalmente a impedir la desagregación de los filamentos haciendo ejercer sobre ellos la presión de un gas y suprimiendo así el efecto de Edison, o la emisión electrónica. La eliminación de este último fenómeno había podido realizarse, como se indicó ya, empleando filamentos de tungsteno en una atmósfera de nitrógeno a la presión ordinaria; en cambio, este resultado no había podido obtenerse con filamentos de carbón, a causa de su desagregación excesivamente rápida. En el curso de estos experimentos, para poder realizar un vacío muy completo sin riesgo de que las bombillas sean aplastadas por la presión atmosférica, se colocaban éstas en el interior de otro recipiente en el cual se hacía también el vacío.

Mediante estas investigaciones sistemáticas, se logró realizar muy notables mejoras en las lámparas de incandescencia, como resulta del examen del adjunto cuadro en el cual están indicados, en la columna A, los vatios consumidos por bujía; en la columna B, el número de horas de funcionamiento de las lámparas; y en la columna C el gasto por hora, expresado en fracciones de penique, de una serie de diez lámparas de 16 bujías.

	A	B	C
Antigua lámpara con filamento de carbón . . .	6.0	166	5
Lámpara moderna con filamento de carbón . . .	4.0	250	$3 \frac{1}{2}$
Lámpara con filamento de carbón metalizado . . .	2.5	400	2
Lámpara con filamento de tántalo . . .	2.0	500	$1 \frac{3}{4}$
Lámpara ordinaria con filamento de tungsteno . . .	1.0 á 1.25	800 á 1000	$\frac{4}{5}$ á 1
Lámpara de medio-vatio . . .	0.5 á 0.6	1600 á 2200	$\frac{1}{2}$ á $\frac{1}{3}$
Lámpara perfecta . . .	0.10	10,000	—

La eficacia luminica ha sido elevada de 5 por ciento a 15 ó 20 por ciento, resultado notable aun en nuestros días en que son tan rápidos los progresos de la electricidad. Las cifras indicadas como correspondientes a la lámpara «perfecta» son las que teóricamente corresponderían a una lámpara que transformaría en luz blanca toda la energía consumida.

Pasando a otro orden de aplicaciones de la emisividad eléctrica, el Dr. Harker mencionó la aplicación que hizo Fleming del efecto de Edison a los detectores para radiotelegrafía, logrando en estos aparatos mayor estabilidad en un ambiente cargado de electricidad atmosférica, de la que suelen presentar los detectores de cristal. Hizo mención también del notable tubo de Röntgen, descrito recientemente por W. D. Coolidge, del laboratorio de Shenectady. Este aparato consiste de un bulbo con dos prolongaciones tubulares en el sentido de un diámetro. El catodo dispuesto en el centro del bulbo consistía de una espiral de tungsteno de 33,4 m/m de largo (formada a su vez de hilo de 0,2 m/m arrollado en espirales muy apretadas) conectada a una batería de acumuladores por medio de conductores de molibdeno soldados y reunidos separadamente con conductores de cobre con puntas de platino. Enfrente de este catodo se hallaba un anticatodo, o anodo, consistente de una barra cilíndrica de tungsteno forjado, provista de conductores de molibdeno. La espiral mencionada en primer lugar iba envuelta en un cilindro de molibdeno destinado a efectuar la concentración de la energía emitida. Esta energía transportada por el haz de electrones desprendidos de la espiral caliente era tal que llegaba a perforar el anticatodo, aunque el punto de fusión del tungsteno puro es superior a 3.000° C. Esta bombilla, según pudo comprobarse, tenía, a la distancia de 33 metros aproximadamente, el mismo poder de penetración que una bombilla de Röntgen del tipo ordinario a la distancia de 1 metro y, por consiguiente, su manejo era peligroso, a no ser que se tomaran precauciones excepcionales; en cambio, sus ventajas eran muy positivas. Entre otras ofrecía la de ser insensible a los cambios de presión del gas; el foco de la emisión quedaba fijo en vez de oscilar de un punto a otro como ocurre con bombillas de otros tipos; los voltajes de arranque y de funcionamiento eran idénticos; la intensidad se regulaba con facilidad en funcionamiento continuo sostenido durante varias horas; no se calentaba el cristal ni se cubría de fluorescencia verde.

Volviendo al problema general, el Dr. Harker enseñó alguna de las curvas obtenidas en los experimentos que había realizado en colaboración con el Dr. Kaye por medio de un aparato consistente de dos bloques de carbón entre los cuales estaba colocada una varilla del mismo material rodeada por un cilindro igualmente de carbón aislado de las demás partes del aparato. Al elevarse la temperatura de la varilla de carbón por primera vez, se observa en la curva de emisión una desviación muy marcada, debida al desprendimiento de las impurezas contenidas en el carbón (silicio, hierro, etc.). Esta desviación, en efecto, no se repite al calentarse nuevamente el carbón. Se observó que la emisión por unidad de superficie, para una determinada temperatura del carbón, era menor con los tubos de mayor diámetro, hecho que puede tal vez atribuirse al menor número de partículas que

atravesan el espacio comprendido entre la varilla de carbón y la pared del cilindro. Pero aquellas partículas no eran meramente electrones, en el sentido de la fórmula de Richardson; es de suponer que a los electrones iban adheridas partículas de gas. Las impurezas desprendidas del carbón al principio de las operaciones, cuando se empleaba un material de clase ordinaria, formaban a veces como una telaraña de sílice y otros cuerpos que dificultaba la continuación de los experimentos y obligaba a proyectar a través de los aparatos una corriente de gas inerte. Para evitar los inconvenientes de los gases se realizaron importantes trabajos y las investigaciones cuidadosas de J. N. Pring y A. Parker han venido a fortalecer la creencia de que las corrientes termiónicas (o de ionización) son debidas a una acción mutua del carbón, o sus impurezas, y de los gases del ambiente, en cuya acción tiene su origen la emisión de electrones. Pring calentaba la varilla o placa de carbón en una bombilla de grandes dimensiones y colocaba un electrodo colector (cargado a un potencial de ± 220 voltios) a alguna distancia debajo de dicha varilla o placa. Aquel experimentador, en colaboración con Parker, demostró que la ionización del carbón, con una presión de gas muy baja, se hallaba reducida a un orden de magnitud muy inferior a la que correspondería a la fórmula de Richardson (algunos miles de veces más pequeña). Richardson procedió entonces a la comprobación de las constantes de su fórmula, las cuales habían sido deducidas de experimentos realizados con platino; pero no hubo acuerdo entre las observaciones de uno y otro de estos investigadores. Los nuevos experimentos de Pring indicaron micro-amperios cuando, ateniéndose a la fórmula de Richardson modificada, debían encontrarse amperios. En estos experimentos, Pring comprobó la influencia que podían tener diferentes gases y observó que las corrientes termiónicas variaban con la naturaleza del gas, aumentando su intensidad en el orden de clasificación de los siguientes elementos: helio, argón, nitrógeno, hidrógeno, óxido de carbono y bióxido de carbono, cuya clasificación corresponde al grado de actividad química entre dichos gases y el carbono, en orden de menor a mayor.

Estas conclusiones, prosiguió el Dr. Harker, están perfectamente de acuerdo con las a que llegaron ultimamente Greinacher, K. Fredenhagen y H. Küstner. Estos investigadores observaron que el efecto fotoeléctrico (efecto de Hallwachs) o emisión de electrones por las superficies metálicas perfectamente limpias, cuando se hallan expuestas a la luz, disminuía y llegaba a desaparecer en caso de eliminación completa de los gases. Podemos añadir que Küstner realizó sus observaciones con un ingenioso aparato en el cual la superficie de la placa de zinc emisora de electrones era rascada millares de veces durante el curso del experimento, por medio de una cuchilla de acero, siendo removido el gas desprendido, a medida de su formación, mediante una bomba molecular de Gaede. Según estos observadores, así como R. Pohl, P. Pringsheim y otros, las acciones químicas ejercen probablemente una influencia preponderante en el desarrollo de estos fenómenos termiónicos y foto-eléctricos y el Dr. Harker expuso la opinión de que, con numerosas sustancias, la temperatura no es el único factor decisivo, debiendo tenerse también en cuenta, al estudiar las

corrientes termiónicas, la acción química. El efecto de la carga del espejo es también importante, como lo hizo ver Langmuir, tratándose de altas corrientes.

Finalmente, el Dr. Harker aludió a las investigaciones muy recientes de Hale y de King del observatorio de Mount Wilson, que condujeron a estos observadores a formular la opinión de que la emisión de haces de partículas cargadas eléctricamente podría explicar la formación en el sol de potentes campos magnéticos de 5.000 unidades, desconocidos en la tierra, de cuya existencia parecen depender ciertos fenómenos relacionados con las manchas solares. La fotografía del espectro solar y el estudio del efecto de Zeeman indican, en efecto, que la luz procedente de las manchas del sol ha atravesado campos magnéticos de intensidad enorme. Si las manchas solares son producidas por columnas gaseosas formando torbellinos dotados de movimiento ascensional y extendiéndose lateralmente a medida que se van enfriando, puede admitirse como verosímil la emigración de las regiones más calientes a las regiones más frías de un número suficiente de iones para formar campos magnéticos de intensidad inmensa.

La importancia práctica de los fenómenos de emisión, terminó diciendo el Dr. Harker, es un legítimo aliciente para la continuación de las investigaciones que acerca de los mismos se van realizando.

ANTONIO FERRER.

Electrometalurgia

El gobierno eléctrico de los laminadores

Diversos sistemas de gobierno de los laminadores.—En el gobierno de los laminadores las soluciones que pueden adoptarse son cuatro:

- 1.º Gobierno por motor hidráulico;
- 2.º Gobierno por máquina de vapor separada, con calderas alimentadas con hulla o recibiendo los gases de los altos hornos;
- 3.º Gobierno por motor de gas;
- 4.º Gobierno por motor eléctrico, con energía tomada de una estación central de gas.

La energía hidráulica exige una situación particular de la fábrica y por lo tanto su empleo se limita a muy raras excepciones. Examinaremos a pesar de ello una instalación hecha en las acerías de Terni (Italia). En aquellos talleres se aplica la energía hidráulica para accionar directamente un tren Lauth para planchas y placas de blindaje, cuyos cilindros extremos tienen 960 milímetros de diámetro y 320, metros de longitud de mesa; el diámetro del cilindro intermediario es de 610 milímetros de diámetro. El motor es una turbina de 1.000 caballos, realizando 240 revoluciones por minuto. Los tableros elevadores, dispuestos a cada lado de la jaula, hallanse provistos de rodillos, accionados por una turbina especial de 100 caballos.

En 1911 se instaló en Terni un *dou* reversible para blindajes, capaz de laminar lingotes de 100 toneladas. Los cilindros, de acero, tienen 1'25 metros de diámetro, 4'500 metros de longitud de mesa y 1'250 metros de separación máxima. El sistema de puesta en marcha

de este tren lo forma un motor hidráulico y permite disponer, en determinadas circunstancias, de una fuerza elevada con un gasto de energía relativamente moderada. Para obtener una rapidez del sentido de marcha tan grande como en el caso de gobierno por máquina de vapor, tóvose que abandonar la idea de un dispositivo hidro-mecánico por acoplamiento directo del laminador a una turbina, y ello obligó a aplicar la energía eléctrica como elemento intermediario. La característica de la turbina motriz debía ser la de realizar diferencias de velocidad suficientemente fuertes con débiles variaciones de una cierta parte de la energía almacenada en el volante. Constituyen esta turbina dos ruedas Pelton de 1 metro de diámetro, y su velocidad oscila entre 350 y 400 revoluciones por minuto. Su fuerza máxima es de 3.500 caballos; pero puede también desarrollar, casi con el mismo rendimiento, 2.500 y 1.500. El consumo de agua correspondiente para cada una de ellas se eleva a 2.000, 1.350 y 800 litros.

La máquina de vapor es mucho más frecuente. Casi todas las calderas se caldean con los gases procedentes de los altos hornos.

Una máquina de vapor, trabajando en las mejores condiciones, exige de 5 a 6.000 calorías por caballo. Es pues, desde este punto de vista, menos económica que un motor de gas, que exige tan sólo 2.200 calorías aproximadamente para suministrar la misma fuerza. Pero multitud de otras razones existen en favor de la desaparición de la máquina de vapor como motor de laminadores. Indicaremos entre ellas su volumen, la inercia considerable cuyos efectos se dejan sentir especialmente en los trenes provistos de cambio de marcha y las pérdidas de vapor en las tuberías, por condensación o escapes, lo mismo en marcha que en descanso.

Los motores a gas tienen algunas ventajas sobre las máquinas de vapor. El gobierno de cada tren separadamente por un motor de gas parecía dar, *a priori*, el máximo de rendimiento. No obstante esta solución, muy poco utilizada en la actualidad, sólo puede convenir para el laminaje de poco grueso, pues estos motores soportan mal los efectos del funcionamiento de los laminadores y las grandes variaciones de velocidad. Se hallan sujetos, de otra parte, a frecuentes desarreglos y exigen elementos de reserva a vapor o eléctricos para los casos de limpieza o reparación. Su flexibilidad es menor que la de la máquina de vapor. De este modo, para efectuar un trabajo de 1.000 caballos en tiempo normal y de 2.000 accidentalmente, una máquina de vapor de 1.200 caballos será más que suficiente y tendrá aún un rendimiento excelente para el esfuerzo máximo. Si se adopta un motor a gas, deberá tomarse de 1.500 caballos como mínimo, y el rendimiento, a media carga, de 1.000 caballos no pasará de regular. Esto obliga a instalar un motor potente, y de ello resulta un aumento importante en los gastos de instalación y un consumo de combustible muy elevado en régimen medio.

Examinemos ahora el gobierno por motores eléctricos.

Ventajas que ofrece el gobierno eléctrico.—Los inconvenientes que los motores a gas ofrecen desaparecen con las centrales de motores a gas obrando sobre una red eléctrica común, pues los esfuerzos momentáneos exigidos por un tren se hallan repartidos por todo

el grupo. La fuerza total necesaria es inferior a la suma de las fuerzas parciales que exigiría el gobierno de cada tren por un motor a gas separado. Realizase, pues, una economía notable en el precio de instalación. Por otra parte, trabajase con un rendimiento excelente y los motores ya no funcionan con cargas que varían del simple al doble, pues son las necesidades totales de la instalación las que regulan la puesta en marcha de las diversas unidades de la estación central. El consumo de gas es menor que en las soluciones precedentemente mencionadas, a pesar de la pérdida del 15 por 100 aproximadamente absorbida por la transmisión eléctrica. Además, reduce a su más simple expresión la importancia de las tuberías de gas, evitándose la multiplicidad de los accesorios, facilitando grandemente la vigilancia y entretenimiento. El paro del motor, para el examen de sus órganos o por una reparación, no trae consigo el paro del tren. Esta consideración tiene una importancia considerable desde el punto de vista económico.

La flexibilidad y elasticidad constituyen dos cualidades muy apreciables del motor eléctrico. El gobierno directo es siempre posible e independiente del número de vueltas del tren. La pérdida de energía y los gastos de entretenimiento, de este modo recuperados, contribuyen a disminuir el coste del caballo-hora efectivo.

Finalmente, sólo un caldeo exagerado puede destruir los arrollamientos de un motor eléctrico; dispónese, pues, de una fuerza instantánea casi ilimitada. El peligro de calentamiento, por consecuencia de una carga muy fuerte, no existe. Evítase, por último, la destrucción posible de los arrollamientos, por medio de una disyunción automática al máximo por desenganche retardado y regulable.

Otra de las ventajas que ofrece el motor eléctrico comparado con el motor a gas o máquina de vapor, es su volumen. Los subsuelos importantes destinados para el examen de las válvulas y condensadores dejan de ser necesarios. Los anchos canales destinados a contener los tubos de alimentación o descarga de vapor o gas son suprimidos también. Estas tuberías de vapor tienen un mal rendimiento cuando exceden de cierta longitud y conducen a desparramar las calderas cerca de diversos laminadores y, por consiguiente, a disminuir el espacio disponible. Los cables eléctricos, por el contrario, no producen ningún estorbo; se les

puede enterrar directamente en el suelo. El empleo del motor eléctrico realiza, pues, la tendencia de todas las fábricas metalúrgicas modernas, es decir, el despeje lo más completo posible de los alrededores del tren. Acelérase de este modo la llegada de los lingotes, reduce el trayecto de los productos labrados hacia los hornos de recaldo y el retorno a los laminadores. La rapidez de estas maniobras disminuye el enfriamiento y, con él, el gasto de energía.

Determinación del gasto de energía de los laminadores y de la fuerza de los motores eléctricos.—La primera cuestión que se plantea en el establecimiento del

gobierno eléctrico de un tren es evidentemente la fuerza del motor. Esta fuerza es fácil de calcular cuando el programa de laminaje es perfectamente fijado en todos sus detalles. Puppe ofrece numerosos ejemplos de uno de estos cálculos y describe los instrumentos de medición apropiados a este objeto en su obra sobre la «*Dépense d'énergie des laminoirs*». La temperatura del metal, el trazado de las acanaladuras, el peso de los lingotes y la producción son otros tantos factores que intervienen en la determinación de la fuerza. El consumo de ella aumenta con la rapidez en la elaboración de los lingotes y perfilados, cuando la temperatura des-

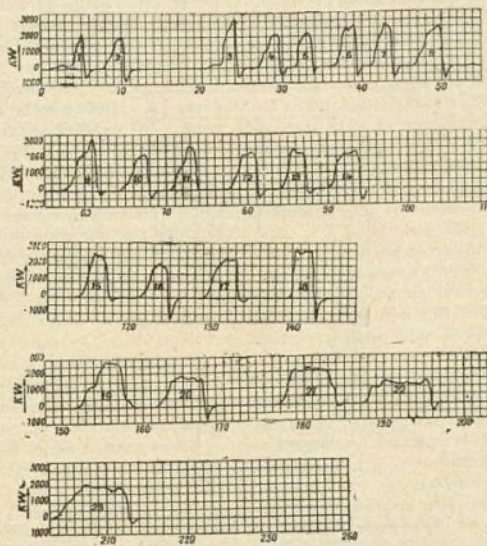


Fig. 1.—Diagramas del consumo de energía del motor del tren en kw. durante el laminaje completo de un lingote de 2675 kg. Prolongamiento: 97. Temperatura inicial: 1190°. Temperatura final: 1110°. De arriba abajo: pasos del 1 al 5.

ciende, pues el calor específico decrece por saltos por debajo de los 1.000°. Esta disminución calorífica, cuyo efecto es el de aumentar la cohesión de las moléculas, depende principalmente de la dimensión y forma de las barras laminadas. Acanaladuras mal elegidas ocasionan una intensidad de corriente anormal, superior algunas veces al límite admisible. Hay que poder, a la sazón, separar el motor de la red; y la disyunción automática hace este papel. Los cilindros encajados, en los que coexisten las presiones directa e indirecta, exigen más trabajo que las acanaladuras ordinarias, a temperatura igual y para el mismo volumen trabajado. Si la relación $\frac{\text{superficie}}{\text{sección}}$ es grande, el enfriamiento se hace muy rápidamente y el motor debe tener una fuerza relativamente elevada. En cuanto a la influencia de la producción sobre el consumo de energía por tonelada de producto fabricado, es suficientemente conocida.

La función característica del consumo de corriente está aliada a multitud de elementos para que se pueda, con el pequeño número de experimentos realizados,

determinarla de un modo matemático. En 1908 se emprendieron ensayos metódicos de consumo de energía, en el tren *blooming* reversible de gobierno eléctrico de las «Rheinische Stahlwerke». El grupo Ilgner-Léonard, que acciona este tren, funcionaba, en aquella época, desde hacía tres meses. El peso de los lingotes variaba de 2,5 a 3,3 toneladas, y la producción diaria alcanzaba por término medio la cifra de 1.500 toneladas. La corriente suministrada por la central tenía una tensión de 525 voltios aproximadamente. Registráronse variaciones considerables de energía. El arranque y arrastre de un lingote exigieron, en los primeros pases, 5500 kv. ó 7.500 caballos. Poco después, al frenar el tren, la cantidad de energía absorbida por el volante, se elevaba a 2.000 kv. ó 2.200 caballos. En el intervalo de algunos segundos había, pues, una diferencia de 10.000 caballos en números redondos. En los pases siguientes las variaciones eran menos bruscas. Por tonelada de metal dulce, consumíase 17 kv. por hora, para una prolongación igual a 9. La energía suministrada por la central al tren reversible variaba, con el metal duro, de 1.150 a 1.300 kv., cuando el prolongamiento pasaba de 8 a 20. Con el acero dulce, 950 a 1.220 kv., para una variación de prolongamiento de 5 a 20. Consumíase 1,1 a 1,3 kv.-hora por caballo-hora útil, transmitido al acoplamiento entre el motor y el tren.

El reversible de la Georgsmarienhütte está provisto igualmente de un grupo Ilgner y opera sobre lingotes de 2.500 kgs. El par de arranque de los dos motores gemelos, montados y funcionando en serie tienen un momento de 85.000 kgs. Cada motor posee una tensión máxima de 750 voltios, y la velocidad correspondiente a esta tensión es de 60 revoluciones por minuto. La fuerza total evaluase en 7.000 caballos. El trabajo de laminaje, medido sobre el motor del tren, se ha relacionado, para facilitar la comparación, a lingotes de 2.200 kgs. Varía naturalmente con la naturaleza del metal y las temperaturas extremas. Su relación con el prolongamiento da curvas de proyección parabólica. El consumo en kilovatios del motor del laminador para un lingote ($C = 0,250 Mn = 0,731 Si = 0,015$) de 2.765 kilogramos, cuyo prolongamiento llegó a alcanzar 9,7 veces la longitud inicial, es representado en la figura 1. En el cuadro I se dan las cantidades de energía puestas en acción en el laminaje de diversos *blooms* de 2.200 kilogramos de peso:

CUADRO I

Cantidades de energía desarrolladas en el laminaje de diversos *blooms*

• Bloom • N.º	COMPOSICIÓN QUÍMICA	Temperaturas extremas	Variaciones de prolongamiento	Trabajo correspondiente en toneladas-metros
1	C=0'250 Mn.=0'731 Si=0'015	1140-1070	1-9'7	0-11.500
2	La misma	1170-1120	1-9'7	0-10.000
3	C=0'130 Mn.=0'454 Si=0'0056	1183-1091	1-21'8	0-12.300
4	Acero Martin duro	•	1-15	0-10.200

En marcha normal, el consumo es de 770 kv. por término medio para un prolongamiento de 9,5 veces la longitud primitiva.

En las acerías Edgar Thomson, el laminador des-

tinado a la transformación de los carriles usados de 45 kg. en carriles de 8 kg., compónese de dos trenes, cada uno de ellos movido por un motor de 1.500 caballos, de 30 polos, con arrollamiento compound al 15 por 100. La tensión de alimentación es de 220 voltios y la velocidad de los motores puede variar entre 100 y 125 revoluciones por minuto. A su salida del horno de recaldeo, los carriles son conducidos al tren por medio de rodillos de arrastre accionados por un motor eléctrico. El laminaje de una pieza dura aproximadamente dos minutos, y la producción máxima es de 4.800 carriles de metros por jornada de 12 horas. La elaboración de 15 carriles de 45 kilogramos efectuada durante un periodo de 5 minutos exigió un consumo de energía de 90.000 vatios-hora. La intensidad media de la corriente que se necesitó fué de 4.700 amperios, con máximas y mínimas observadas de 5.000 y 3.250 amperios respectivamente. Los roces dieron una carga de 1.800 amperios con 230 voltios; pero según el modo como los cilindros están apretados esta carga varía entre 1.200 y 2.000 amperios. Llegase algunas veces a 6.000 amperios, en carga máxima, bajo 230 voltios. Esta fuerza fué fácilmente soportada por los motores, incluso cuando éstos funcionaban con un campo shunt débil, o marchaban a la velocidad normal de 130 revoluciones por minuto, con $\frac{1}{3}$ de la carga. Las fluctuaciones de esta última son reducidas aproximadamente de una mitad por el volante. El trabajo de los frotamientos solos absorbía 500 caballos de la fuerza desarrollada por el motor. Durante el laminaje, poníase en juego 950 a 1.450 caballos, con máximas circunstanciales de 1.700 caballos. Estos débiles valores son debidos a la acción de los volantes, que restituyen la energía almacenada en ellos cuando la velocidad salta de 125 a 90 revoluciones por minuto.

En los mismos trenes laminase igualmente cuadrilongos en carriles de 8 kgs. En tal caso se tiene necesidad de una fuerza menor, porque seis pases bastan para la formación del perfil. Jamás se llegaron a sobrepasar los 4.300 amperios con piezas de 57×57 milímetros. Esto da un término medio de 4.700 vatios-hora, comprendidas las pérdidas por frotamiento para cada *bloom* laminado, es decir por 3 carriles de 9 metros. Con *blooms* de 45 kgs., el consumo de energía es de 5.600 vatios-hora.

El manantial de corriente influye sobre el cálculo de la fuerza de un motor de laminador y del peso del volante. El móvil es la reducción al mínimum del consumo de corriente. Si la fábrica se produce la fuerza motriz, el precio de coste más débil posible consiste en la regularidad del consumo. Cuando se dispone, de una parte, de un solo tren accionado por motor eléctrico, y se tiene, de otra parte, un cierto número de motores de carga casi siempre constante, disminúyese las fluctuaciones de la corriente por el empleo de un volante muy potente. En el caso que se disponga de varios laminadores trabajando simultáneamente, la supresión de volantes puede ser algunas veces ventajoso, ya que la carga total de todos los motores es casi constante.

Si la fuerza es suministrada por red, y únicamente según el total de unidades consumidas, débese buscar el modo de restringir el consumo y los roces por la supresión de los volantes, e incluso—si necesario es—reforzar los motores. Cuando, por el contrario, la fá-

brica debe sujetarse a la fuerza máxima, hay que montar fuertes volantes y reguladores de deslizamiento.

Funcionamiento de los trenes eléctricos.—Las condiciones de funcionamiento de los trenes eléctricos no conducen a un trabajo racional. En efecto, la marcha a plena velocidad tiene efecto bajo carga débil, es decir, en los primeros pasos; el amortiguamiento de la marcha se produce cuando la carga aumenta o, lo que es lo mismo, a medida que avanza el prolongamiento de la barra. Al principio, la barra, corta y gruesa, es asida difícilmente por los cilindros, girando el tren con rapidez. Sufre en seguida un esfuerzo de proyección que debe ser absorbido por los laminadores. Su velocidad decrece en los últimos pasos, en que la barra se prolonga cada vez más, en vez de aumentar. Este inconveniente es especialmente sensible en los trenes triples de gran tamaño, y ello ha conducido a accionarlos por motores sin volante, como los trenes reversibles. La velocidad de rotación es primero lenta, a fin de facilitar el agarre de la barra por los cilindros, y llega al máximo en los últimos pasos.

La elección de un motor destinado a accionar un laminador dado, se halla, pues, sometida a múltiples influencias. Aparte de las exigencias que dejamos detalladas, este motor debe llenar las tres condiciones siguientes:

- 1.ª Poseer una gran elasticidad;
- 2.ª Permitir una regulación de la velocidad de régimen en límites amplios.
- 3.ª Realizar un progreso automático de la velocidad cuando la carga aumenta.

El servicio de un tren reversible lleva consigo el máximo de imposiciones: alternativa a gran velocidad, en uno o en otro sentido, aceleración y amortiguamiento rápido, arrastre y paro de la masa considerable de peso muerto, empleo de motores de varios centenares de caballos de fuerza con dispositivos de puesta en marcha especiales; obligación de ser dueños rigurosamente de la velocidad; necesidad de contar con un sistema de compensación de las diferencias de carga, para poder reunir este servicio a una estación central.

La magnitud de las variaciones de carga difiere mucho con la naturaleza de los productos laminados. Los pequeños trenes tienen una carga casi constante, mientras que los más potentes, para el laminaje de planchas, las tienen muy grandes. El empleo de un volante reduce los esfuerzos que debe soportar un motor. Este volante debe ser cargado en los momentos de trabajo importante. La disposición adoptada, el método de arrollamiento y el grado de saturación magnética, producen este resultado a un grado más o menos elevado. El cálculo de los arrollamientos puede ser conducido, de otra parte, de modo a hacer variar la velocidad en sentido inverso del de la carga. El volante atenuará entonces, en gran parte, las fuertes sobrecargas y la carga del motor diferirá poco de su valor medio.

Puédese también suprimir los puntos muy elevados de diagramas de carga por medio de amortiguadores especiales. Citaremos simplemente, a título de ejemplo, el aparato Westinghouse-Brun (fig. 2) aplicable en continuo. Compónese esencialmente de una excitatriz auxiliar, montada en el extremo del árbol del motor del tren. Si se trata de grandes laminadores a débil velocidad, el gobierno se hace con preferencia por un pequeño motor independiente. Esta excitatriz, cuya fuerza jamás excede de un 1 por 100 de la del motor del laminador, obra sobre un arrollamiento inductor especial de este motor, que posee, de otra parte, un arrollamiento ordinario. Esta excitatriz es excitada a su vez por una fracción de la corriente de carga del motor de ataque y se halla provista de dos sistemas de inductores iguales; pero obrando en sentido inverso sobre un mismo inducido, de modo que se neutralizan mutuamente. No obstante, en razón a la diferencia de forma de las masas polares, la saturación de uno de los sistemas inductores es realizada por una corriente inferior a la del segundo. Cuando el tren funciona de vacío o a débil carga, el motor de gobierno se porta como un motor *shunt*, es decir, sin variación sensible en la velocidad. Con el aumento de carga, crece el campo de la excitatriz; pero la corriente suministrada por esta última es nula, merced a la oposición de los dos sistemas inductores, hasta que el primer sistema sea saturado por una carga suficiente. En este momento, el campo del motor del tren es reforzado por la corriente debida al efecto preponderante del segundo inductor. La velocidad es de este modo amortiguada de un modo considerable. Se realiza, en suma, por

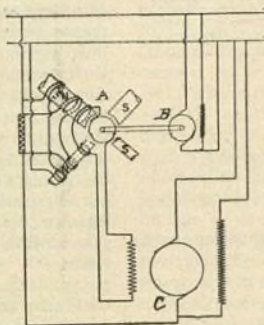


Fig. 2.—Esquema del motor con amortiguador de sobrecargas para laminador.

A, excitatriz; B, motor de la excitatriz; C, motor del laminador.

este procedimiento, un motor *shunt* para las cargas débiles y un motor *compound* para las cargas fuertes. La excitatriz, cuya regulación tiene efecto por arrollamiento *shunt*, es *compoundada* por su propia corriente, con el objeto de reforzar el efecto de la diferencia de saturación.

Los dispositivos de deslizamiento varían con el género del motor. En continuo, pudiéndose adoptar un arrollamiento *compound* ordinario de polos. Para tener un dispositivo de deslizamiento intermitente, se establece un sistema de relés, que cortocircuitan sucesivamente resistencias en serie con el arrollamiento en derivación. La intensidad del campo aumenta y la velocidad disminuye, cuando el valor asignado a la fuerza ha sido alcanzado. En los motores de corriente trifásica, la introducción por medio de relés en el arrollamiento del motor, de una resistencia variable, y el intercalado de una resistencia en el circuito del rotor, resuelven el problema en los dos casos.

Consideremos primero los dispositivos de deslizamiento continuo. Pudiéndose admitir que la energía restituida por el volante es proporcional al salto de velocidad y, por consiguiente, a la carga del motor, suponiendo que la velocidad de éste varíe proporcionalmente a la carga. La entrada del lingote entre los cilindros amortigua el motor y provoca una cesión de la energía

del volante. Después del pase, un fenómeno inverso se produce: la carga baja, el motor recobra su velocidad y el volante absorbe el trabajo. La fuerza exigida al motor es representada por una curva logarítmica, en la que la amplitud de las variaciones está relacionada al peso del volante, a la duración de los pasos y al intervalo de dos pasos consecutivos. En el cuadro II se encuentran algunos resultados referentes a las variaciones de la fuerza de un motor, para diferentes valores de los factores precitados:

CUADRO II

Ejemplo de la variación de fuerza de un motor durante el laminaje de una barra o lingote

	Fuerza media H.P.	Variación de la fuerza %		
		Peso de los volantes en toneladas		
		50	25	12 1/2
1.° Paso de 5 segundos Intervalos 5 segundos	350	14'2	28'2	54'5
2.° Paso de 5 segundos Intervalos 2 1/2 segundos	433	7'7	15'3	30'0
3.° Paso de 2 1/2 segundos Intervalos 5 segundos	267	12'6	15'0	48'5
4.° Paso de 15 segundos Intervalos 15 segundos	350	41'8	76'0	120'0

La ventaja del volante se ve pues marcadamente en los trenes en que los pasos son cortos y los intervalos largos. Cuando la longitud del lingote es muy grande el salto total de velocidad es alcanzado antes de la salida de los cilindros. El papel del volante a la sazón es nulo y la energía necesaria es suministrada por el motor solo.

Los dispositivos de deslizamiento intermitente pueden estar formados por resistencias intercaladas mecánicamente en el circuito derivado para el motor de corriente continua, o del rotor, para la corriente trifásica. La puesta en derivación de pequeños motores, sobre el circuito principal, realiza esta intercalación. Pero estos procedimientos no han encontrado hasta el día muchas aplicaciones, porque no permiten una acción suficientemente rápida, en comparación con las variaciones de fuerza exigida al motor. En la mayor parte de los trenes, esta fuerza varía de un modo instantáneo, mientras que para hacer obrar los dispositivos indicados, se necesitan con frecuencia uno o dos segundos.

Empleo de corriente continua y corriente alterna.—Puedese atacar los laminadores de marcha continua del mismo modo que las máquinas de extracción. En muchas circunstancias se ha empleado los motores trifásicos asincrónicos. La regulación de la velocidad de los cilindros laminadores por resistencias introducidas en el rotor ha conducido a una construcción muy voluminosa, si se ha de hacer soportar indefinidamente a estas resistencias las corrientes intensas, determinadas por la regulación de la velocidad. El rendimiento es mediocre y las fuertes oscilaciones de la carga repercuten en la central. Estos defectos se ven compensados, en parte, por la solidez y simplicidad de la instalación. Una central potente, produciendo energía eléctrica

barata, alimentada, por ejemplo, por los gases de los altos hornos, puede justificar solamente y hasta cierto punto, esta solución.

La corriente continua tiene, sobre la alterna, la gran ventaja de prestarse fácilmente a las variaciones de velocidad. Hasta hoy se le ha venido dando la preferencia, y los motores *compound* alimentados con ella, han satisfecho muy bien las exigencias del gobierno de un tren. Realízase una regulación suficiente de la velocidad de régimen y se obtiene fácilmente un deslizamiento de 15 por 100 entre la marcha en vacío del tren y la plena carga del motor. El amortiguamiento de las oscilaciones de carga en la central puede hacerse entonces últimamente, por medio de una batería de acumuladores, batería *tampón*. Cuando las potencias absorbidas por el tren se hacen muy elevadas y engendran variaciones de carga considerables, 200 a 1.500 kv., por ejemplo, se busca frecuentemente el auxilio de dispositivos especiales, con el fin de aumentar el deslizamiento del motor, haciendo con ello más eficaz la intervención del volante. Los igualadores de fuerza y la introducción de resistencias en el circuito son frecuentemente adoptadas con este objeto. Púedese también hacer uso, para estos casos extremos, del sistema Ilgner, tan frecuentemente aplicado en los laminadores reversibles. La adaptación del grupo Ilgner a las enormes fuerzas exigidas por estos trenes, en los que el par de arranque se eleva frecuentemente a 100.000 kilogramos, ha conducido a doblar el número de las generatrices de corriente continua y a utilizar dos volantes.

Acóplense igualmente dos motores directamente sobre el árbol del tren, conectando empero en series sus inducidos y los de las dos generatrices. El arrollamiento *compound* utilizado reduce el voltaje de las generatrices y refuerza el acoplamiento. De este modo se asegura al tren una gran elasticidad, y se puede con ello maniobrar con bastante brusquedad la palanca de gobierno, sin provocar, a cada momento, la apertura del interruptor automático.

La variación o inversión de la corriente de excitación, en el sistema Ilgner-Léonard, permite dar a la dinamo de puesta en marcha todas las tensiones, desde cero hasta el máximo pasando por tantos grados como se quiera. Se tiene, pues, la facultad de regular la velocidad de rotación del motor de ataque por la intensidad de la corriente de excitación de la dinamo de puesta en marcha, porque la velocidad de un motor de excitación constante varía con la tensión de la corriente en los bornes del inducido, y es prácticamente independiente de la intensidad de esta corriente. La velocidad de laminaje está, por consiguiente, determinada únicamente por la posición de la palanca del reostato de excitación inversor. Si se maniobra esta palanca hasta la mitad de su recorrido, obtiéndose la mitad de la velocidad; si se le maniobra totalmente se realiza toda la velocidad de laminaje. En la posición de paro, frénase inmediatamente el tren porque el motor de gobierno envía corriente a la dinamo de puesta en marcha, cuyo voltaje ha descendido ya. Con el fin de regular rápidamente la velocidad, la Sociedad Siemens Schuckert ha patentado un dispositivo especial, que obra de tal modo que la corriente de excitación de la dinamo de puesta en marcha y, por consiguiente, su voltaje, tomen instantáneamente el valor correspondiente

a la posición de la palanca del reostato. Las pérdidas de energía en las resistencias de regulación son nulas o despreciables. Si se hace abstracción de las diferencias débiles en el rendimiento del motor y de la dinamo de puesta en marcha a los diferentes voltajes, todas las velocidades son igualmente económicas. La energía absorbida por la aceleración de las masas al principio de una fase, es restituida, al fin de cada fase bajo forma de corriente devuelta a la dinamo mientras no sea utilizada por el trabajo de laminaje. Púedese pues admitir, sin inconveniente económico, el máximo de fuerza de aceleración, susceptible de ser suministrado por las máquinas eléctricas.

Otra de las ventajas del sistema Léonard reside en la facilidad de manejo del aparato de maniobra, que no conduce más que la corriente relativamente débil de la excitación de la dinamo de puesta en marcha, o sea aproximadamente 1 a 1'5 por 100 de la fuerza total del motor del laminador.

He aquí las características del equipo sistema Ilgner de un tren reversible de la «Rombacher Hüttenwerk», de Rombach:

Cilindros: 800 milímetros diámetro; el grupo de los dos motores desarrolla normalmente 5.000 caballos, pero puede suministrar 15.000. Estos motores se hallan acoplados directamente y su velocidad varía de 0 a 160 revoluciones. Reciben corriente continua a 110 voltios, y son alimentados por un grupo *tampon*, compuesto de un motor trifásico sincrónico, de 2.800 caballos en dos generatrices compensadas. La velocidad del grupo es de 300 revoluciones; la corriente trifásica, tiene una tensión de 5.550 voltios y 50 periodos. El volante pesa 100 toneladas.

Perfeccionamientos aportados al empleo de los motores trifásicos.—El empleo de los motores trifásicos, cuyo papel se hallaba hasta el presente restringido al ataque de los laminadores, se desarrollará probablemente con los progresos alcanzados en la regulación económica de su marcha. En las fábricas de Deutscher-Kaiser, de Brückhausen (Westfalia) se han instalado dos grupos, formados cada uno de ellos por un motor asincrónico en cascada con un motor de colector. Dispuesto como secundario, este último posee una fuerza débil, comparativamente a la fuerza de la máquina principal. Púedese elegir un voltaje mucho menos elevado que el de la red y darle una velocidad superior a la del receptor. La debilidad de su frecuencia, que es la de deslizamiento del motor por regular, permite una conmutación más fácil. No obstante, para realizar condiciones económicas ventajosas débese adoptar, para la máquina de colector, una marcha fuertemente hipersincrónica. Dispositivos particulares que consisten especialmente con el empleo de polos auxiliares, hacen la conmutación aceptable, a pesar de este género de marcha y las oscilaciones de la periodicidad. El factor de fuerza del motor asincrónico es llevado hasta la unidad por el motor de colector, porque las generatrices de la fábrica se hallan dispensadas de suministrar las corrientes magnetizantes desviadas. La mejor utilización del cobre permite tener un motor principal más pequeño. Se tiene incluso la posibilidad de calcular el motor de colector para la excitación de otros varios motores, mejorando de este modo el cos φ del conjunto. La puesta en marcha del grupo se efectúa

lanzando, por medio del reostato, el motor principal. Sustráese a las fuertes corrientes de puesta en marcha el motor secundario, arrastrado de vacío. La conmutación del rotor principal sobre el motor secundario tiene efecto solamente cuando el sincronismo se ha obtenido con poca diferencia. Óbrase entonces sobre el aparato de regulación.

Cuando más diluidas son las fluctuaciones de velocidad, menos económico es el empleo de este sistema. La disposición del motor asincrónico en cascada con un grupo de corriente alterna es preferible en ciertos casos. Se tendrá naturalmente, *a priori*, un rendimiento inferior, porque se añade una máquina suplementaria. No obstante, púedense reducir los gastos de instalación, limitándose la aplicación a un motor principal de una fuerza y una velocidad cualesquiera, para saltos de velocidad relativamente elevados. Desde el punto de vista económico, la independencia del motor principal y del grupo auxiliar es completa. Este último cambia la frecuencia.

La combinación del motor asincrónico y de una máquina de colector tiene un interés de primer orden en el gobierno de los *grupos-tampon*. La máquina asincrónica trabaja siempre como motor porque su fuerza es mantenida constante de un modo constante. En periodo de aceleración, almacena energía en el volante; durante el amortiguamiento recupérase la fuerza viva sobre la red de utilización. Sométese, pues, la fuerza total, a una doble transformación. Saltos de 30 por 100 no es imposible alcanzarlos.

En el estudio de la acción del motor y del tren, débese buscar evitar, tanto como sea posible, todas las pérdidas inútiles, por coginetes de volantes o acoplamientos defectuosos y por correa, especialmente en los trenes de marcha lenta. Según las circunstancias, el ataque se hace, sea directamente por un motor de gran potencia que gire lentamente a débil rendimiento, sea por correa, por un motor más pequeño, más rápido y de más alto rendimiento. En Alemania, se ha conservado frecuentemente los cables, hasta para fuerzas de 1200 caballos. Tal vez en ello no se ha dado la debida importancia a los gastos de entretenimiento, que hay que añadir al coste importante de las instalaciones.

El acoplamiento elástico se halla muy extendido en Francia. Sus cualidades no son, por otra parte, despreciables. Por consecuencia de la presencia de un volante y multitud de pernos, el par de puesta en marcha sufre un aumento notable; la transmisión eléctrica permite dar al motor una impulsión primera, que arrastra el conjunto. Los choques producidos por la entrada de los lingotes entre los cilindros son amortiguados. Esta ventaja se aprecia especialmente en las bajas temperaturas. Finalmente, en caso de rotura de un cilindro, la inclinación de las dos superficies de la rotura obra a modo de una tuerca sobre su tornillo. Los desplazamientos axiales, muy importantes, no son transmitidos al motor. Cuando varios trenes, por ejemplo un desvastador y un refinador, son accionados por el mismo motor, se ataca el refinador directamente y se arrastra el desvastador, que gira con menos velocidad ya sea por correa ya por polea de garganta y cables sin fin de cáñamo.

Los servicios auxiliares de los laminadores han sido gobernados por motores eléctricos anteriormente a los trenes mismos. No hablaremos pues de ello, pero ha-

remos notar simplemente que estos motores sufren también sobrecargas continuas y reversiones de marcha muy rápidas. Los rodillos de arrastre, en particular, especialmente en el caso de los trenes reversibles, deben tener una puesta en marcha hecha en un tiempo muy corto, y las masas por arrastrar son importantes. El

par de puesta en marcha es mucho más elevado que el par de régimen. El paso debe ser también muy brusco. El empleo del frenaje reostático es el más indicado. Se desconecta el motor de la línea y se le corta-circuito por resistencias que absorben la corriente producida.

(De *La Technique Moderne*).

PABLO DEMOLE.

MOTOR DIESEL, marino, de cuatro cilindros a dos tiempos, de 440 caballos

(VÉASE EL MODELO DESMONTABLE)

Hemos expuesto ya el principio del motor Diesel y estudiado el ciclo de cuatro tiempos (1) como conocimiento previo necesario para comprender la organiza-

ción y funcionamiento del motor fijo de cuatro tiempos que fué objeto de nuestro anterior modelo desmontable. De modo semejante, para comprender la organiza-

ción y funcionamiento del motor marino de *dos tiempos* que es objeto del modelo desmontable presente, antes de entrar en su particular descripción, estudiaremos el *ciclo de dos tiempos* de los motores de aceite pesado a presión constante, completando así el conocimiento de las dos formas típicas del funcionamiento de estos motores.

CONSTITUCIÓN ESQUEMÁTICA DE UN MOTOR DIESEL DE DOS TIEMPOS. — Al simple primer examen de la figura 1, notaremos la reproducción de muchos, sino la mayor parte, de los órganos que entran en la composición del motor de cuatro tiempos; sin mencionar los primordiales como el cilindro, el émbolo, el árbol motor de manivelas y la biela, encontramos el depósito de aceite d_o , la bomba de aceite p y el pulverizador v_p ; el compresor de aire, con sus cilindros de baja presión b_p y de alta presión a_p , los refrigerantes respectivos r_b y r_a con sus tuberías en comunicación con los depósitos d_a y d_b y finalmente la válvula de puesta en marcha v_m . Pero al continuar el examen, notaremos en seguida algo que diferencia particularmente este esquema del primero y que caracteriza de modo singular e inequívoco al motor de dos tiempos: las lumbreras l abiertas en el cilindro al principio del curso del émbolo cuyo espacio exterior circundante se

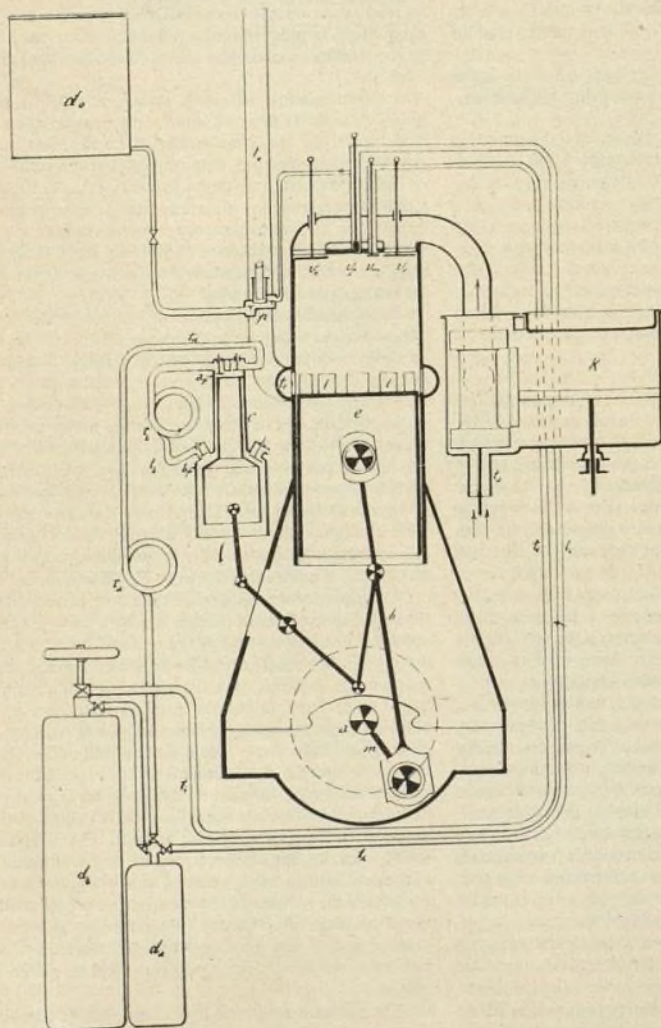


Fig. 1.—Representación esquemática del funcionamiento del motor Diesel de dos tiempos.

(1) Véase el artículo «Motor Diesel, fijo, de cuatro cilindros a cuatro tiempos, con compresor trifásico, de 400 a 800 caballos», pág. 196.

unifica y reúne en un tubo colector t_e . Distinguiremos, también, la bomba de doble efecto k representada a la derecha del gráfico, en íntima relación con las modificaciones que notaremos en la disposición de las válvulas sobre la culata. Excusaremos repetir la descripción de los elementos u órganos primeramente citados que ya estudiamos en el motor de cuatro tiempos y nos contraeremos a la de los que caracterizan el de dos tiempos.

Eliminadas en este ciclo las fases o tiempos 1.º y 4.º, propiamente dichos de *aspiración* y de *escape* o *expulsión*; sin desaparecer en esencia su función y efecto, han tenido éstos, necesariamente, que entrar, refundirse o combinarse con los otros dos tiempos subsistentes, 2.º y 3.º o de *compresión* y *combustión*, mediante las modificaciones orgánicas apropiadas y así notaremos la sustitución de las válvulas de *aspiración* y de escape por las v_e , situadas también simétricamente sobre la culata, destinadas a dar paso al aire impulsado por la bomba k para barrer los gases quemados en el cilindro y residuos de cada combustión, cuya expulsión se verifica por las lumbreras l y el colector t_e . Las válvulas v_e pueden ser varias, comunmente, dos o cuatro y están regidas por juegos de levas y palancas en la forma que ya conocemos. Existen algunos modelos de motores de dos tiempos, sin válvulas para el aire de barrido de los gases, verificándose la expulsión como en los motores de explosión, pero la limpia del cilindro nunca es tan completa como la que se verifica en los motores con válvulas con paso forzado de aire. Además, la cantidad de éste que queda almacenado en el cilindro al final de la fase de expulsión, no es tampoco tan grande como en el último caso. Los dos métodos de limpia aparecen reunidos en un solo sistema en los últimos motores Sulzer.

La bomba de limpia en los motores Diesel a dos tiempos de gran potencia, es con frecuencia una máquina sopladora a doble efecto, completa, accionada por una manivela articulada al árbol motor, como en los motores Tosi y Sulzer o por un balancín como en los Carels, Germania-Werft y algunos Tosi. La distribución se regula, comunmente, por medio de una caja, aun cuando también se hace aplicación de las válvulas automáticas. Cada motor puede equiparse con una o dos bombas sopladoras y cuando el número de cilindros es de 6 u 8 pueden sustituirse las bombas por el efecto de los émbolos del mismo motor contruidos a dos diámetros trabajando la cara mayor como bomba de limpia. De este sistema son los motores M. A. N., Kind y Fiat. Su principal ventaja estriba en la reducción de espacio ocupado por el motor; pero tiene grandes desventajas para motores de gran potencial.

En los motores de dos tiempos, el ciclo funcional lo componen dos recorridos o cursos de émbolo, uno de subida y otro de bajada que definen los dos tiempos del sistema y durante los cuales se desarrollan las cuatro fases que integran el ciclo funcional: *entrada de aire puro*, *compresión*, *combustión* y *escape*.

1.º TIEMPO O DE ENTRADA DE AIRE Y COMPRESIÓN.

El émbolo se halla en el punto muerto inferior, dejando las lumbreras l completamente abiertas; las válvulas que dan paso al aire de expulsión procedente de la bomba se abren; el aire se pone en circulación de arriba abajo dentro del cilindro, expulsando los residuos

de la combustión precedente, por las lumbreras l y de éstas al colector t_e hasta el espacio exterior. Se inicia el movimiento de avance del émbolo y continúa la fase funcional descrita cada vez más débil hasta que el émbolo cierra las lumbreras a los 45º aproximadamente de giro de la manivela. En este momento, el aire puro que sigue inyectando la bomba de limpia, en el interior del cilindro, no teniendo salida al exterior, empieza a comprimirse; *fase de compresión*: por un momento más sigue entrando aire puro en el cilindro impulsado por la bomba k ; inmediatamente las válvulas v_e que le dan paso, se cierran y continúa la compresión cuyo valor al final del curso del émbolo en el fondo del cilindro es de 32 a 36 atmósferas.

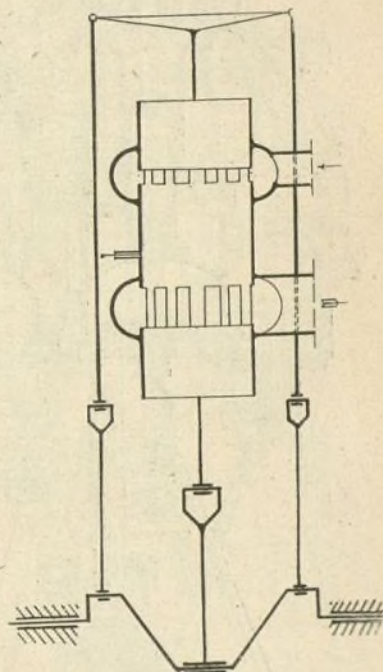


Fig. 2.—Cilindro de un motor Junkers de dos tiempos.

2.º TIEMPO O DE COMBUSTIÓN Y ESCAPE.—Al invertirse el movimiento del émbolo, la válvula de inyección y pulverizador del aceite combustible, se abre, produciéndose con la ignición de éste al contacto del aire comprimido y caldeado por la compresión, la dilatación y expansión consiguiente de los gases dando lugar a la fase de trabajo que se continúa hasta el momento en que el émbolo, en su descenso, deja al descubierto las lumbreras iniciándose la fase de *escape* de los gases quemados; cuando la presión interior del cilindro como consecuencia del escape, ha descendido hasta casi igualarse a la de la atmósfera estando ya el émbolo al final de su curso y, por lo tanto, del segundo tiempo, y las lumbreras de escape en la fase máxima de abertura, las válvulas del aire de expulsión y limpia

se abren a su vez dando paso a la columna de aire con que se inicia un nuevo ciclo.

La presión del aire de expulsión y limpia es de 0,25

corrientes en los motores a cuatro tiempos. La cilindrada de la bomba de aire para la expulsión de los gases es de 1,5 a 2 veces la del cilindro motor.

Recientemente se ha creado un tipo de motor de dos tiempos que difiere de modo muy notable de los construidos hasta hoy: es el motor Junkers, de doble pistón, derivado del motor de gas d'Oechelhanser.

El motor Junkers, cuyo cilindro representamos en esquema en la figura 2, está constituido por un simple tubo sin fondo dotado de dos series de lumbreras, una de ellas, la superior, para el lavado o barrido de los gases y la otra para el escape. Una y otra serie se cubre y descubre por dos pistones que se mueven en sentido contrario verificando dos cursos iguales. Al encontrarse los pistones próximos al fin del curso de expansión descubren las lumbreras y entrando el aire por las de la serie superior atraviesa el cilindro barriendo todos los gases quemados y expulsándolos al exterior por las de la serie inferior. En este sistema, como se puede deducir, la expulsión de los gases se verifica con bastante perfección haciendo innecesario el uso de válvulas, presentando particularidades muy apreciables para la aplicación marina, para la que ha sido muy especialmente estudiado, como la de poderse obtener durante poco tiempo grandes sobrecargas.

LOS MOTORES DIESEL APLICADOS A LA MARINA.—La aplicación a la marina de los motores Diesel ha hallado sólido fundamento en las ventajas prácticas demostradas por la experiencia, que someramente enumeraremos.

Su economía desde el punto de vista del consumo de combustible, ventaja que se conserva a través de las variadas aplicaciones de un buque. Mientras que los motores de vapor no consumen mucho menos de 1 kilogramo de carbón por caballo-hora, un motor Diesel consume por caballo-hora efectivo, unos 200 gramos de aceite pesado que rinden 10.000 calorías por kilo. Suponiendo el precio del carbón a 30 pesetas la tonelada, el caballo-hora de vapor costará 3 céntimos y si el precio del aceite lo ponemos en 70 a 80 pesetas la tonelada, el caballo-hora del Diesel costará 1,5 céntimos. En los buques de cabotaje se hace más sensible la economía teniendo en cuenta que el consumo en estos motores se puede limitar a los periodos puramente de marcha, mientras que en los buques de vapor durante los periodos de parada, sean cortos o largos, hay necesidad de mantener las calderas con presión.

La rapidez de puesta en marcha, ventaja inapreciable para los buques de guerra, servicios de práctico, salvamento, remolque y para todos los buques sujetos a servicio horario regular.

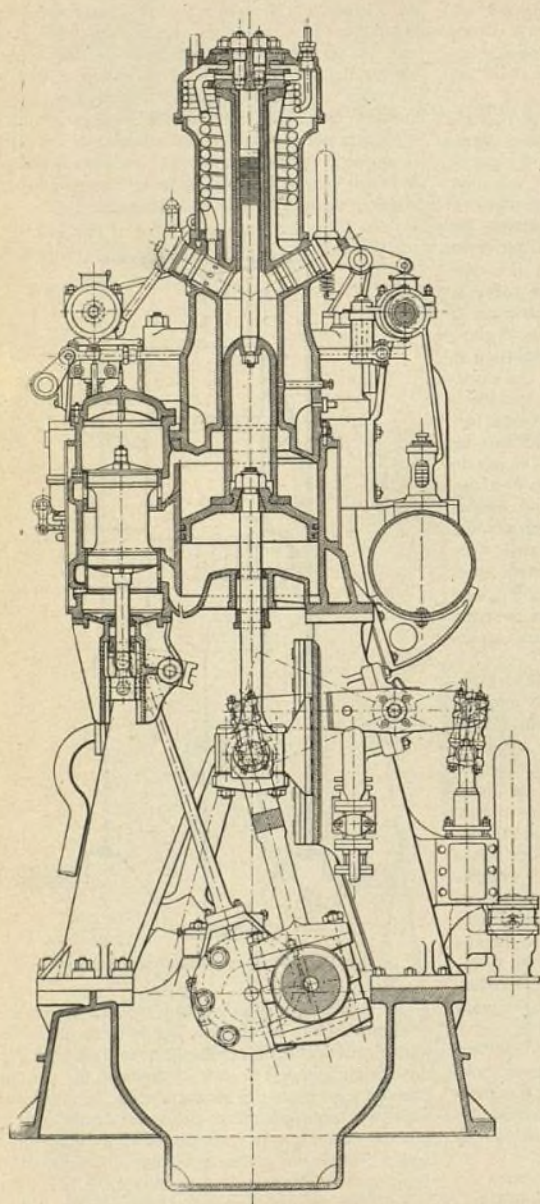


Fig. 3. — Sección transversal por el eje de uno de los compresores del modelo desmontable.

a 0,35 kgs. por cm.² y en los motores a gran velocidad alcanza de 0,4 a 0,5 atmósferas. La presión del aire para la inyección del aceite se aproxima a los valores

Personal reducido en comparación con el que exige la máquina de vapor; trabajo menos duro, eliminándose el servicio penosísimo de los hornos y una menor radiación de calor que la producida por las máquinas de vapor.

Ventilación eficaz de las salas de máquinas por verificarse en las mismas la aspiración del aire comburente.

Reducción de espacio; además del que supone el motor en sí mismo está el que representa el menos volumen de combustible necesario, en igualdad de potencia y radio de acción, sin mencionar lo penoso del transporte del carbón hasta el pie de los hornos, los grandes paños accesibles, necesarios, mientras el aceite pesado reducido a $\frac{1}{4}$ del volumen del carbón es susceptible de más cómodo emplazamiento y conducción hasta la máquina, que puede hacerse siempre automáticamente por medio de bombas.

Por lo general, los motores Diesel marinos se construyen verticales de dos, tres, cuatro, seis u ocho cilindros paralelos. Excepcionalmente, en el motor Junkers marino se ha adoptado el tipo horizontal. La adopción de varios cilindros, además de permitir alcanzar potencias elevadas, sin las dificultades propias de las grandes cilindradas, consiente en disminuir la altura de la máquina. Un buen motor marino debe poder funcionar con perfecta regularidad sin peligro de parada y con la seguridad requerida por la índole de las maniobras lentas en los puertos y en los canales, etc.

DESCRIPCIÓN DEL MODELO DESMONTABLE.— Hemos hecho objeto de este desmontable a uno de los motores marinos Diesel, de más reciente construcción y que por su forma de conjunto tanto como por sus aspectos principales, puede decirse que esta máquina es única siendo un hermoso producto de la moderna ingeniería italiana, a cuya casa constructora «Sociedad anónima Cantieri Officine Savoia, Cornigliano, Ligure», pertenece. Este motor es de dos tiempos con cuatro cilindros de 350 mm. de diámetro, 500 milímetros de curso; da 200 revoluciones por minuto

desarrollando 440 caballos que corresponden a la comparativamente alta presión media de 8,9 kgs. por cm^2 produciendo un rendimiento aproximado de 73 %.

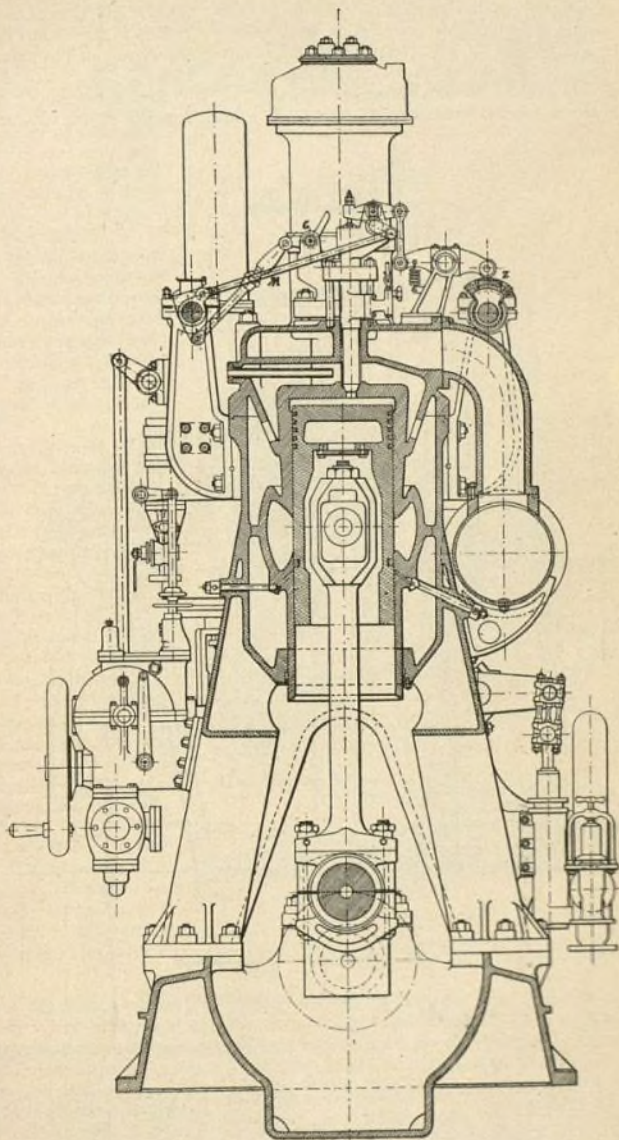


Fig. 4.—Sección transversal por el eje de uno de los cilindros.

Esta máquina fué construída como motor auxiliar para una goleta de tres palos de 1050 toneladas de desplazamiento y una tara de 700 toneladas.

Además del motor de aceite como máquina principal, consta la instalación de una máquina auxiliar de caldera para la calefacción por vapor y para accionar el compresor auxiliar y las cabrias. El compresor auxiliar se acciona con una máquina de vapor de 25 caballos, siendo el diámetro de baja presión de 200 mm. y el de alta presión 62 mm. con un curso de 134 mm. Este juego es así unas 0,4 veces la capacidad de uno de los compresores del motor principal o Diesel.

El aire de puesta en marcha está depositado a una

libro de las masas giratorias con un grado mínimo de irregularidad de marcha y, además, como las bielas de las bombas de aire de expulsión están a 90°, el motor se puede poner en marcha haciendo obrar aire comprimido sobre ellas. Los compresores (28) y (29) están colocados por encima de las bombas de limpia de doble efecto y unidos todos los émbolos al mismo vástago (fig. 3).

Los cilindros (4) y armazón (3) de cada serie están fundidos en una sola pieza, ofreciendo una gran rigidez. La culata constituye una fundición separada en cada cilindro. Esta forma de construcción asegura una buena refrigeración de las paredes del cilindro de combustión. Las cabezas de las bielas (7) tienen un sistema de lubricación forzada por el pequeño eje hueco (8). La sección de las bielas es circular y su longitud equivale a cinco veces la de las manivelas; el tipo es el usual en motores semejantes estando provistos de cabezas ajustables.

Los pistones están dotados de unos brazos huecos o tubos articulados (10) que conducen el aceite de refrigeración forzada al espacio existente por debajo de la chapa del fondo del pistón de bastante espesor para no necesitar de apoyo o nervios de refuerzo interiores.

Las bombas de limpia o de expulsión de los gases, son dos de doble efecto, de 470 mm. de diámetro y 400 mm. de recorrido y la proporción de sus volúmenes respecto al del cilindro principal es de 1,36, inferior al valor medio. El aire de limpia está regulado por una válvula de émbolo (26) de doble oscilación accionada en cada bomba por una excéntrica articulada al

cigüeñal y conducido a un depósito de acero a lo largo del espaldar del motor, sobre el que se ajusta una grande válvula de seguridad.

Las dimensiones principales de los compresores de alta y baja presión, situados como sabemos por la parte superior de las bombas de limpia, son: diámetro del cilindro de baja presión, 180 mm.; diámetro del cilindro de alta presión, 37 mm.; recorrido, 400 mm., dando así para los dos compresores 571,960 dm³ de aire libre por caballo-hora, que para un motor de dos tiempos representa un valor poco elevado, debido probablemente en medida a los medios de puesta en marcha adoptados. Las válvulas e inter-refrigeradores del compresor están claramente visibles en la sección re-

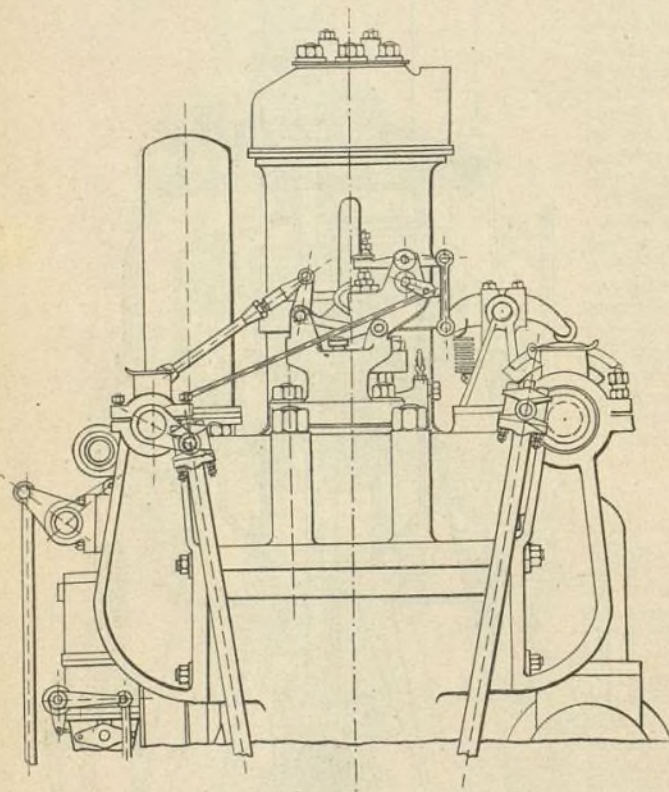


Fig. 5. — Vista de frente por uno de los lados extremos.

presión de unos 63 kgs. por cm.² en cinco depósitos. Una redoma de 130,25 decímetros cúbicos provee del aire necesario para la inyección del aceite combustible.

La velocidad mínima alcanzable con la máquina es 50 revoluciones por minuto. El peso de la instalación es de 42 toneladas.

Como puede observarse en el modelo, los cuatro cilindros (4) están dispuestos en dos series de dos, con las bombas para el aire de expulsión de los gases y los compresores colocados entre las dos series. Las bielas de las bombas de expulsión (24) y de los compresores, están entre sí a 90° y los cigüeñales principales intercambiables están también 90° uno respecto al otro. Las ventajas reclamadas por esta disposición son un buen equi-

presentada en la figura 3. Para mover el aparato de cambio de marcha se emplea generalmente, en los motores Diesel, el engranaje helicoidal, aun cuando en algunos casos se emplee una combinación del engranaje cilíndrico recto y bielas o engranaje cilíndrico recto solo, especialmente cuando el árbol de levas está, verticalmente, en una posición media.

El movimiento de las válvulas en el motor que describimos, se obtiene empleando solo excéntricas y barras de excéntricas, teniendo cada serie de dos cilindros dos árboles de levas uno por el frente y otro por la parte posterior de las culatas, accionados cada uno por una excéntrica por el lado de proa (o derecha del modelo) y otras dos en el extremo del lado de popa (o izquierda del modelo), imprimiendo así a los árboles de levas solo un movimiento de oscilación.

El accionamiento de las válvulas de paso del aire para la expulsión de los gases (13) situadas sobre las culatas, se verifica desde el árbol de levas situado en el frente de la máquina por medio de barillas y palancas de distribución (22) en la forma representada en G en la figura 4. Unas piezas de leva ajustables al eje respectivo (17) y (z, fig. 4) obran por medio de un juego de palancas sobre la válvula de inyección de combustible (12).

Sobre cada culata solo existen dos válvulas para el paso de aire de expulsión de los gases quemados (13) y uno de inyección de combustible (12), siendo producida la puesta en marcha por medio de las bombas de limpia impulsadas con aire de puesta en marcha a una presión de 5 a 7 kgs. por cm.². Este aire está regulado por la válvula de pistón 34 accionada por el eje 35 desde el volante de maniobra 39, mediante la varilla 37. El suministro de aire de puesta en marcha se verifica por la válvula 34 a la que afluye por la contenida en la caja 38, gobernada también por el volante de maniobra 39. Las válvulas de pistón del aire de limpia, distribuyen, por consiguiente, este aire de puesta en marcha hasta que el motor prende el combustible.

Para el suministro de combustible existen dos bombas 40, cada una de las cuales está regida por una leva 21 y sirve a dos cilindros, regulándose a mano la entrada del combustible en la máquina con la rueda 41 que transmite su acción por el eje 42 y la palanca 43. Está previsto el medio de alterar el alza de la válvula de inyección de combustible por la articulación 23 (y M, fig. 4) y el cambio de marcha de las válvulas situadas sobre la culata, que se verifica por las varillas 36 y por la horquilla F (fig. 3) para la válvula de inyección de combustible y conexión semejante para las válvulas de aire de expulsión.

La lubricación del cilindro se efectúa con una bomba Lentz (45), mediante dos entradas, visibles en la figura 4.

Los satisfactorios resultados obtenidos con este motor, son sin duda parcialmente debidos a la buena limpia que se obtiene con las dos válvulas de aire de limpia colocadas sobre cada cilindro. El diámetro de estas válvulas es aproximadamente de un tercio de diámetro del cilindro. Finalmente, otra causa que contribuye al

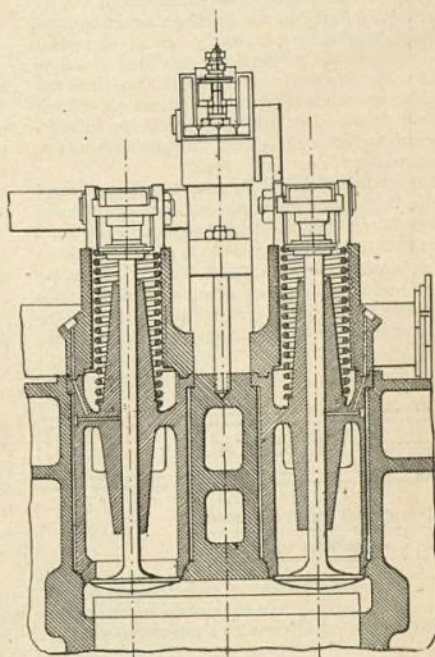


Fig. 6.—Sección transversal de una culata por los ejes de las válvulas de paso de aire para la expulsión.

alto rendimiento de este motor estriba en los pequeños compresores empleados, posibles solo debido al sistema de puesta en marcha adoptado y el buen equilibrio obtenido con esta disposición (1).

A. MENENDEZ CABALLERO.

(1) En la obra en preparación «El Motor Diesel», se encontrará la descripción y estudio detallados de este sistema, con elementos de cálculo y construcción.

Locomotora compound de cuatro cilindros (VÉASE LÁMINA-PLANO CENTRAL)

Esta potente y moderna locomotora consta de dos cilindros interiores de alta presión de 510 mm. de diámetro y 650 de carrera y dos cilindros exteriores de baja presión de 720 mm. de diámetro y 700 de curso. La máquina está también provista de un recalentador destinado al tráfico en largas distancias, siendo sus ruedas acopladas de un diámetro de 1,65 m. en vez de 1,5 m. que la condiciona mejor para las grandes velocidades.

La caldera, exceptuando la caja de fuego que es de cobre, es de acero templado. La caja de fuego es del tipo ancho extendiéndose sobre el bastidor. El casco de la caja de fuego está unido directamente a la caldera, formado por tres chapas. La cúpula de la caja de fuego se opoya sobre el casco por medio de soportes huecos de acero. La parte superior del casco está sostenida por una hilera de soportes transversales de acero, taladrados por cada extremo en una longitud de

194 mm. La caja de fuego apoya sobre el casco a través de la cámara de agua por medio de soportes de bronce de manganeso. La chapa del tubo está unida a la caldera cilíndrica por medio de 10 soportes. Esta caldera está compuesta de tres aros. Las costuras longitudinales son de empalme plano con cubrejuntas dobles y las transversales tienen las cubrejuntas un roblonado doble. La puerta de la caja de fuego reúne la condición de girar horizontalmente y abrirse hacia el interior del horno, y está compuesta de tres secciones de las que las dos exteriores se accionan por palancas separadas. La sección central se repliega sobre las otras dos, de suerte que cuando se obra sobre una de ellas, la central también se mueve. Unos contrapesos mantienen la puerta abierta, sin ser suficientemente pesados para impedir que se cierre automáticamente en el caso de estallar un tubo de la caldera. El recalentador es del tipo Schmidt.

Las armaduras son de plancha de acero de 28 milímetros. Se apoyan transversalmente en la viga de topes, de sección en I laminado, mediante soportes en forma de caja de plancha y ángulos en el extremo posterior de los cilindros interiores y por ocho apoyos intermedios de acero fundido. Los cilindros de alta presión derivan sobre el segundo eje acoplado, los de baja presión, sobre el tercero. Los cilindros exteriores son tan

grandes como lo permite la medida de carga adoptada y el curso de sus émbolos está aumentado para conseguir un volumen en relación con el de los cilindros de alta presión. Las proporciones de los cilindros se eligieron con miras a que la máquina pudiera dar el máximo de fuerza, es decir, utilizando todo el vapor que pueda producir la caldera con una velocidad de 60 kilómetros por hora, en vez de los 85 km. de los tipos precedentes. El material móvil, sin embargo, está proyectado de manera tal que una velocidad de 95 km. por hora pueda ser sostenida con una carga proporcionalmente menor.

Los émbolos son de acero fundido con vástagos de acero forjado. Las cabezas de los vástagos son de acero fundido con guías de hierro fundido y revestimiento de metal blanco. Las barras de corredera son de acero forjado duro de una tenacidad de 55 kgs. por cm.² y un alargamiento del 20 por ciento. Las barras de unión y acoplamiento son de acero con cobres revestidos de metal blanco.

El aparato de cambio de marcha de baja y alta presión es del tipo Walschaert. Las válvulas de pistón son de admisión interna. La válvula de cuello o de paso es del tipo de equilibrio, por la que el vapor pasa al recalentador Schmidt de 28 elementos. El tubo fuelle está provisto de una cubierta cónica ajustable.

Electricidad

El aumento del factor de potencia en las instalaciones trifásicas

Mr. Aubert ha publicado recientemente en «La Technique moderne» un bien escrito y mejor pensado artículo del que extractamos los siguientes párrafos:

I. El factor de potencia.—INCONVENIENTES Y VENTAJAS DE SU MEJORAMIENTO.—La presencia de motores asíncronos en las instalaciones trifásicas, lleva consigo, como es sabido, una diferencia de fase o *decalaje* en la tensión y la corriente de la red. Este *decalaje* es debido a la corriente magnetizante que los motores asíncronos toman, para su excitación, de la red, pues no puede dicha corriente magnetizante tomarse de otra fuente cualquiera como sucede con los motores sincrónicos o los de corriente continua.

El conocido diagrama de los vectores (fig. 1) demuestra que la corriente que produce el trabajo AB no está en fase con la tensión, se compone con la corriente magnetizante, BC, que no corresponde a ningún trabajo y está *decalado* de 90° en relación a la tensión, para formar la corriente resultante AC tomada realmente de la red. El coseno del ángulo CAB o $\cos \varphi$ se llama *factor de potencia* y mide el *decalaje* de las fases.

La corriente magnetizante permanece casi constan-

te cualquiera que sea la carga y el diagrama citado nos indica que el factor de potencia disminuye con la carga y que nunca es igual a la unidad. Para una potencia dada disminuye cuando aumenta la corriente magnetizante, de modo que el factor de potencia de los motores de poca velocidad que absorben más corriente excitatriz será generalmente bastante pequeño.

Si consideramos una instalación que conste de varios motores grandes de poca velocidad y muchos pequeños, veremos que prácticamente el factor de potencia o coseno φ de dicha instalación variará entre 0,85 y 0,6 siendo generalmente igual a 0,75.

Este valor tan pequeño del factor de potencia se ha considerado durante largo tiempo como un mal necesario y de hecho no dificulta la marcha normal de la instalación. Tiene, sin embargo, varios inconvenientes bastante serios que han llevado a buscar los medios de aumentar el factor de potencia o sea de compensar el *decalaje*.

Se ha visto que la corriente magnetizante no corresponde a ningún trabajo por lo que su existencia no tiene influencia sensible en las máquinas motrices de la estación generadora. Por el contrario, las generatrices eléctricas, los transformadores y las canalizaciones deben proporcionar la corriente total absorbida por la red y deben tener por lo tanto potencias y dimensiones mayores que si solo debieran proporcionar la corriente de trabajo AB; de lo que resulta para la central un aumento sensible de gastos de instalación de la parte eléctrica, sobre todo si las canalizaciones deben tener gran longitud. El rendimiento queda también disminuido por las pérdidas suplementarias debidas a la corriente magnetizante. Éstas pueden llegar a tener un

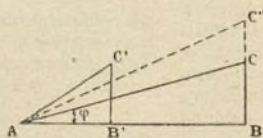


Fig. 1.—Diagrama de las componentes de la corriente alterna

doptada
conse-
dros de
s se eli-
el má-
por que
e 60 ki-
os tipos
stá pro-
km, por
rcional-

agos de
le acero
ento de
e acero
n.º y un
unión y
idos de

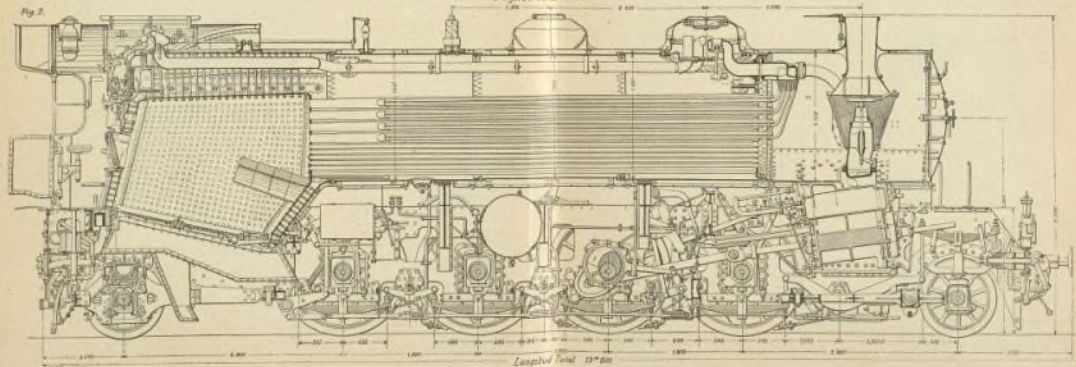
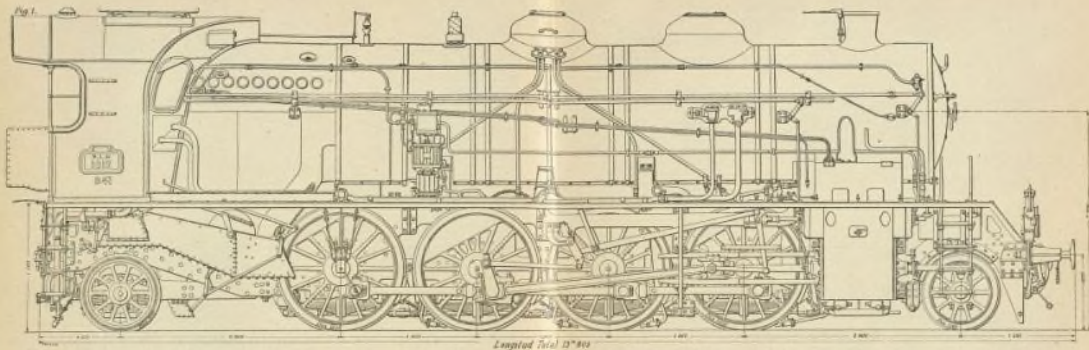
lta pre-
tón son
paso es
al reca-
elle está

ado nos
la car-
otencia
magneti-
s moto-
orriente

e de va-
muchos
ctor de
á entre

ia se ha
tiempo
hecho
al de la
go, va-
e serios
medios
tencia o

te mag-
ningún
ncia no
es de la
ratrices
ones de-
a por la
nsiones
orriente
un au-
la parte
en tener
sminuí-
a la co-
ener un





MOTOR DIESEL, MARINO,
de cuatro cilindros a dos tiempos, de 440 caballos.

MOTOR DIESEL, MARINO,

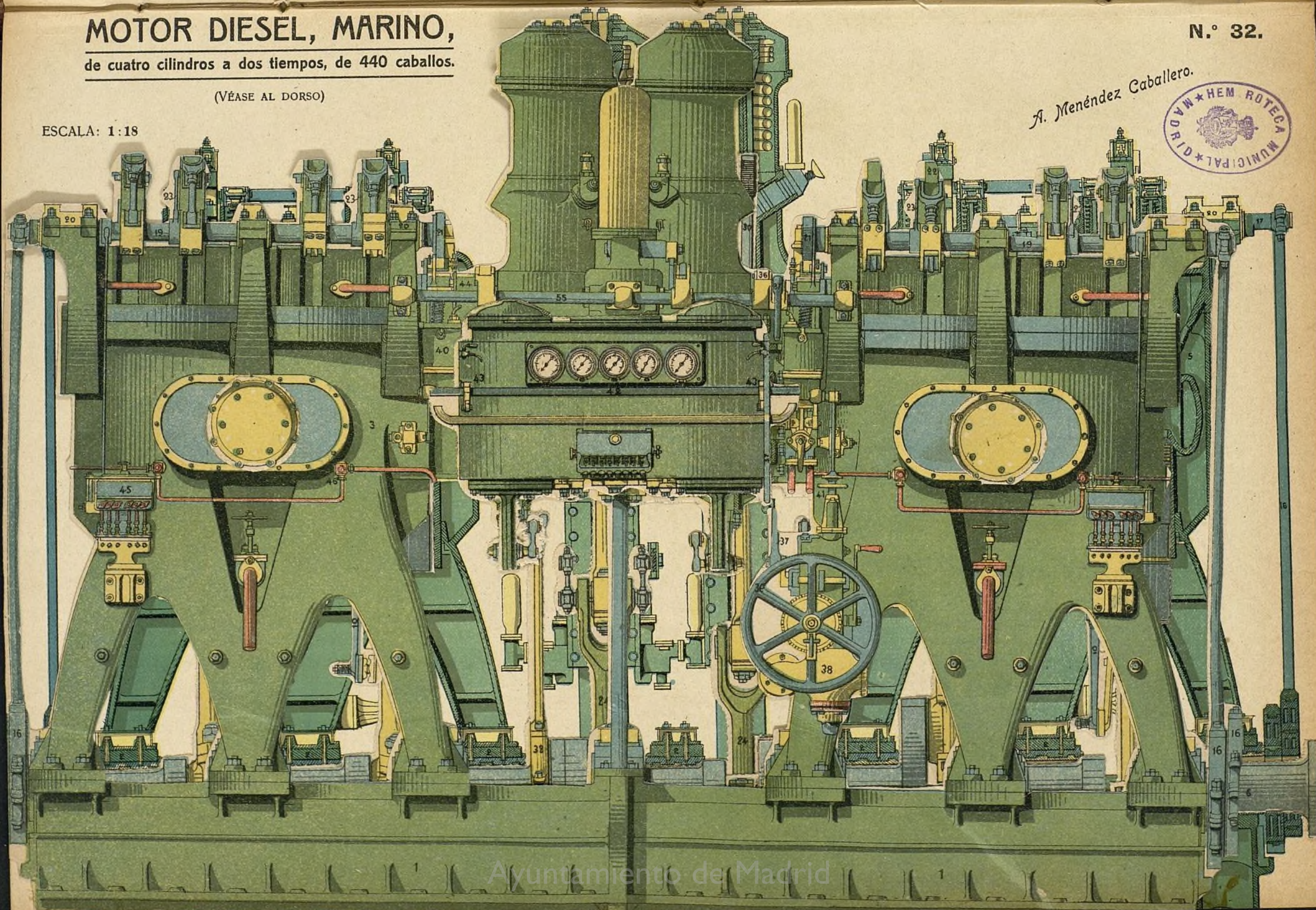
de cuatro cilindros a dos tiempos, de 440 caballos.

(VÉASE AL DORSO)

ESCALA: 1:18

N.º 32.

A. Menéndez Caballero.



Ayuntamiento de Madrid

MOTOR DIESEL, marino, de cuatro cilindros a dos tiempos, de 440 caballos

ESCALA 1:18

- 1.—Zócalo.
- 2.—Cojinetes.
- 3.—Armazón.
- 4.—Cilindros.
- 5.—Camisas de agua.
- 6.—Eje motor.
- 7.—Bielas de los émbolos motrices.
- 8.—Ejes de las bielas.
- 9.—Émbolos motrices.
- 10.—Tubos que conducen a los émbolos el aceite de refrigeración.
- 11.—Cámaras de combustión.
- 12.—Válvulas de inyección del aceite combustible o pulverizadores.
- 13.—Válvulas de entrada de aire comprimido en las cámaras de combustión para la expulsión de los gases quemados.
- 14.—Lumbreras de escape de los gases quemados.
- 15.—Colectores anulares de escape.
- 16.—Excéntricos que accionan los ejes de las levas.
- 17.—Ejes de levas de las válvulas de inyección de combustible.
- 18.—Ejes de las palancas de distribución de los pulverizadores.
- 19.—Ejes de levas y palancas de distribución.
- 20.—Cojinetes de los ejes de levas.
- 21.—Levas de gobierno de las bombas para el suministro de combustible.
- 22.—Palancas de distribución de las válvulas 13.
- 23.—Varillas de gobierno de las válvulas de inyección de combustible.
- 24.—Bielas de los compresores.
- 25.—Guías de las bielas 24.
- 26.—Pistones de las bombas de expulsión.
- 27.—Pistones de baja presión de los compresores.
- 28.—Cámaras de baja presión de los compresores.
- 29.—Cámaras de alta presión de los compresores.
- 30.—Pistones de alta presión de los compresores.
- 31.—Camisas de agua de los compresores.
- 32.—Excéntricas de los pistones-válvulas 33.
- 33.—Pistones-válvulas que regulan el paso del aire para la expulsión de los gases quemados.
- 34.—Pistón-válvula regulador del paso de aire para la puesta en marcha.
- 35.—Eje oscilante que acciona la válvula 34 y las palancas 36.
- 36.—Palancas para la inversión de la marcha de las válvulas situadas sobre los cilindros.
- 37.—Varilla de conexión entre el eje 35 y el volante de maniobra.
- 38.—Válvula de paso del aire comprimido para la puesta en marcha del motor.
- 39.—Volante de maniobra.
- 40.—Bomba para el suministro de combustible.
- 41.—Rueda de mano para regular la admisión del aceite combustible, en la máquina.
- 42.—Eje de transmisión del movimiento de la rueda 41 a la palanca 42.
- 43.—Palanca que acciona la varilla 44.
- 44.—Varilla de gobierno de la válvula de aspiración.
- 45.—Bomba Lentz para la inyección de lubricante en los cilindros.
- 46.—Inyectores del lubricante en los cilindros.

gran valor si las canalizaciones son muy largas y si, para evitar gastos de instalación, se ha admitido una pérdida elevada en la línea. Estas consideraciones se aplican sobre todo a las centrales que proporcionan corriente a muchos consumidores y que como consecuencia de la gran variabilidad de la carga de los motores que alimentan deben contar con un factor de potencia bastante bajo.

El mejoramiento del factor de potencia permitirá pues, en la instalación de una central, el disminuir los gastos. Para una central ya existente permitirá disminuir los gastos de explotación y aumentar la capacidad útil de las máquinas generatrices, por lo que en el caso de que las máquinas motrices sean capaces de dar la potencia suplementaria necesaria se puede evitar o retardar la instalación de nuevas unidades generadoras; este caso es fácil de arreglar en las modernas centrales térmicas equipadas con turbinas de vapor capaces de admitir grandes sobrecargas.

En lo que antecede solo se trata de la central propiamente dicha; pero el empleo de ciertas disposiciones para la compensación del decalaje, de lo que hablaremos más adelante, tiene, para los mismos motores trifásicos, ventajas que no por ser poco conocidas dejan de ser muy interesantes.

Los motores de inducción de poca velocidad deben tener dimensiones superiores a las que exigen la elevación de temperatura, porque estos motores toman una corriente magnetizante muy considerable y aplicándoles los cálculos ordinarios obtendremos un factor de potencia inadmisibles. El cálculo demuestra que el coseno φ de los motores asíncronos aumenta si aumenta el diámetro útil del rotor; desgraciadamente el empleo de este procedimiento lleva consigo un gran aumento de peso pues consideraciones de orden mecánico obligan a aumentar las dimensiones y peso de las partes inactivas. Además, como consecuencia de la relación anormal entre el diámetro y la longitud útil del rotor, el rendimiento sufre una disminución, y por fin el aumento del diámetro conduce para motores de ciertas potencias a dimensiones tales que hacen su construcción imposible desde el punto de vista técnico y económico.

Si por el contrario, la corriente magnetizante proviene de una generatriz exterior, no hay que preocuparse en la construcción de los motores cuyas dimensiones serán las indicadas por el cálculo del rendimiento y de la elevación de temperatura; de lo que resulta una disminución de peso que varía entre 10 por 100 y 20 por 100 y que en ocasiones alcanza el 30 por 100; además el límite a partir del cual la construcción de los motores pequeños de poca velocidad es prácticamente imposible, es mucho más lejano.

Los motores son pues menos costosos y su precio, comprendido el del dispositivo compensador, es sensiblemente igual al de los motores no compensados; el rendimiento total no ha disminuído con la compensación y en algunos casos aumenta ligeramente como consecuencia de las dimensiones más racionales del motor principal.

Si se considera los motores ya existentes, veremos que si los descargamos de la corriente magnetizante, podrán recibir más corriente útil sin que su temperatura aumente, con lo que su potencia habrá aumentado. Resulta entonces muy interesante elevar ligeramen-

te la tensión de alimentación, por ejemplo, por un autotransformador, lo que no tiene interés ninguno con un motor no compensado, porque la corriente magnetizante aumenta con la tensión. En realidad el único que se descarga es el *estator*, como veremos más adelante; pero como el *rotor* está bien ventilado puede sobrecargarse sin inconveniente alguno:

Lo dicho para los motores de poca velocidad puede aplicarse a los motores que trabajan con mucha carga; sus dimensiones están calculadas no con relación a la temperatura sino con relación al gran par que deben producir. Este par crece si aumenta el factor de potencia y por lo tanto el aumento de coseno φ dará para los motores existentes potencias mayores y disminuirá el peso y el precio de los motores que deban construirse.

Todas estas consideraciones se aplican igualmente a los motores monofásicos cuyo factor de potencia es, generalmente, muy pequeño.

II. Diferentes medios de mejorar el factor de potencia.—El aumento del factor de potencia, para tener interés práctico, no debe ocasionar gastos desproporcionados con el fin que se persigue y esta consideración debe servir de guía para escoger los dispositivos que deben emplearse.

Estos dispositivos se dividen en dos clases:

En la primera, toda la corriente magnetizante necesaria para los diversos motores de la instalación es proporcionada por una sola máquina, que es generalmente un motor sincrónico o una conmutatriz. Ya se sabe que estas máquinas sobreexcitadas pueden dar corriente magnetizante y elevar hasta cerca de la unidad el valor de coseno φ , siempre que sus dimensiones sean suficientes. Se ha ensayado también el empleo de condensadores; sin embargo, este empleo no se ha desarrollado mucho por lo elevado de los gastos de instalación y por la facilidad con que, por su capacidad, hacen nacer en la red resonancias peligrosas.

El empleo de los motores asíncronos no es tampoco muy frecuente a causa de la dificultad de arranque, y del peligro de oscilaciones pendulares. Además, para una excitación dada proporcionan una corriente magnetizante constante, de lo que resulta que si durante la marcha, la carga o el número de motores que hay que compensar varía, será necesario regular convenientemente la excitación del motor sincrónico lo que da cierta sujeción embarazosa.

Los mismos inconvenientes tienen las conmutatrices; además si la cantidad de corriente magnetizante que hay que proporcionar es bastante grande con relación a su potencia, pueden resultar inconvenientes para su funcionamiento.

En América se emplean frecuentemente motores sincrónicos que giran al vacío y que sirven únicamente para la compensación; los inconvenientes son menores que si el motor debe al mismo tiempo suministrar potencia; pero los gastos de entretenimiento y de instalación son bastante elevados por lo que el rendimiento total queda disminuído.

Tomemos, por ejemplo, el caso de una instalación compuesta de motores asíncronos que absorben 500 kilovatios con un factor de potencia = 0,8; la central debe proporcionar 625 K. V. A. lo que corresponde a:

$$625 \times 0,6 = 375 \text{ K. V. A. devatiados.}$$

Si se quiere elevar el factor de potencia a la unidad por medio de un motor sincrónico girando al vacío, debe tener las dimensiones de un motor que absorba 375 kilovatios, si su entrehierro es pequeño; será todavía mayor si su entrehierro es el normal, porque entonces la excitación deberá aumentarse cerca de 30 por 100 para obtener la corriente normal con $\cos. \varphi = 1$. Un motor de estas condiciones con sus accesorios, cuesta en cifras redondas 12.000 ptas., coste que corresponde con un plazo de amortización de 10 años a un gasto anual de 1.200 ptas. Su rendimiento es aproximadamente 93 por 100, lo que nos da 26 kilovatios de pérdida. Si suponemos que la central produce el kilovatio-hora a 4 céntimos, para 3.000 horas de marcha anual el motor sincrónico absorberá por año para cubrir sus pérdidas: $3.000 \times 26 \times 0,04 = 3.120$ ptas. admitiendo que las pérdidas son constantes sea cualquiera la carga magnetizante, lo que es sensiblemente verdadero. La compensación del factor de potencia permite, por otra parte, hacer a las generatrices disponer de $625 - 26 = 599$ kilovatios en vez de 500. El gasto anual para las 3.000 horas de marcha será por consiguiente:

$$3.000 \times 599 \times 0,04 + 1.200 + 2.120 = 76.200 \text{ ptas.}$$

lo que corresponde a 0,0425 ptas. en kilovatio-hora en vez de 0,04 ptas. La diferencia entre los dos precios es el gasto ocasionado por la compensación.

Si el motor sincrónico trabaja sobre todo como motor, siendo la compensación un servicio accesorio, esta diferencia será menor; pero todavía sensible y lo mismo acontecerá con una conmutatriz. Con un condensador estático, el gasto está comprendido entre los dos casos extremos, siendo debidos los gastos complementarios solo a la amortización del aparato que no ocasiona pérdidas de energía.

Hay que notar que estas disposiciones mejoran solamente el factor de potencia en la central; los motores asincrónicos no están compensados y conservan los inconvenientes de un mal factor de potencia.

Los dispositivos de la segunda clase, compensan, por el contrario, individualmente cada uno de los motores que gozan, por consiguiente, de las ventajas citadas.

Dan, además, un rendimiento total mayor con menores gastos de instalación. En efecto, si se trata de una instalación nueva ya hemos visto que el precio de los motores con dispositivo compensador es sensiblemente igual al de los motores no compensados; por otra parte, la potencia absorbida por el dispositivo compensador es recuperada con creces por la disminución de las pérdidas en el *estator* que no recibe más que la corriente útil o de trabajo; si se trata de una instalación ya existente cuya capacidad se quiere aumentar, los únicos gastos suplementarios son la amortización del material, cuyo precio es relativamente poco elevado y un cálculo análogo al ya efectuado demostraría que el precio del kilovatio-hora aumenta en proporciones muy pequeñas. De modo que estos aparatos llenan las condiciones económicas que deben perseguirse.

No son convenientes más que cuando la instalación consta de motores potentes; si comprende grandes motores de poca velocidad y muchos motores pequeños, caso muy frecuente en la práctica, se compensarán los

motores grandes y se calculará a ser posible, el aparato compensador de modo que produzca un decalaje, hacia adelante, de la corriente del *estator*, que dará la corriente magnetizante destinada a compensar los motores pequeños. De este modo, el factor de potencia del conjunto se aproximará a uno como con los dispositivos de la primera clase.

III. Dispositivos de compensación individuales.—La primera idea de estos dispositivos es debida a Leblanc, que en 1899, indicó que se podía decalar hacia adelante la corriente de un motor, asincrónico, inyectando, por así decirlo, en el *rotor* una fuerza electromotriz con la frecuencia del deslizamiento y decalado 90° hacia adelante con relación a la corriente del *rotor*. De este modo se decala hacia adelante la corriente del *rotor* y por consiguiente la del *estator*, proporcionando el *rotor* la corriente necesaria para la excitación del motor.

No hay que dar al *rotor* ninguna potencia más que la correspondiente a la histéresis y a las corrientes de Foucault en el dispositivo compensador, lo que se reduce a aumentar ligeramente la componente útil de la fuerza electromotriz de deslizamiento con lo que éste aumenta algo y el motor asincrónico conserva la propiedad característica de deslizarse proporcionalmente a la carga.

Como la corriente del *rotor* tiene la frecuencia del deslizamiento que es pequeña, la reactancia del circuito de excitación es muy débil, de modo que una pequeña fuerza motriz bastará para obtener la compensación.

Para crear esta fuerza electromotriz, Leblanc propuso al principio la aplicación del conocido principio de que un conductor libre colocado en un campo continuo y atravesado por una corriente alternativa entra en oscilación y se porta como un condensador. Ensayó con el nombre de «recuperador» un aparato basado en este principio; pero los resultados no fueron satisfactorios debido a dificultades constructivas.

Leblanc propuso también crear esta fuerza electromotriz por medio de un inducido en tambor colocado en un campo alternativo que gira con la frecuencia del deslizamiento.

Este segundo tipo de aparatos se distingue de los precedentes porque deben ser accionados por un medio mecánico exterior, mientras que los primeros llamados *vibradores* funcionan por sí mismos, necesitando tan solo una corriente de excitación tomada de una fuente de corriente continua. En los dos casos la energía tomada de la fuente auxiliar es muy pequeña y corresponde a las pérdidas y resistencias pasivas del aparato.

Es necesario hacer notar que la fuerza electromotriz producida por estos aparatos es la resultante de la f. e. debida a la rotación y de la f. e. debida a la auto-inducción. Estas dos f. e. están decaladas 90° con relación a la corriente del *rotor*; pero la una hacia adelante y la otra hacia atrás; para que la máquina realice su objeto, la primera debe ser la mayor y la máquina deberá tener un entrehierro muy pequeño y una velocidad muy grande. Estas condiciones exigen un estudio cuidadosísimo de la conmutación.

Todos los diversos aparatos compensadores se basan más o menos en los principios expuestos; se ve

que su interés depende de su sencillez y de la seguridad de su marcha, lo que explica que hasta ahora pocos de ellos hayan sido verdaderamente prácticos.

IV. El vibrador Kapp.—Este aparato está representado esquemáticamente en la figura 2. Un electroimán móvil de eje magnético YY' excitado por una fuente de corriente continua va colocado en el interior de un anillo devanado de modo que tiene un eje magnético XX'. Si el anillo es recorrido por una corriente continua, el electroimán se verá impelido a moverse hacia la derecha o hacia la izquierda según el sentido de la corriente. Si la corriente es alterna el electroimán NS oscilará; para oscilaciones pequeñas el par desarrollado y por consiguiente la amplitud de la oscilación serán proporcionales a la corriente y variarán según una senoide. Por otra parte el electroimán NS hará nacer una f. e. inducida en las espiras del anillo; se establecerá una acción recíproca, pues la corriente del anillo hace mover el electroimán que a su vez induce en el anillo una fuerza electromotriz.

El sistema no puede proporcionar ni absorber energía de un modo continuo y la fuerza electromotriz inducida debe, por consiguiente, estar decaída 90° con relación a la corriente del anillo y hacia adelante.

Cuando el electroimán NS pasa por YY' su velocidad y su fuerza viva son máximas y la segunda debe desaparecer durante la semioscilación siguiente y por consiguiente transmitirse al anillo. Durante este tiempo la corriente que debe ser nula en YY' crece hasta su valor máximo, alcanzado el cual, el electroimán se detiene y empieza a moverse en sentido inverso; dicho electroimán NS debe entonces recibir energía hasta que vuelve a pasar por YY'; la corriente se anula entonces y el fenómeno vuelve a empezar.

Se ve que en YY' la velocidad del electroimán NS es máxima, la fuerza electromotriz también máxima y la corriente mínima y que en la posición extrema de NS la fuerza electromotriz es nula y la corriente máxima. La corriente y la fuerza electromotriz están decaídas un cuarto de período.

Además, el sistema móvil proporciona energía al circuito del anillo cuando la corriente, en este último, crece desde 0 al máximo y no toma energía de dicho circuito más que cuando la corriente va desde el máximo a 0; la fuerza electromotriz está adelantada sobre la corriente. En fin, las variaciones de corriente en el anillo están aceleradas por el funcionamiento del sistema, lo que demuestra que la corriente sufre un avance

de fase. Es fácil ver que colocado este aparato entre dos anillos del rotor de un motor asincrónico producirá un avance de la corriente en la fase que corresponda.

El cálculo nos dice que el valor de la f. e. inducida es:

$$e_v = \frac{0,1}{m} \left(\frac{\Phi}{\tau} \right) \frac{I}{\omega}$$

fórmula en la que: Φ = campo continuo, τ = separación en cm. entre dos espiras del inducido supuesto cilíndrico, m = masa del inducido con relación al diámetro, I = corriente en el anillo y ω = frecuencia de dicha corriente.

Para una excitación dada, siendo Φ constante, e_v es proporcional a $\frac{1}{\omega}$

como estos dos valores varían en la misma relación, e_v permanece constante cualquiera que sea la carga, la fuerza electromotriz de compensación tendrá pues con relación a la corriente del rotor un valor relativo

tanto más grande cuanto más pequeña sea la carga. La compensación será más grande con poca carga que con carga plena lo cual es una ventaja pues ya sabemos que el factor de potencia disminuye con la carga. Dando al aparato dimensiones convenientes se puede obtener un coseno φ próximo a la unidad para cargas que varíen desde $\frac{1}{3}$ a $\frac{4}{3}$ de carga plena.

En realidad, en el aparato de Kapp, el campo continuo es fijo, y móvil el campo alternativo; la corriente del rotor de cada fase del motor que hay que compensar llega a las escobillas del colector de un inducido de motor de corriente continua que puede oscilar entre dos polos fijos excitados por una corriente conti-

nua. Para disminuir la inercia del inducido se le da muy poco diámetro y una gran longitud.

En la figura 3 se puede ver la disposición de un vibrador para motor trifásico; los tres inducidos de las tres fases están colocados en un armazón común que comprende los polos excitados por la misma fuente de corriente

continua. Kapp recomienda colocar el vibrador después del aparato de arranque, lo que ahorra toda clase de disposición para ponerlo fuera de circuito en el momento de la puesta en marcha, porque la tensión a que está sometida dicho aparato es entonces muy reducida. De este modo la self-inducción no aumenta de manera sensible en el circuito del rotor en el arranque, porque la reactancia del vibrador es muy débil comparada con la del rotor; se ha comprobado que interrumpiendo la excitación durante el funcionamiento del aparato, interrupción que trae consigo el paro de dicho aparato que no obra más que como *self*, el cos φ del motor

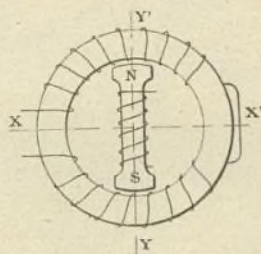


Fig. 2.—Esquema del vibrador Kapp.

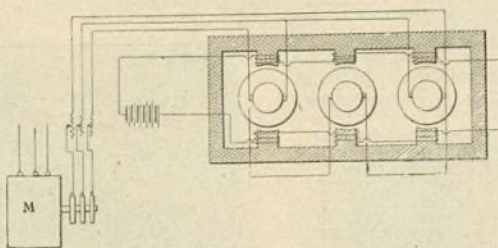


Fig. 3.—Dispositivo de un vibrador de Kapp para un motor trifásico.

permanece sensiblemente el mismo que si marcha sin vibrador. En el momento de la puesta en marcha, el aparato entra poco a poco en funciones y toma su velocidad normal cuando se ha alcanzado la marcha de régimen.

Este modo de conexión puede presentar interés para los motores de marcha intermitente, como los motores de extracción, porque la influencia compensatriz del vibrador se hace sentir desde que el motor llega a su velocidad de régimen, lo que permite aumentar el cos φ siempre pequeño en esta clase de instalaciones.

La conmutación obtenida con este aparato es buena; hay que hacer notar que cuando la frecuencia llega a su valor máximo, la corriente se anula; por otra parte, esta frecuencia es siempre bastante pequeña, pues corresponde al deslizamiento. Se han obtenido buenos resultados con escobillas de cobre o de cobre-carbón con una caída de tensión de 0,2 a 0,3 voltios.

La energía consumida para la excitación es aproximadamente 1 % de la potencia del motor que se compensa.

En el próximo número se estudiarán los dispositivos de Walter y de Scherbius.

Interrupciones causadas en líneas de transporte de energía por seres vivos

Frecuentes son los casos en que ciudades o establecimientos industriales se han visto repentinamente privados de energía eléctrica, cuando ésta es transmitida desde un punto muy distante del en que ha de consumirse. Son tan variadas las causas que pueden



Fig. 2.—Lechuza que originó disturbios en una línea a 35.000 voltios

producir interrupciones de corriente, a pesar de las buenas condiciones de las instalaciones, que puede hasta parecer sorprendente que tales incidentes no se registren con mayor frecuencia, sobre todo en líneas tendidas en campo abierto o en distritos montañosos. En efecto, si los accidentes debidos a la intervención de personas pueden evitarse en grande proporción por medio de acertadas medidas de previsión, no exis-

te manera alguna de proteger eficazmente las líneas contra la acción de las aves o de los pequeños cuadrúpedos que pueden subirse con agilidad a los postes de soporte de los cables. Pocas son las empresas de distribución de electricidad que no hayan registrado incidentes debidos a la intrusión de seres vivos en los circuitos.

Las adjuntas ilustraciones, relativas a cuatro casos distintos de interrupción de corriente, representan animales autores de cortocircuitos que causaron durante más o menos tiempo la falta total de luz y fuerza en las poblaciones alimentadas por las líneas afectadas por aquéllos.

La figura 1 representa una garza que, al ponerse sobre una de las torres de la línea de la conducción de electricidad a San Francisco de California, puso en comunicación con el suelo esta línea que transporta la energía a una tensión de 104.000 voltios.

La lechuza que aparece disecada en la figura 2, fué causa de la interrupción del servicio en una línea a 35.000 voltios por haber puesto en comunicación el cable con el soporte de un aislador. Como puede verse, el ala y la pata derecha del animal han sido fuertemente quemadas.

En la figura 3 está representada una cigüeña que causó la interrupción de los servicios de alumbrado y tranvías de la ciudad de Vancouver en la Colombia Británica. Esta ave, volando, se puso en contacto con los tres hilos de la línea de transporte a alta tensión, determinando un cortocircuito a consecuencia del cual se fundieron dichos hilos y quedó aislada la subcentral que suministra energía a la ciudad. Al día siguiente, la



Fig. 3.—Cigüeña por cuya intervención una línea fué puesta fuera de servicio

empresa aprovechó el infortunado pájaro como medio de publicidad para hacer conocer a sus abonados la causa del grave defecto de que adoleciera el servicio la noche anterior. A este fin, la cigüeña disecada fué expuesta al público desde el balcón de la redacción de uno de los principales diarios de la ciudad, llevando en el pico un cartel que decía: «Porque las luces se apagaron esta noche.» Esta exhibición disculpaba a la

Campaña ante el público poniendo de manifiesto las dificultades que aquella experimentaba para asegurar la regularidad del servicio.

En la figura 4 aparece un esquírol que determinó un cortocircuito a consecuencia del cual quedó inservible la línea de transmisión a 2,000 kv. de la Compañía de alumbrado público de la ciudad de St. Cloud (Minnesota-E. U.).

Este esquírol fué encontrado muerto al pie de uno

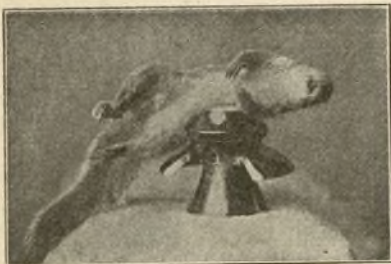


Fig. 4.—Esquírol, causa de la rotura de un aislador y de la interrupción de la corriente en una línea a 16.900 voltios.

de los postes de la línea y se averiguó después que su contacto con los cables había determinado la rotura de un aislador en un punto distante de más de 2 kilómetros del sitio en que yacía el animalito.

Fijación de reglas técnicas internacionales

Dos eran las cuestiones principales a cuya solución iban encaminados los trabajos de la Comisión Internacional Electrotécnica: la unificación del vocabulario técnico y la unificación de los tipos de rendimiento de las máquinas y aparatos, mediante la adopción y generalización de términos y tipos internacionales. Dicha Comisión logró llevar a cabo, en Agosto de 1913, en su conferencia de Berlín, un convenio satisfactorio en cuanto a los límites de temperatura que las máquinas eléctricas no deben exceder, en condiciones de servicio. Con esto, se dió un gran paso hacia la definitiva elaboración de una técnica unificada e internacional.

Por acuerdo de los varios delegados que constituían la Comisión, se estableció que la temperatura observada en las envolturas de algodón impregnado que forman el aislamiento de las máquinas eléctricas de hasta 4 kv. fuerza motriz, no debe exceder en ningún momento de 90° C. En cambio, no fué posible, en la conferencia de Berlín, el acuerdo en cuanto a la temperatura del ambiente, tomada como base de referencia; tal vez sea preferible que no se haya tomado sobre este particular decisión alguna, para que la cuestión pueda ser estudiada con más detenimiento en todos los países antes de ser resuelta definitivamente.

La mayor parte de las naciones representadas en la conferencia deseaban que se adoptara como temperatura de referencia internacional la de 40° C., lo que significaría que el tipo internacional de marcha de las máquinas en servicio continuo debería ser el que aseguraría un rendimiento con el cual la elevación de temperatura alcanzase 50° C. en último término. Los delegados de algunos países, sin embargo, preferían

como temperatura de referencia la de 35° C., con la cual el tipo de marcha de las máquinas sería el que determinaría una elevación final de temperatura de 55 grados C. Pero está demostrado por numerosas observaciones meteorológicas realizadas dentro de las zonas templadas, que la temperatura al aire libre en la sombra, puede exceder, al menos en algunas ocasiones, de 35° C., en cuyo caso la temperatura en una sala de dinamos ha de exceder también, necesariamente, de este límite, a no ser que se empleen medios de refrigeración excesivamente costosos. Por lo tanto, si el tipo de marcha de las máquinas estuviera determinado por un aumento máximo de temperatura de 55° C., la temperatura de aquellas llegaría, al menos en ciertas ocasiones, a exceder de 90°, en casi todos los países situados dentro de las zonas templadas. En cambio, tomando como temperatura de referencia la de 40° y, por consiguiente, como límite de temperatura de marcha la de 50°, aquel peligro no sería de temer en los países templados, salvo en las salas de máquinas excepcionalmente calientes y mal ventiladas; en otros términos, el tipo de marcha internacional podría casi siempre ser mantenido sin peligro alguno durante todo el año. Durante el invierno, la velocidad de las máquinas podría muchas veces ser elevada hasta exceder de aquel tipo, aunque sea por cuenta y riesgo de su propietario y sin responsabilidad por parte del constructor. Y es, en efecto, sin duda alguna, preferible que el dueño de una máquina sepa que ésta tiene un excesivo margen de seguridad en invierno, antes que verse en la obligación de limitar su marcha, en verano, a una velocidad inferior a la del tipo internacional.

Es de esperar que en la próxima conferencia que ha de celebrarse en San Francisco en 1915 podrá llegarse, sobre los varios puntos sometidos a su examen, a un acuerdo satisfactorio para todas las naciones.

S. ANDREU, Ingeniero.

Física

Aprovechamiento de la energía solar

Los físicos nos enseñan que, haciendo caso omiso de la absorción atmosférica, la energía suministrada constantemente a la tierra por el sol corresponde a 7.000 caballos por fanega inglesa (aproximadamente 4.050 metros cuadrados). Pero, si bien es indiscutible la veracidad de esta cifra, concordante con la constante solar hoy conocida, muy poco se ha logrado hasta hoy en el sentido de solucionar el problema del aprovechamiento de aquella energía en la forma de trabajo mecánico. Puesto que la temperatura del sol es aproximadamente de 6.000° C. (absolutos), el teorema de Carnot demuestra que, de la energía recibida en la tierra, una proporción igual a $\frac{6.000 - 300}{6.000}$, o sea más del 95 por 100, debe poder convertirse en trabajo, al menos bajo el punto de vista teórico.

Sin embargo, en los únicos métodos que se han aplicado para la transformación de la energía solar en trabajo mecánico, va envuelta una «degradación» de la energía recibida, perdiendo ésta las cualidades que presentaba como radiación, al transformarse en calor de baja temperatura. La inmediata consecuencia de ello es que la energía transformable en trabajo mecánico, aun teóricamente, pasa del 95 por 100 de 7.000 caba-

llos por fanega al 25 por 100 de dicha cantidad, o sea 1.750 caballos por fanega. Este resultado es además puramente teórico y dista mucho de lo que se puede obtener en la práctica. En efecto, en ciertas regiones, la atmósfera absorbe casi un 50 por 100 de la energía que transmite; en cambio, esta pérdida es mucho menor en los países áridos, ya que el defecto de transparencia a que es debida depende principalmente de la cantidad de vapor de agua contenido en el aire. Como indicaciones acerca de la proporción aprovechable de aquella energía, presentan verdadero interés las cifras contenidas en una memoria leída recientemente ante la Sociedad de Ingenieros de Londres, por Mr. A. S. E. Ackermann, memoria en la cual se hallan resumidos los resultados de los experimentos realizados en la estación para aprovechamiento de la energía solar instalada en Meadi (Egipto).

Las conclusiones de esta memoria, sin embargo, son negativas y los resultados en ella expuestos no permiten considerar como probable una solución práctica del problema. La superficie ocupada por la instalación de aprovechamiento era de 3.510 metros cuadrados aproximadamente y el menor rendimiento obtenido fué de 19'1 caballos, en vez de los 5 o 6.000 que debía haber dado un motor perfecto para la utilización de la radiación directa. El mismo Sr. Ackermann había logrado resultados algo mejores en ensayos realizados anteriormente cerca de Filadelfia, en los cuales la potencia desarrollada por una instalación absorbente de la luz solar ocupando una superficie de 1.660 metros cuadrados había oscilado entre 26'8 y 8'6 caballos, con un término medio de 18'54 caballos.

Estas cifras son características de las dificultades con que se tropieza al intentar recuperar la energía mecánica de los rayos solares, transformándolos en calor. Estas dificultades son, en primer lugar, la enorme superficie ocupada por la instalación, el elevado coste de ésta y la excesiva variabilidad del rendimiento. En una palabra, la energía solar, en la forma en que actualmente puede recuperarse, ofrece, con exageración, todos los inconvenientes que presenta el viento como fuerza motriz.

En efecto, aunque resulte paradójico, los motores de viento no son económicos, sino en circunstancias excepcionales, cuando la cantidad total de potencia requerida es relativamente insignificante y cuando no es condición necesaria la regularidad del funcionamiento. Se admite que el rendimiento de un molino de viento de 13 metros de diámetro es de 8 caballos aproximadamente, y su coste es de unas 10.000 ptas., o sea 1.250 ptas. por caballo. Las horas de trabajo útil que puede dar este aparato no abarcan más de la tercera parte del tiempo total, y aun así, aquellas horas de funcionamiento eficaz se hallan repartidas del modo más irregular.

Bajo este punto de vista, una estación de aprovechamiento de la energía solar, en un clima favorable, sería sin duda algo menos caprichoso, pero a pesar de esta relativa inferioridad y de la enormidad de sus dimensiones con relación a su rendimiento, el molino de viento queda todavía notablemente superior al mejor motor solar construido hasta hoy.

En la instalación de Meadi, descrita por Mr. Ackermann, los generadores de vapor formaban una serie de elementos, consistiendo cada uno de ellos de una caldera de hierro fundido de 87'5 m/m. de ancho por 368 m/m. de profundidad y 61 m/55 de longitud. Estas calderas estaban colocadas cada una en el centro de un espejo parabólico de la longitud indicada y de unos 14 pies de anchura máxima. La instalación comprendía cinco de estos espejos cuya parte reflectora era constituida de vidrios planos plateados, fijados sobre una superficie parabólica. Estos enormes espejos estaban montados sobre rodillos que permitían modificar su posición para seguir el movimiento del sol en su ca-

rrera diaria del Este al Oeste. Se observó que la presión de marcha más favorable para el funcionamiento de la instalación era de 6 1/4 libras. La maquinaria era de un tipo muy especial permitiendo un mejor aprovechamiento del vacío que las máquinas reciprocas ordinarias. En algunos ensayos preliminares, excelentes resultados habían podido lograrse con máquinas de este tipo, habiéndose realizado una eficacia de hasta 52'7 por 100, proporción notable, sin duda alguna, para una máquina que desarrolla solamente 29'6 caballos con vapor suministrado a la presión de 15'8 (absoluta) y con un vacío en el condensador de 700 m/m. Para un rendimiento reducido, como éste, la máquina reciproca es ciertamente superior a la turbina; pero, si fuera prácticamente realizable, bajo el punto de vista económico, la construcción de una potente instalación para aprovechamiento de la energía solar, sería entonces ventajosa la sustitución de aquel tipo de máquina por una turbina, con la cual se conseguiría fácilmente una eficacia superior.

De los ensayos realizados en Meadi puede deducirse la conclusión de que la máquina no funcionó satisfactoriamente, siendo excesivamente elevado el consumo de vapor; pero, aun en la hipótesis de que la eficacia de la máquina hubiera sido igual a la de una turbina de grandes dimensiones, el rendimiento en caballos no hubiera sido superior a 70 unidades por fanega, de modo que para asegurar el funcionamiento de una central de 1.000 kilovatios la instalación absorbente de radiaciones solares debería ocupar una superficie de unos 56.700 metros cuadrados. Y, probablemente, en una tal instalación, aun en las mejores condiciones atmosféricas, no sería posible producir fuerza durante más de 3.000 horas por año; bastan estos datos para poner en evidencia los inconvenientes del sistema.

El rendimiento mejoraría, indudablemente, si se pudiera elevar la presión a 200 libras por pulgada cuadrada, pero es muy posible que, dadas las condiciones de exposición al aire en que deben estar colocadas las calderas calentadas por los rayos solares, las pérdidas por inducción compensen entonces todas las ventajas que hubieran podido obtenerse por este aumento de presión. Si el aparato pudiese estar protegido contra los vientos, podrían alcanzarse, sin duda, temperaturas muy elevadas, pero se tropezaría con grandes dificultades para utilizarlas. Puesto que la temperatura de la radiación solar es la de la fuente de donde emana, no hay, físicamente, obstáculo alguno a que se puedan obtener temperaturas elevadísimas, con un aumento correspondiente en la eficacia de Carnot. En otros términos, la teoría demuestra que un cuerpo expuesto a las radiaciones solares en condiciones tales que pudiera conservar la totalidad del calor absorbido, sin que fracción alguna del mismo le sea sustraída por el ambiente, alcanzaría una temperatura igual a la del sol, aun sin concentración de los rayos solares; bajo este punto de vista sería muy interesante determinar la temperatura que podría obtenerse en el vacío, en el interior de un frasco plateado. En la práctica, sin embargo, tratándose de altas temperaturas, la diferencia entre la eficacia indicada por el teorema de Carnot y la que puede realmente obtenerse aumenta rápidamente. Esta particularidad es conocida desde mucho tiempo de los fabricantes de motores de gas, los que han observado que cuando la temperatura excede de cierto límite, las pérdidas de calor en las paredes del cilindro crecen con tal rapidez que anulan por completo los efectos de la mayor eficacia que podría obtenerse del mejor aprovechamiento de la energía del calor. En los motores de gas, el aprovechamiento de temperaturas de 2.000° C., se realiza en condiciones relativamente buenas; en cambio, no existe medio alguno que permita la transformación en trabajo mecánico de tales temperaturas, obtenidas por la concentración de los rayos solares. Si la máquina funcionando

por medio de la energía solar ha de ser una máquina térmica, debería ser, según parece, una máquina de baja temperatura y esta circunstancia lleva naturalmente aparejada una deficiencia sensible bajo el punto de vista de la eficacia, deficiencia que sería todavía mayor, en la práctica, de la que la teoría indica. Pero, por deficiente que sea el aprovechamiento directo del calor solar para la producción de trabajo, este procedimiento es sin duda por lo menos igual al método seguido por la misma Naturaleza para la conversión de la luz solar en una forma que permita su utilización. Una cantidad de materia (agua, en mayor parte que no excede de algunas toneladas por hectárea es el producto de la transformación, durante muchos meses, de la radiación en energía química. Para producir los 1.000 millones de toneladas de carbón extraídos anualmente por la misma Naturaleza para la conversión de la luz solar en una forma que permita su utilización. Sin embargo, la energía así almacenada no puede ser transformada en trabajo mecánico sin una importante pérdida que los adelantos futuros de la industria no podrán reducir mucho. Aun en el motor Diesel, sólo un 33 por ciento de la energía contenida en el combustible es aprovechada, pudiendo utilizarse como caballos efectivos, mientras las otras dos terceras partes se pierden al escape de la máquina.

No hay duda de que, si es dado a la civilización continuar su marcha ascendente, la posteridad descubrirá, en día más o menos lejano, un sustituto para el carbón cuyas reservas van disminuyendo con rapidez desconcertante. Varias consideraciones inducen a pensar que la luz solar podrá convertirse, en tiempos aun remotos, en aquella anhelada fuente de energía, pero es muy dudoso que la transformación de la radiación en trabajo mecánico sea realizada por el procedimiento altamente rudimentario e ilógico de transformar aquella energía en calor, con la inevitable pérdida que entraña tal transformación.

Teóricamente, la conversión directa y eficaz de la radiación en trabajo es posible, pero como que el único mecanismo hasta hoy inventado para realizarla requiere la construcción de una especie de turbina cuya velocidad de rotación fuese análoga a la de la luz, o la fabricación de reflectores absolutamente perfectos, queda una distancia inmensa entre aquella posibilidad teórica y su realización práctica. Solo podrá conducirnos a la solución deseada un método indirecto que permita evitar a la vez los inconvenientes de los artefactos cuyas pruebas han sido realizadas hasta hoy y los obstáculos insuperables que hacen imposible la acción directa de la radiación sobre las máquinas productoras de fuerza motriz.

J. B. DE AGUILAR-AMAT.

Mecánica

El contador de gas «Constante»

El contador de gas, Boix, denominado «Constante», constituye un tipo novísimo de esta clase de aparatos medidores que consideramos merece ser descrito para completar la monografía publicada en uno de nuestros números anteriores (1).

Caracteriza a este contador una válvula MP (figuras 1 y 2) en la que, P es el cuerpo fundido de una sola pieza y M el flotador unido por un vástago curvado, mediante una anilla, a la tapeta que, junto con el cuerpo P, forman el cierre de la válvula. Por la parte inferior de este cuerpo sale un tubo que va a empalmar con el sifón U compuesto de dos tubos concén-

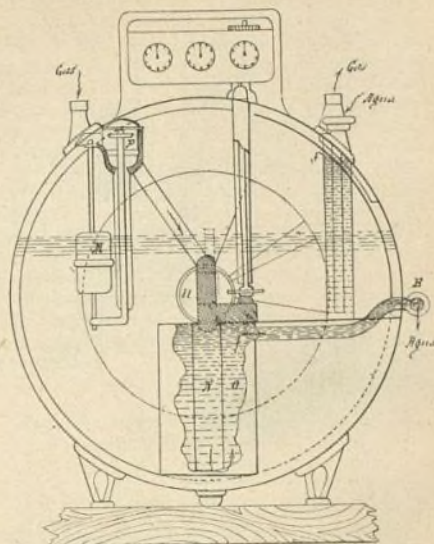


Fig. 1.

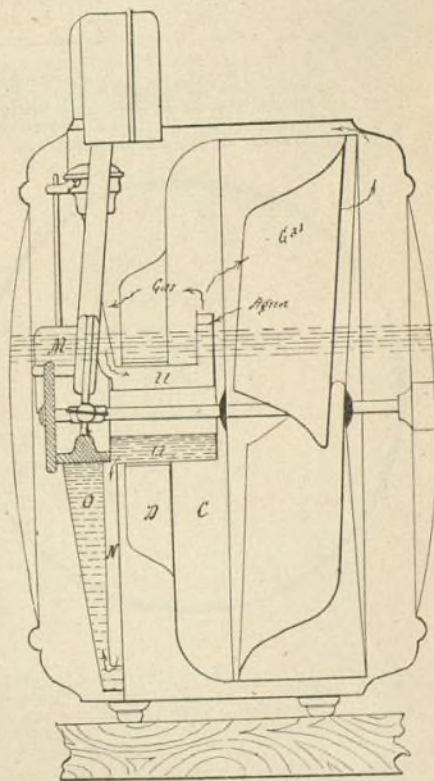


Fig. 2.

(1) Véase pág. 129.

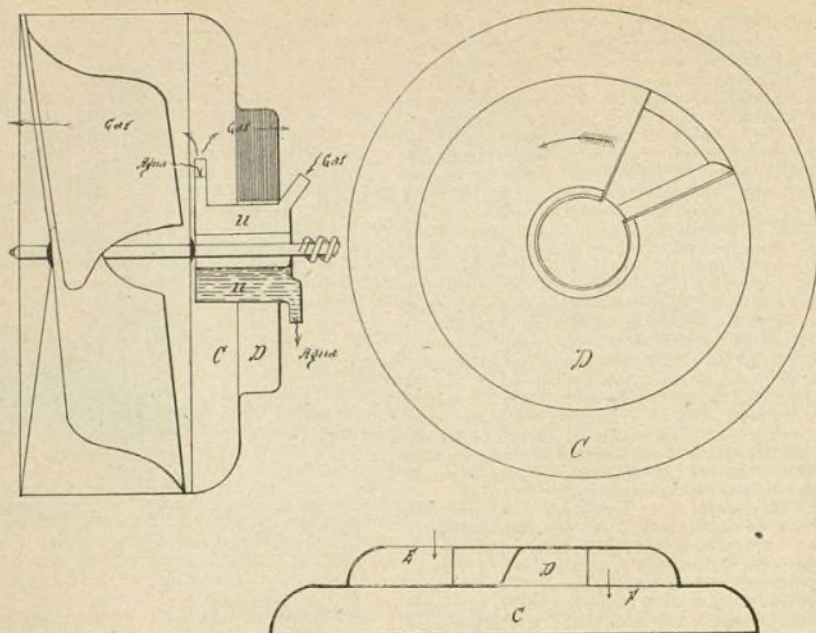


Fig. 3.

tricos soldados por los extremos y formando, por lo tanto, un cilindro de doble pared por cuyo centro, en sentido longitudinal, pasa libremente un eje que de ningún modo puede entrar en contacto con el gas con-

iguales siendo el más corto el nivel de agua y el más largo el destinado a dar salida al gas que proviene de la válvula P para poner en movimiento el cuadrante graduado o tambor. El agua de exceso recogida por el tubo corto o nivel pasa y desciende por la cámara U de la que por el orificio infero-anterior se vierte en la caja hidráulica O por el paso N.

La caja hidráulica está dotada de un brazo tubular de desagüe cuyo extremo B está curvado hacia arriba formando una subida superior a 15 centímetros en su salida al exterior del contador, constituyendo así un sistema sifoide con la caja hidráulica O y el tubo N.

La disposición de los órganos descritos, implican, como es fácil notar, la mayor altura hasta hoy conseguida, de nivel, en la caja hidráulica, de modo que este contador puede soportar la presión respetable de 115 milímetros del manómetro de agua con el orificio de desagüe completamente abierto, casi el doble de lo que soportan los demás sistemas cuya presión interna abierta alcanza a lo sumo 60 milímetros, siendo mayor la presión del gas, en la mayoría de los casos, lo cual constituye un serio peligro de explosión.

Las figuras 2, 3 y 4 representan las diferentes partes del dispositivo de cuadrante o tambor adecuado a la particular estructura de los demás órganos descritos de este contador. La particularidad más saliente de este cuadrante es el casquete C, cuya parte saliente D está formada por una pala en espiral con ranura de entrada E y de salida F para dar paso, al montarlo, dando una vuelta al tambor, a los tubos del sifón U que forman un sistema de mayores dimensiones que el diámetro del orificio central del tambor.

Por último, hay que advertir la posición perfectamente centrada del tubo de nivel de agua o rebosadero, en el interior del aparato, cuya circunstancia determina su invariabilidad respecto al nivel del agua en cualquier inclinación que pueda afectar el aparato, siendo por lo tanto imposible que el contador pueda perder la menor cantidad de agua y de aquí su cualidad de ser un perfecto medidor de nivel y constante.

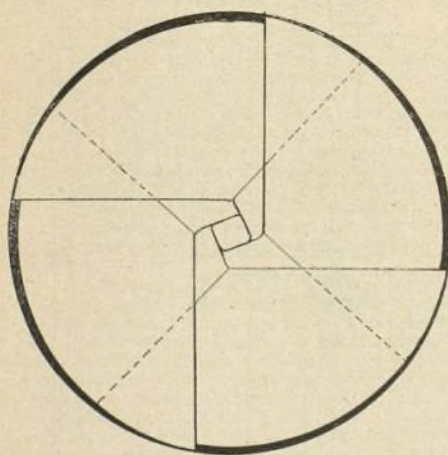


Fig. 4.

tenido entre las dobles paredes del sifón. La cámara de gas así formada por los dos tubos concéntricos está abierta al exterior por tres orificios, practicados, uno, en el exterior súpero-posterior, otro en el infero-anterior y el tercero en la cara o base anterior del cilindro en el que empalma un tubo inclinado que comunica con la válvula P y de la cual hace solidario al sifón U. El orificio posterior de éste tiene dos tubos unidos des-

Procedimientos industriales

La fabricación de los fluosilicatos y su empleo

La mayor parte de los fabricantes de superfosfatos ignoran que pierden actualmente un sobre-producto de su fabricación del que podrían obtener un resultado apreciable; nos referimos a la fabricación industrial de los fluosilicatos y del ácido fluosilícico.

El principal de entre ellos, el que es el punto de partida de la fabricación de los demás, el fluosilicato de sodio, se utiliza en la industria de piedra artificial bajo el nombre de fluatos, para el cual la casa Kessler de Clermont-Ferrand ha obtenido patentes. El ácido fluosilícico sirve igualmente, en el procedimiento Rivière, para la precipitación de la potasa de las melazas. La sal soluble de potasio, separada, es en seguida tratada por un ácido fuerte y el ácido fluosilícico obtenido puede servir de nuevo. Tiene tal vez otras aplicaciones que ignoramos.

El ataque de los fosfatos sedimentarios y de los fosfatos de los terrenos primitivos, en una palabra, de todos los fosfatos minerales en general, por el ácido sulfúrico, da el ácido fluorhídrico que, en presencia de la sílice da un fluoruro de silicio Si F^4 .

Sabido es, desde los experimentos de Lasne y Carnot, que cuanto más antigua es la fecha de formación de un fósforo mayor cantidad contiene de fluor y lo mismo en el estado de clorofosfato:

$$\left[\text{P}^3 \text{O}^3 \text{Ca}^2 \text{F} \right]^2 = 2 \left[\left(\text{P}^3 \text{O}^3 \text{Ca}^2 \right), \frac{3}{2} + \text{Ca F}^2 \right]$$

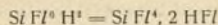
como de ganga, de $\text{Ca F}^2 \text{C}$ (fluorina); pero la una y la otra de estas formas dan en presencia del ácido sulfúrico HF^1 .

Pocos son los fosfatos incluso los sedimentarios que no contienen partes de transporte (Sorel, *La gran- de Industrie Chimique*, p. 548), procedentes del ataque de las apatitas primitivas por las aguas cargadas de ácido carbónico de tal suerte que:

$$\text{P}^3 \text{O}^3 \text{Ca}^2 \text{F} = \frac{3}{2} \left[\text{P}^3 \text{O}^3 \text{Ca}^2 \right] = \frac{1}{2} \text{Ca F}^2$$

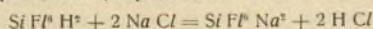
redepositándose por consiguiente da productos tanto más ricos en Ca F^2 cuanto el fosfato considerado es más antiguo, de tal suerte que según dice el mismo autor citado, A. Carnot ha podido diagnosticar la edad de ciertas hosamentas por la dosificación del fluor más rigurosamente que por la dosificación más ambigua de la materia orgánica persistente. Cuanto más antigua es la hosamenta más cargada está de fluoruros, es decir más apatita hay formada en él.

El fluoruro de silicio en las condiciones del experimento, es decir en presencia del ácido fluorhídrico en exceso, da:



bajo forma de vapores.

Si estos vapores son recogidos en una torre cuadrada de madera forrada de plancha de plomo por la cual suben y se hace manar una solución saturada de sal por la misma, se producirá:



Este cuerpo $\text{Si F}^4 \text{Na}^2$ es insoluble en el agua acidulada clorhídrica. Bastará pues, por una filtración adecuada (sobre arena y recipientes inatacables por los ácidos) separarla del agua ácida para recuperarla. Esto presenta un cierto interés, porque no hay que olvidar que este producto que puede decirse no nos habrá costado nada, se vende corrientemente a 1 peseta el kilogramo.

Las sales se venden a los siguientes precios: sal de estronciana, 350 pesetas el quintal; sal de cinc, 187 pesetas; sal de cromo, 350 pesetas; sal de plomo, 137 pesetas; sal de calcio 250 pesetas, sal de hierro, 150 pesetas; sal de magnesio, 145 pesetas; sal de aluminio, 250 pesetas.

Tomemos, para fijar mejor las ideas, fosfatos bien conocidos y diferentes como son los de Quercy; con proporción, en general de 1 a 2 por 100 de fluor = 2 a 4 por 100 Ca F^2 .

	$\frac{1}{2} \text{Ca F}^2$ término medio
Fosfatos siluricos de Podolia	= 7,3
» nodulosos de Auxois	= 6
» » del Boulonnais	= 5,3
» del Loire	= 6,1
Pecblas de Carolina y Florida	= 7

El término medio de todo es el 6 por 100, correspondiente al 3 por 100 de F^1 .

Supongamos una buena fábrica moderna que produzca por jornada 30 toneladas de ácido 53°, de las que 10 van a la concentración, venta y otros. Restan 20 toneladas de ácido 53°, o sea, en cifras redondas, 25 toneladas de fosfatos tratados por jornada = 45 a 50 toneladas de superfosfatos. Calculemos que mandamos a la chimenea:

25 toneladas de fosfatos al 3 % de Fluor hacen 7 quintales, 5 de F^1 o sea:

$$7,5 \times \frac{\text{Si F}^4 \text{Na}^2}{\text{F}^1} = 7,5 \times 1675 = 12,6 \text{ quintales de Si F}^4 \text{Na}^2$$

que es, pues, por jornada:

$$12,6 \times 50 \text{ pesetas} = 630 \text{ pesetas}$$

que hoy no aprovechamos.

¿Cuáles serían los gastos?

Un sencillo aparato de madera y hierro del modelo más simple aspiraría los gases del bastidor y del foso y los obligaría a pasar por la torre donde circularía la salmuera.

Los obreros a cargo de los cuales va la vigilancia de las cámaras, mediante una prima podrían ocuparse a la vez, de hacer pasar y volver a pasar si necesario fuere las salmueras hasta la reacción completa. De otra parte, los obreros del foso o su contramaestre o encargado podría vigilar la marcha. Pasaremos sin insistir sobre el lado humanitario de la cuestión. Los obreros de los fosos no correrían ya el peligro de asfixiarse y su trabajo sería mucho menos penoso; y todo aquel que ha fabricado o conoce la fabricación de los superfosfatos sabe la importancia que este detalle tiene.

Ciertas fábricas de fosfatos y superfosfatos están de tal modo fluoradas que les es difícil reclutar personal.

Para hacer un resumen diremos que con esta innovación se logra; mayor beneficio, una prima para obreros, menos recriminaciones y amenazas de huelga y

trabajo más agradable para todos, pues ningún propietario de fábrica, por endurecidos que tenga los sentimientos humanitarios, ve con indiferencia el sufrimiento de los obreros que acortan su vida para enriquecerle. Bien vale la pena de estudiar la cuestión con cariño.

Existe en Flandes una fábrica que practica esta innovación y gana dinero. No hay razón, por tanto, para que todas las demás fábricas no hagan lo propio.

He aquí los precios en francos por 100 kilogramos de una casa francesa que es la única que sepamos que se dedica a fabricar fluosilicatos, a casa Kessler, de Clermont-Ferrand:

Fluato doble cristalizado	250
» » licor normal a 40° Baumé	125
» de magnesio cristalizado	250
» » licor normal a 20/25° Baumé	100
» de cinc cristalizado	250
» » licor normal a 40° Baumé	125
» arcilla a 40° Baumé	125
» de aluminio ácido a 15° Baumé	70
» de hierro a 35° B.	200
» de cobre a 35° B.	290
» de cromo a 35° B.	200
» de plomo a 40° B.	125

A. HUTIN.

(Revue de Chimie Industrielle).

Fabricación de los cristales para anteojos

Sabido es que el ojo humano puede ser comparado a una cámara oscura o cámara fotográfica en la cual el iris, taladrado en el centro de la pupila, representa el papel de diafragma, el cristalino el de lente convergente y cuya placa sensible no es otra cosa que la retina.

A pesar de su perfección habitual, puede darse el caso que el cristalino o córnea tengan una convexidad demasiado grande o muy pequeña, irregular también, o que, con la vejez, produzca una disminución del humor acuoso, y del cuerpo vítreo y tal vez un aplastamiento y una retracción del cristalino.

En cada uno de estos casos la visión se hace confusa, y la imagen se forma delante o detrás de la retina o es defectuosa (astigmatismo).

Son estas, por fortuna, alteraciones de la visión que es fácil de remediar por el empleo de lentes apropiados, provistos, como en el caso de miopía por ejemplo, de vidrios cóncavos que disminuyen la convergencia de estos mismos rayos.

La fabricación de estos cristales tiene una gran variedad, en razón a los focos diferentes que deben presentar a fin de poder adaptarse a los diferentes grados de miopía o presbicia, y exige una sucesión de operaciones muy curiosas, que describiremos sucintamente.

Empléase en esta fabricación un vidrio especial cuya composición garantiza la duración y calidad, estudiado para atenuar en lo posible las imperfecciones inherentes a una lente simple, que es en suma un vidrio de antejo.

Este vidrio es entregado a las fábricas en hojas de diferentes groesos desde 1 $\frac{1}{2}$ a 10 milímetros, que son necesarios para la obtención de los diferentes focos.

Independientemente de los vidrios incoloros, fabricanse en varios colores: amarillo, ahumado, azul, verde, rojo, analgoscópico, etc., vidrios especiales para ser

adoptados a las necesidades innumerables de la oculística.

La fabricación de un vidrio de anteojos exige una sucesión de operaciones que a continuación describimos:

Las hojas de vidrio son primero cortadas en bandas por medio de un diamante de vidriero, y cada una de estas tiras pasa por las manos de una de las obreras a cuyo cargo corre su verificación, que consiste en descubrir los defectos interiores de estas bandas, como puntos opacos, ampollitas, estrias, etc., que marca con tinta china. Las tiras pasan después a las cortadoras encargadas de cortar los vidrios. Estas obreras, sentadas frente de una pequeña máquina cortadora, sitúan la tira de vidrio en el zócalo de la máquina, en el sitio mismo donde hay dibujado un óvalo o disco y un diamante trazará sobre la tira una figura igual. Dando una vuelta a la manivela, describese sobre la tira (evitando los defectos señalados con tinta) por medio del estilete guarnecido por una punta de diamante, ya una circunferencia o un óvalo perfecto. Basta entonces dejar caer sobre la mesa la tira operada desde algunos centímetros de altura para que se desprendan las porciones cortadas. Otras obreras, con unas pinzas especiales, limpian los bordes cortados.

Una misma hoja de vidrio presenta inevitablemente diferencias de grueso y consecuencia de ello es que los vidrios cortados presentan las mismas desigualdades. Necesario es, por tanto, proceder a su clasificación, indicada por medio de 26 números convencionales que representan otros tantos groesos diferentes que servirán para obtener los diferentes focos. El aparato que opera esta clasificación compónese esencialmente de una mesa horizontal de poco ancho provista a cada lado de una tabla inclinada en la cual existen hendeduras, en número de 7 para cada tabla y a las cuales corresponden a uno y otro lado 7 prolongadas cajas. Encima de esta tabla, una barra horizontal es atravesada por 14 piezas de hierro en forma de tornillos fijos por tuercas a esta barra y cuya altura por encima de la mesa horizontal es regulada de $\frac{3}{10}$ en $\frac{3}{10}$ de milímetro.

Los vidrios son tomados uno a uno por la operaria y pasados por los dientes del aparato hasta el momento en que siendo su grueso igual a la hendedura pasa por esta y cae dentro de su correspondiente caja junto con los demás vidrios de aquel grueso.

Los vidrios redondos u ovales clasificados por groesos, son reunidos por cantidades que varían según los focos, acompañados de una etiqueta que indica el número de vidrios y el foco por obtener, constituyendo entonces lo que se denomina *blocs*.

Estos *blocs* pasan a obreros que los caldean fuertemente sobre hornillos especiales, los embardurnan por una de sus caras con un cemento muy maleable a base de pez, en muy mínima cantidad.

La fase siguiente del trabajo consiste en desbastar el vidrio, es decir, a darle aproximadamente el grado de curvatura que debe engendrar tal o cual foco. Para ello el obrero; instalado frente a su torno, pone en contacto el vidrio, que retiene en la mano, con una herramienta de fundición que gira a gran velocidad, y con la otra mano pasa sobre la herramienta el gres húmedo que desgasta el vidrio y le da la curvatura deseada.

Los vidrios así desbastados son en seguida yuxtapuestos sobre otra herramienta convenientemente cal-

deada que tiene con poca diferencia la misma curvatura que estos vidrios y se pegan entre sí por medio de la masa de cemento a la cual se adhieren.

Los vidrios destinados a dar superficies convexas, *blocados* sobre la superficie externa de una porción de esfera, son puestos en contacto con la cara interior de un casquete esférico en movimiento, cubierto de polvo de esmeril cada vez más fino y llevados convenientemente a una curva perfecta.

Los vidrios *cóncavos* son *blocados* en el interior de un casquete esférico y puestos en movimiento sobre una porción de esfera o *bala* y con el mismo procedimiento llevados a una curva determinada.

Ya no queda más que pulir estos vidrios con ayuda del rojo de Inglaterra, materia que el obrero pulimentador vierte sobre *balas* (para vidrios cóncavos) o sobre una superficie cóncava (para los vidrios convexos) cuya superficie está cubierta de un fieltro especial que frota sobre los vidrios.

Las máquinas pulimentadoras para vidrios esféricos son ordinariamente agrupadas de cuatro en cuatro, y el casquete es móvil y está fijado angularmente en la extremidad de un árbol vertical, el cual, por una montura excéntrica, se mueve circularmente sobre el casquete inmóvil.

Terminado este primer pulimento, el vidrio hecho cóncavo o convexo sobre una sola de sus caras, queda en bruto sobre la otra cara.

Cierta categoría de vidrios baratos entégase en este estado, sin ningún otro pulimento en la cara contraria, dándosele el nombre de *koylos*.

Si el vidrio, por el contrario, debe ser biconvexo, bicóncavo o periscópico, hay que hacerle pasar una segunda vez por las fases de trabajo enumerados, quedando la parte pulida protegida por una capa de cemento y la otra sometida a la acción del gres, del polvo de esmeril y del rojo de Inglaterra.

Cuanto más cóncavo o más convexo debe ser el vidrio más pequeño es el radio de la *bala* o de la concavidad.

Los radios de curva empleados para los vidrios de anteojos varían por consiguiente de $R = 25$ mm. hasta $R = 4$ metros; ello dará idea de la enorme cantidad de material y herramientas que debe poseer una fábrica bien montada.

Tan pronto queda terminada la primera superficie de vidrios cóncavos o convexos, hay que desprenderlos de la masa de cemento que los retiene formando bloque y a la cual se adhieren fuertemente. Esta operación se obtiene por un procedimiento especial que hace que los vidrios se desprendan de su alvéolo con gran facilidad. Este trabajo de desencolado ha de repetirse naturalmente después que la segunda superficie es pulida a su vez.

Las obreras que desprenden los vidrios de su bloque los colocan en una especie de correderas provistas de hendiduras donde aquéllos reposan sobre su canto. Los vidrios en este momento están sucios de rojo, de cemento y hay que proceder a limpiarlos. Para ello las correderas son llevadas a otra sección de lavado e introducidas dentro de recipientes de plomo llenos de agua en solución con ácido sulfúrico al $\frac{1}{10}$, en cuyo baño permanecen de 8 a 10 horas, después de lo cual se las retira, lava en agua corriente y seca. Quedan perfectamente limpios, y dispuestos a ser seleccionados.

En una sala iluminada de modo apropiado para el trabajo, se revisan los vidrios uno por uno, separando y devolviendo al taller los que presentan algún defecto de trabajo, comprobando los focos, clasificándolos por dimensiones, gruesos, por géneros, *bi-convexos*, *bi-cóncavos*, *plano-cóncavos*, surtiendo por tonalidades iguales los vidrios de color.

Cristal de roca.—Además del vidrio blanco y de color empleado en la fabricación de vidrios para lentes o anteojos, hácese uso también, en esta fabricación, del cristal de roca procedente de América del Sur y Madagascar.

Este cristal de roca o cuarzo hialino, es expedido en balas de unos 100 kilogramos de peso, cosidos, por así decirlo, dentro de la piel de un animal sacrificado recientemente. Esta piel aún caliente y flexible en el momento del emble, no tarda en secarse y endurecerse, formando a la llegada, con los cristales, un verdadero bloque. Estos cristales son colocados sobre sus bases perpendicularmente a las aristas de cristalización. Son seguidamente fijados por esta base sobre un plano vertical y, por medio de cables de acero que arrastran materias pulverulentas extremadamente duras y humectados con agua, roñando sobre poleas paralelamente la una a la otra, desplegándose siguiendo su eje, el cristal es cortado en hojas que son seguidamente trabajadas igual que el vidrio ordinario.

Los lentes de cristal de roca, fuera de su transparencia, presentan la particularidad de no empañarse o lo hacen muy poco cuando la persona que los lleva pasa de una atmósfera exterior fría a la de una sala caldeada y saturada de vapor de agua.

Su coste es elevado en razón al gran desperdicio y precio inicial y en razón también a los defectos naturales que presentan y a la dificultad de obtener lentes que sean rigurosamente perpendiculares al eje, para evitar los efectos de la bi-refringencia, a la vez que por la dificultad de trabajar esta materia.

Independientemente de los vidrios de antejo de forma oval o redonda y de curvatura esférica, fabricase también un *vidrio cilíndrico*. Este vidrio, cortado en cuadrado, es trabajado sobre una porción de cilindro de curvatura apropiada, mientras que los vidrios redondos u ovales lo son sobre una porción de esfera.

Todas las fases de fabricación de este género de vidrios son las mismas que para los demás, de los que no difieren más que por su forma cuadrada y su curvado, engendrado por un cilindro, de un radio más o menos grande, según el número por obtener. Los vidrios cilíndricos son entregados plano-cilíndricos, es decir, con su segunda cara trabajada plana o bien esfero-cilíndricos, es decir, con la segunda cara con una superficie esférica de número apropiado.

Pero en todos los casos, sean plano-cilíndricos o esfero-cilíndricos, constituyen una categoría muy caracterizada de vidrios especiales, apropiada a las diferentes alteraciones de la visión, objeto exclusivo de recetas facultativas que sacan partido de la propiedad que tiene el cilindro de corregir el astigmatismo, defecto tan frecuente de la visión.

Fabricanse también vidrios especiales llamados *tóricos*, que reproducen de un modo fiel la forma del ojo, y que constituyen un progreso enorme sobre los otros géneros de vidrios. Este vidrio tórico es pulimentado sobre una pequeña máquina creada para este uso.

Lubrificantes mixtos

Conócense diversos procedimientos para la preparación de los lubricantes mixtos; pero los más importantes son los dos que describimos a continuación.

Uno de ellos consiste en calentar en una caldera el aceite junto con las materias sólidas; en añadir una lechada de cal en proporción de 0,5 por cada 100 kgs. de cuerpos grasos, cuando éstos ya están fundidos; en adicionar en seguida la mitad del aceite mineral que deba emplearse, haciendo hervir el todo hasta que la masa tenga la consistencia requerida y agitando entre tanto; en agregar el resto del aceite mineral, sin que cese la ebullición durante cierto tiempo en dejar en reposo la masa, cuando se considera que ha hervido bastante, y en extraer el agua, por último, para depositar el resto del compuesto en los recipientes donde debe conservarse y expedirse.

Para operar con el otro método se procede así: Ante todo se funden en una caldera todas las materias sólidas que deban entrar en la preparación y cuando eso se ha conseguido se adiciona, el aceite vegetal o animal, una lechada de cal y aceite mineral, este último en pequeñas cantidades mientras la mezcla hierve dulcemente. Cuando ésta tiene una consistencia untuosa, lo que se comprueba por ensayos sucesivos después de dejar enfriar una pequeña porción de la materia, se apaga el fuego, se deja en reposo el compuesto durante dos horas, se extrae el agua y, por último, se vierte lo que resta en la caldera en los recipientes donde debe conservarse y expedirse, haciéndolo pasar por tamices adecuados para retener las impurezas que pudiera contener.

La mezcla de los aceites y grasas se efectuará a una temperatura no inferior a 50°.

Fórmulas de lubricantes mixtos*Para locomotoras***I**

Aceite mineral sin parafina	770	partes
Aceite de colza	180	»
Cal apagada	43	»
Aceite de palma, obtenido de los huesos del fruto	4	»
Lejía de sosa a 35° B.	1,5	»
Colofonia	1,5	»

Para la preparación de este producto, muy excelente, se procede así: Antes todo se coloca en la caldera el aceite de colza adicionado a igual cantidad de aceite mineral y a la cal apagada. Después de calentada la mezcla durante cierto tiempo, se agrega la lejía de sosa y la colofonia. Cuando, en virtud de la acción de la lejía, se saponifica la mezcla, se añade el aceite de palma y el resto de aceite mineral y se hace hervir durante algún tiempo. Después se apaga el fuego, se deja en reposo el compuesto durante tres horas, se extrae el agua y se agita lo que resta en la caldera hasta que tome la consistencia requerida, consistencia que se comprobará con la espátula y será la debida si forma filamentos.

*Otra fórmula***II**

Aceite mineral americano de densidad 0,903	600	partes
Petróleo ruso Nobel n.º 1	100	»
Grasa de Yorkshire saponificable	160	»
Cristales de sosa licuados	140	»

Este compuesto se prepara haciendo fundir ante todo la grasa; adicionándola luego a los aceites mine-

rales en la caldera, sin que disminuya la temperatura mientras la mezcla no sea homogénea; dejándola descender hasta 40° cuando eso ocurra y añadiendo entonces los cristales, agitando durante cierto tiempo.

*Otras fórmulas***III**

Aceite de resina	300	partes
Petróleo	300	»
Aceite de colza	150	»
Aceite de linaza	180	»
Cal	70	»

IV

Petróleo	630	partes
Aceite de linaza	189	»
Aceite de ceresina	126	»
Magnesia	24	»
Cal	31	»

V

Petróleo	630	partes
Aceite de linaza	189	»
Aceite de ceresina	126	»
Cal	55	»

VI

Petróleo	625	partes
Aceite de colza	250	»
Aceite de coco	62,5	»
Cal	62,5	»

VII

Petróleo	625	partes
Aceite de linaza	157,5	»
Aceite de ceresina	157,5	»
Cal	60	»

VIII

Petróleo	287	partes
Aceite de resina	287	»
Aceite de colza	153,5	»
Aceite de linaza	201,5	»
Cal	71	»

IX

Petróleo	605	partes
Aceite de colza	183	»
Aceite de ceresina	122	»
Cal	90	»

X

Sebo de cordero	200	partes
Grasa de Yorkshire, saponificable	80	»
Petróleo de densidad 0,908	130	»
Agua	460	»
Cristales de sosa	130	»

Este último producto es excelente y se prepara disolviendo la sosa en el agua; elevando la temperatura a 50 o más grados; agregando entonces el sebo y la grasa, teniendo cuidado de agitar hasta que la mezcla sea homogénea, y adicionando por último en pequeñas porciones el petróleo.

*Para máquinas a alta presión***I**

Aceite para cilindros, filtrado	900	partes
Aceite de algodón, refinado	50	»
Sebo	50	»

Para preparar este compuesto, mézclense el aceite de algodón y el sebo, adicionese luego una lechada de cal elaborada con 3 litros de agua y 0,5 kgs. de cal apagada y agréguese en caliente el aceite para cilindros, agitando sin cesar hasta que la mezcla sea homogénea.

II		
Sebo.	450	partes
Grafito	245	»
Aceite para cilindros	245	»
Ceresina amarilla	52,5	»
Sosa cristalizada, en polvo	7,5	»

Se elabora este lubricante, mezclando el sebo y la ceresina, adicionando luego la sosa, vertiendo la mezcla en el aceite, agitando, e incorporando por último el grafito.

III		
Aceite para cilindros	540	partes
Petróleo de densidad 0,908	300	»
Sebo de huesos	100	»
Ceresina amarilla	52,5	»
Sosa en cristales, pulverizada	7,5	»

Prepárase la mezcla, uniendo el sebo, la sosa y la ceresina, adicionando en caliente el petróleo y agitando hasta que la mezcla sea homogénea.

IV		
Sebo de carnero.	500	partes
Petróleo para cilindros	445	»
Ceresina amarilla	47,5	»
Sosa cristalizada	7,5	»

La preparación se efectúa fundiendo el sebo y mezclándole con la ceresina; adicionando luego la sosa, agitando y vertiendo, por último, la mezcla de los tres productos en el petróleo, agitando hasta que la disolución sea completa.

V		
Prepárese una mezcla con		
Petróleo ruso de densidad 0,886	850	partes
Aceite de resina refinado	150	»

Tómese de ella 550 partes y adiciónese a la mezcla de

Aceite de caballo	200	partes
Aceite de pescados	150	»
Naftalina en bruto	100	»

y se obtendrá un excelente lubricante, especial para cilindros de máquinas y frenos.

Para cadenas

Grafito	250	partes
Ceresina.	60	»
Sebo.	500	»
Aceite de vaselina	240	»

Para vehículos

I		
Sebo	125	partes
Aceite de palma.	150	»
Agua.	700	»
Carbonato sódico	25	»
II		
Sebo.	160	partes
Aceite de palma.	130	»
Agua	700	»
Carbonato sódico	10	»
III		
Agua	588	partes
Asfalto	235	»
Pez negra	59	»
Litargirio	59	»
Petróleo.	59	»

Para elaborar esta grasa, se hace fundir en una caldera la pez y el asfalto; se adiciona luego el petróleo, agitando mientras la masa no está licuada; se añade entonces el litargirio y seguidamente el agua en

pequeñas porciones, agitando siempre hasta que la mezcla total sea homogénea.

IV		
Sebo.	645	partes
Manteca de cerdo	160	»
Grafito	35	»
Aceite de palma.	160	»
V		
Sebo.	400	partes
Aceite de pescados	400	»
Azufre	200	»

La preparación se efectúa: fundiendo ante todo el sebo y refinándolo; elevando su temperatura hasta 100°; adicionando entonces el aceite y azufre, agitando sin cesar. A los diez minutos se apaga el fuego y se continúa agitando hasta conseguir un producto homogéneo.

VI		
Sebo.	670	partes
Aceite de pescados	330	»

La mezcla se hace calentando a suave temperatura el sebo, después de fundido previamente, adicionando luego el aceite, agitando continuamente hasta obtener un compuesto homogéneo.

VII		
Sebo.	265	partes
Carbonato sódico	30	»
Aceite de colza	185	»

VIII		
Sebo.	335	partes
Aceite de colza	125	»
Carbonato sódico	29	»

IX		
Sebo.	380	partes
Aceite de colza	80	»
Carbonato sódico	40	»

X		
Sebo.	260	partes
Aceite de pescados	230	»
Carbonato sódico	20	»

En esas cuatro fórmulas, puede agregarse, y es conveniente hacerlo, agua hasta completar las 1,000 partes siempre que se considere que los productos obtenidos con ellas son en exceso consistentes.

XI		
Sebo.	200	partes
Aceite de palma.	125	»
Aceite de colza	20	»
Carbonato sódico	55	»
Agua	600	»

XII		
Sebo.	200	partes
Aceite de palma.	125	»
Aceite de colza	15	»
Carbonato sódico	55	»
Agua	605	»

XIII		
Sebo.	200	partes
Aceite de palma.	125	»
Aceite de pescados	20	»
Carbonato sódico	55	»
Agua	600	»

XIV		
Sebo.	200	partes
Aceite de palma.	125	»
Aceite de pescados	15	»
Carbonato sódico	55	»
Agua	605	»

XV	
Sebo.	225 partes
Aceite de palma.	125 »
Aceite de colza.	11 »
Carbonato sódico.	54 »
Agua.	585 »

XVI	
Sebo.	225 partes
Aceite de palma.	125 »
Aceite de pescados.	11 »
Carbonato sódico.	54 »
Agua.	585 »

XVII	
Sebo.	343 partes
Aceite de palma.	230 »
Carbonato sódico.	50 »
Agua.	377 »

XVIII	
Sebo.	185 partes
Aceite de palma.	270 »
Carbonato sódico.	45 »
Agua.	500 »

XIX	
Aceite de palma.	200 partes
Jabón.	85 »
Carbonato sódico.	15 »
Agua.	700 »

XX	
Sebo.	320 partes
Aceite de palma.	140 »
Aceite de colza.	75 »
Carbonato sódico.	15 »
Agua.	450 »

XXI	
Sebo.	375 partes
Aceite de palma.	123 »
Aceite de colza.	65 »
Carbonato sódico.	24 »
Agua.	413 »

XXII	
Sebo.	290 partes
Aceite de palma.	104 »
Aceite de colza.	70 »
Carbonato sódico.	26 »
Agua.	510 »

Todas las fórmulas XI a XXII, ambas inclusive, dan lugar a productos utilizables no sólo para carruajes, sino también para el engrasado de las diversas piezas de máquinas.

La coloración de los compuestos preparados con ellas es amarillo anaranjado.

En general la preparación de las mezclas que resultan con esas fórmulas, se efectúa como sigue: Ante todo se funde en una caldera el sebo, grasa empleada en casi todas ellas; se le agrega seguida y sucesivamente los aceites, agitando, y se hace ascender la temperatura de esa mezcla hasta 100°; así que esto se consigue, se adiciona el agua con el carbonato sódico disuelto en ella previamente y se eleva el grado de temperatura hasta ebullición del compuesto, agitando entretanto llega esa, sin interrupción y continuando hasta que aquél se solidifique en frío, lo que se comprueba de vez en cuando sacando de la caldera una pequeña cantidad del producto. Obtenida esa solidificación de la muestra o porción que se ensaya, se suspende la operación y se vierte la grasa obtenida en los recipientes donde debe enfriarse y conservarse hasta el momento de destinarlo a la venta.

Otras fórmulas

XXIII	
Naftalina en bruto.	500 partes
Aceite de colza.	500 »

XXIV	
Resina de pino.	220 partes
Aceite de resina.	110 »
Manteca de cerdo.	670 »

XXV	
Aceite de colza.	650 partes
Naftalina.	350 »

XXVI	
Aceite de pescados.	650 partes
Naftalina.	350 »

La preparación del lubricante con la fórmula XXIV se hace fundiendo juntos el aceite y la resina y adicionando luego la manteca, sin cesar de agitar durante toda la operación. La de los productos que resultan utilizando las XXIII, XXV y XXVI, haciendo fundir la naftalina y agregando el aceite, agitando hasta que la mezcla sea homogénea.

XXVII	
Sebo.	375 partes
Grafito.	250 »
Aceite de palma.	250 »
Aceite de pescados.	125 »

Este producto es excelente para el engrasado de ejes de madera y se prepara haciendo fundir a la vez los aceites de palma y pescado, juntos con el sebo, adicionando luego el grafito finamente pulverizado, y agitando después sin cesar hasta que se haya conseguido obtener una mezcla homogénea.

XXVIII	
Aceite de colza.	175 partes
Cal viva.	8,5 »
Agua.	35,0 »
Vaselina en bruto.	869,5 »
Lanolina en bruto.	69,5 »

XXIX	
Aceite de linaza.	15,0 partes
Cal viva.	7,4 »
Agua.	29,6 »
Vaselina en bruto.	888,8 »
Lanolina en bruto.	59,2 »

La preparación se hace mezclando el aceite vegetal, el agua y la cal, y la vaselina, haciéndolos hervir hasta que la mezcla sea homogénea. Conseguido esto se agrega poco a poco la lanolina, agitando hasta que el todo haya tomado una consistencia gelatinosa, en cuyo momento se suspende la operación.

Antes de agregar al aceite el agua y la cal, se prepara con estos dos productos una lechada de cal, que es en la forma como se someten a la ebullición junto con los otros productos citados.

Conviene algunas veces que los compuestos preparados mediante las fórmulas XXVIII y XXIX tengan consistencia más dura que la gelatina y en ese caso debe agregárseles talco en cantidad necesaria para llegar a la consistencia requerida, adición que se efectuará por pequeñas porciones.

No deben utilizarse los mismos productos en verano que en invierno, debiendo escogerse para las épocas de calor las grasas que contengan mayor proporción de sebo y para invierno, por el contrario, las que la tengan menor y en cambio mayor cantidad de aceites.

Para tornillos

Sebo.	500 partes
Grafito.	500 »

Otra fórmula

Sebo	600 partes
Caucho triturado	400 »

La preparación de estos compuestos se hace mezclando homogéneamente el sebo y el grafito o el caucho, filtrando luego y dejando enfriar en recipientes adecuados.

Esos productos tienen el aspecto de masa consistente y dan excelentes resultados para engrasar la tuerca de los tornillos, antes de ser utilizados, y las espitas.

Para cables y correas de transmisión

I

Aceite de linaza	450 partes
Litargirio	200 »
Aguarrás	175 »
Aceite de colza	175 »

La preparación se efectúa haciendo fundir juntos el litargirio y el aceite de linaza y agregando, cuando han tomado una consistencia pastosa, la mezcla del aguarrás y el aceite de colza.

II

Colofonia en bruto	800 partes
Sebo	100 »
Aceite de pescados	100 »

Este preparado es muy adherente y se utiliza para correas que giren alrededor de poleas de madera.

III

Sebo	334 partes
Aceite de pescados	666 »

IV

Estearina	partes iguales
Cera de abejas	
Sebo	

V

Caucho	125 partes
Aguarrás	125 »
Colofonia	125 »
Cera amarilla	125 »
Aceite de pescados	375 »
Sebo	125 »

Este compuesto se prepara haciendo fundir el caucho en pedazos en el aguarrás, adicionando luego la colofonia y la cera, y agregando la mezcla total a la disolución de sebo y aceite de pescados preparada aparte.

VI

Aceite de ricino	910 partes
Sebo	90 »

VII

Petróleo	900 partes
Aceite de espermaceti	100 »

VIII

Petróleo	850 partes
Aceite de colza	150 »

IX

Petróleo	800 partes
Aceite de colza	200 »

Las mezclas resultantes utilizando las tres fórmulas VII, VIII y IX no debieran, en verdad, estar incluidas entre los lubricantes sólidos, puesto que son aceites en vez de grasas; pero lo hemos hecho por constituir lubricantes mixtos.

X

Colofonia	500 partes
Aceite de linaza	250 »
Creta	1.000 »

XI

Aceite de linaza	300 partes
Sebo	300 »
Grafito	300 »
Cera	100 »

XII

Sebo	100 partes
Barniz de aceite de linaza	20 »
Vaselina	1.500 »

XIII

Alquitrán y pez	1.000 partes
Sebo	250 »
Colofonia	250 »

XIV

Alquitrán	500 partes
Pez	500 »
Colofonia	125 »
Aceite de pescados	50 »

Estas cinco últimas fórmulas dan excelentes productos para el engrasado de cables, estando las dos últimas destinadas especialmente a los de composición metálica.

XV

Aceite de olivas	500 partes
Sebo	250 »
Manteca de cerdo	250 »

XVI

Sebo	300 partes
Jabón	200 »
Alquitrán	500 »

Estas dos producen grasas utilizables no sólo para cables de transmisión sino también para ruedas dentadas.

XVII

Ceresina	100 partes
Grasa de lana	400 »
Petróleo	250 »
Grafito	250 »

La preparación del compuesto se efectúa haciendo fundir a la vez los tres primeros productos, agitando, y agregando el grafito a la masa después de rebajar su temperatura de fusión.

XVIII

Vaselina en bruto	700 partes
Sebo	100 »
Colofonia	100 »
Lejía de sosa de 20° B	100 »

Para preparar la mezcla de estos productos, se hacen fundir a la vez la vaselina, el sebo y la colofonia, y cuando está la fusión terminada se agrega la lejía de sosa; esta adición debe hacerse muy lentamente y agitando sin cesar hasta que la masa comience a tomar una consistencia espesa. Entonces se interrumpe la operación y se vierte el producto en los recipientes donde debe enfriarse y con los que ha de remitirse a los lugares de destino.

Para árboles o ejes de rotación rápida

I

Ceresina en bruto	200 partes
Petróleo	800 »

II

Sebo	500 partes
Grafito	500 »

III

Aceite de colza	150 partes
Jabón	150 »
Talco en polvo	200 »
Agua	500 »

Procedimiento de fabricación de la cianamida de calcio

El presente procedimiento patentado por Johan Lidholm y la Dettifoss Power Company, puede ser realizado de un modo casi continuo, haciendo posible una rapidez de producción mayor que con los hornos de retortas generalmente en uso hasta el día.

El carburo es introducido en pequeñas cantidades y de un modo progresivo en una cámara de horno caldeada a alta temperatura, provista de una abducción de hidrógeno, de modo que el carburo se halla en reacción, en forma que el carburo nuevo que entra cae sobre el carburo que se halla en reacción y es caldeado por la reacción de este último, después de la cual la masa de cianamida de calcio es retirada, de una sola vez, de la cámara de reacción.

Mientras que, en los hornos de retortas que se usan hasta el día para la fabricación de la cianamida de calcio, débese regular la temperatura exactamente de modo que en ningún punto exceda del punto de fusión de la cianamida de calcio, pues el avance de la reacción es a la sazón fácilmente interrumpido por la masa de carburo que ha sido vertido en último término en el horno, de suerte que la absorción de hidrógeno puede hacerse sin inconveniente, incluso si una fusión parcial o una concreción ha comenzado a producirse. La reacción puede, por consiguiente, ser efectuada a una temperatura más alta que en los hornos de retorta ordinarios, cargados de una vez, y se obtiene un acortamiento considerable en la duración de la reacción.

Para impedir que la cianamida de calcio formada, por consecuencia de la alta temperatura, se adhiera por combustión a las paredes del horno, y hacer posible el vaciado rápido del mismo, el carburo se introduce preferentemente en un recipiente especial, instalado libremente en el horno, cuyo recipiente puede ser extraído del horno después que esté lleno, hasta la altura que se desee, de cianamida de calcio.

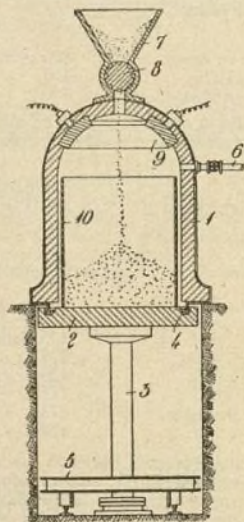
Refiriéndonos al grabado, 1 designa una cámara de horno instalada fija, que tiene de preferencia la forma de una campana o de un cilindro cerrado en su parte alta; 2 es el zócalo del horno, susceptible de subir y bajar por medio de un pistón hidráulico; y 3, una cremallera, tornillo u órgano semejante. La hermeticidad necesaria entre el borde inferior de la cámara 1 y el zócalo del horno cuando este zócalo se halla en su posición más alta, puede ser establecida por medio de un cierre de arena 4 ó de otro cualquier dispositivo apropiado. La cámara 1 es, de acuerdo con el dibujo, instalada directamente sobre el suelo de fábrica, y debajo de éste, es practicada una canal de profundidad tal que el zócalo del horno, con su carga, puede ser llevado bajo la cámara por un carro 5 rodando sobre carriles. Una entrada 6 para el hidrógeno es practicada en una parte cualquiera de las paredes del horno. En éste se dispone, en la parte superior, una tolva de carga 7 con un rodillo de alimentación rotativo 8 provisto de recipientes, de suerte que el carburo pueda ser vertido dentro del horno con una velocidad conveniente. En la misma parte superior dispónese un conductor de resistencia 9, con vistas al caldeo del horno por la electricidad. 10 es un recipiente instalado sobre el zócalo del horno para recibir el carburo llevado al horno o la cianamida de calcio terminada. Dicho recipiente puede ser fabricado de barras cruzadas, tela metálica o plancha perforada, y debe ser de tamaño tal que no llene por completo la cámara del horno, dando acceso al hidrógeno por todos lados.

La fabricación de la cianamida de calcio en el horno descrito puede ser efectuada del modo siguiente:

El horno es primeramente caldeado a alta tempera-

tura (por vía eléctrica, combustión de gas o carbón). Luego el recipiente 10 vacío es colocado sobre el zócalo del horno, después de lo cual el carburo es vertido con una velocidad conveniente dentro del horno. Por consecuencia de la débil cantidad de carburo que llega de una vez en el horno, el carburo que, después del comienzo de la reacción es vertido en el horno, es caldeado incluso directamente por conducción por la cianamida de calcio ya terminada que está debajo. Con una regulación conveniente del caldeo eléctrico, puede obtenerse una velocidad de reacción mayor que con los hornos de cianamida de calcio ordinarios cargados de una sola vez, lo que obedece a que la temperatura, con el presente procedimiento, puede mantenerse más elevada que antes, porque la materia en reacción se halla siempre en la capa superior de la carga y una concreción parcial o fusión de la materia no impide por consiguiente el cumplimiento de la reacción.

Cuando el recipiente 10 está ya lleno, la abducción de carburo se interrumpe. El zócalo 2 del horno se



Aparato para la producción de cianamida de calcio.

baja y la cianamida de calcio terminada es enviada a una cámara refrigerante. Un nuevo recipiente es colocado en seguida en el horno, éste se cierra y después de ello la operación puede volver a empezar, pues el horno, durante el poco tiempo que es necesario para retirar la carga elaborada y la introducción de un recipiente vacío, no ha sufrido notable descenso de temperatura. Para ganar tiempo, puede enviarse a la cámara de refrigeración el zócalo del horno con el recipiente lleno que sostiene, y emplear en el horno un nuevo zócalo para la carga siguiente, que ya puede estar junto al horno, presto para entrar en él.

Para facilitar el comienzo de la reacción al principio de la abducción de carburo, puede instalarse con ventaja un dispositivo de caldeo eléctrico, por ejemplo bajo forma de una masa de resistencia emplazada en la parte superior del zócalo del horno, de suerte que el carburo, incluso al principio de la operación, es caldeado directamente por conducción de calor por el zócalo del horno; de este modo la operación puede comenzarse más rápidamente.

LAS ROTACIONES ULTRA-RAPIDAS

Los constructores buscan el modo de aumentar de día en día en los motores, la velocidad de rotación del árbol principal. Y es que ello presenta grandes ventajas: el acrecimiento de la velocidad disminuye el estorbo del peso, y además simplifica la transmisión a las máquinas o herramientas. En el caso de la máquina a vapor, puede añadirse que las grandes velocidades combaten la influencia molesta de los fenómenos de condensación debidos a la acción de las paredes. Por desgracia el acrecimiento de velocidad de las máquinas de pistón tiene el grave inconveniente de exagerar las fuerzas de inercia, esencialmente variables, de las piezas de movimiento alternativo y de hacer, por consiguiente, muy difícil el equilibrage. El inconveniente es bastante menor en los casos de las máquinas rotativas, porque entonces las fuerzas de inercia reducen sensiblemente a esfuerzos centrífugos de valor constante y esta es, dicho sea de paso, una de las razones que explican, en aviación, el éxito de los motores de cilindros en rotación.

Las turbinas a vapor presentan, pues, desde este punto de vista, una superioridad importante sobre las máquinas de cilindros fijos. Pero en tal caso nos hallamos ante la alternativa de hacer trabajar un vapor completamente expansionado, que se escapa por espacio existente entre la turbina y su cubierta (es el caso de las turbinas llamadas de *reacción*) o bien emplear un vapor expansionado hasta la presión atmosférica y poseyendo por consiguiente, una velocidad enorme (turbinas de *acción*). Dejaremos a un lado las turbinas de reacción que girando a una velocidad moderada, prestanse fácilmente al equilibrage. Las turbinas de acción están obligadas, por el contrario, a girar con extremada rapidez, y se concibe, porque para utilizar su excesiva pérdida la fuerza viva del vapor hay que dar a las palas una velocidad igual aproximadamente a la mitad de la velocidad del vapor. Si éste procede, por ejemplo, de una caldera a 10 kilogramos de presión, la velocidad del vapor, al salir de las tuberías, alcanza próximamente 1 kilómetro por segundo, y esto hace que la carrera de las palas sea de 500 metros por segundo. Suponiendo que el radio sea de 20 centímetros, la turbina debe girar a razón de 400 revoluciones por segundo. Concíbese la importancia de las fuerzas desa-

rolladas en tales condiciones: cada masa de 1 gramo, girando en la periferia, es empujada hacia el exterior por una fuerza de 127 kilogramos.

Para luchar contra tamaños esfuerzos, débese ante todo emplear un metal de alta resistencia y dar a la turbina una forma calculada con cuidado de acuerdo con los principios de la resistencia de los materiales. Pero esto no basta: es preciso, por otra parte, que el

centro de gravedad se halle, para la turbina, tan exactamente como sea posible, sobre el eje de rotación, y que este eje sea, para la turbina, lo que en mecánica llamamos un eje natural de rotación: sin ello el mencionado árbol se ve sometido a reacciones extremadamente violentas.

El creador de la turbina de acción, el ingeniero sueco, Laval, recientemente fallecido, se vió largo tiempo sujeto por la imposibilidad de realizar rigurosamente estas condiciones: los ejes de sus bobinas se rompían; aumentaba su calibre, pero en vano: las rupturas se sucedían, hasta el día que concibió la idea de sustituir el eje rígido por un eje flexible. Una turbina de este modo constituida pórtase aproximadamente como una peonza, es decir que posee la estabilidad dinámica, debida a su gran velocidad, estabilidad que

difiere de la estática en el hecho de que el eje, en lugar de permanecer realmente inmóvil, es afectado por ligeros estremecimientos. Si dejamos que estos estremecimientos se produzcan libremente, no tienen consecuencia alguna; pero sí, por el contrario, se pretende aniquilarlos, se exasperan, por así decirlo, y sus efectos son realmente destructores. El eje de la turbina de Laval se doblaba, cede; pero no se rompe.

La solución ideada por Laval tiene el inconveniente de imponer al árbol vibraciones que pueden, a la larga, alterar la estructura del metal. Es mejor por consiguiente conservar la rigidez de este árbol y hacer que sus soportes sean elásticos, pues todas estas piezas (cojinetes) son de fácil recambio. Esto fue lo que hizo Mauricio Leblanc, cuyos notables trabajos trataremos de resumir en el presente artículo. Dispone cada extremidad del árbol en el interior de un cojinete soportado

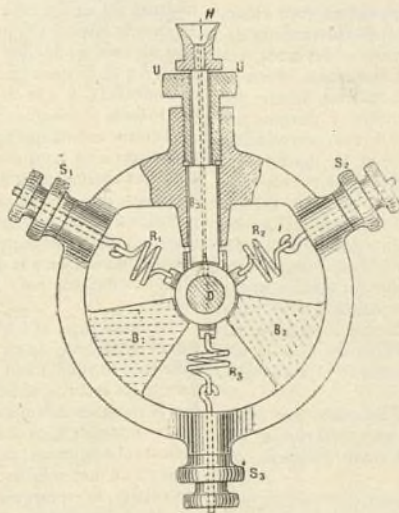


Fig. 1.—Disposición dada por Leblanc al eje de las turbinas de rotación ultra-rápida: H, lubricante; O, eje; R₁, R₂, R₃, resortes; S₁, S₂, S₃, tornillos de regulación; B₁, B₂, B₃, tope; U, tornillo que regula el B₃.

por medio de tres resortes R_1, R_2, R_3 (fig. 1). Estos resortes poseen tornillos para el regulaje S_1, S_2, S_3 , que permiten centrar perfectamente el cojinete y dar a los resortes la tensión conveniente. A medida que se aprieta un resorte, estas vibraciones se hacen más rápidas; en otros términos, su período de oscilación se estrecha. Importa aquí que el período T de cada uno de los resortes sea inferior a la duración T' de una revolución del árbol: de este modo no es de temer que los resor-

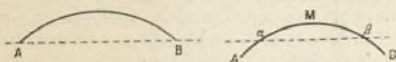


Fig. 2.



Fig. 3.

tes ejerzan sobre el árbol impulsiones cuyo ritmo, concordando con el de los pequeños movimientos debidos al pequeño defecto de centrado del árbol, sea capaz de determinar oscilaciones exageradas. Pero, si se precisa apretar fuertemente los resortes, débese, por el contrario, escogerlos muy flexibles, y diremos por qué. Cuando un resorte tiene una de sus extremidades fija y la otra sujeta a una masa móvil M , mucho más pesada, la inercia de esta masa impone al resorte oscilaciones cuyo período T'' , totalmente diferente del período T , es proporcional a la raíz cuadrada de la relación entre la masa M y el coeficiente de flexibilidad del resorte. La masa M está representada, en el caso actual, por la masa del cuerpo en rotación. Tomando resortes muy flexibles, puédesse hacer de modo que T'' sea proporcional a la duración T' de una revolución del árbol, y ya no tenemos que preocuparnos más de los fastidiosos efectos que se producirían si T' se aproximase demasiado de T'' .

En resúmen, en el dispositivo adoptado por Maurice Leblanc, la duración T' es muy superior a T y muy inferior a T'' , de suerte que todo fenómeno de sincronismo queda suprimido.

Queda no obstante una dificultad por vencer, que es la siguiente: en el momento de la puesta en marcha, la velocidad de rotación parte de cero para alcanzar progresivamente su velocidad de régimen. Hay, pues, un instante en que T' es igual a T , y en este instante, si no se estuviese a la mira, los resortes experimentarían movimientos desordenados. También Leblanc ha reconocido la necesidad de frenar los cojinetes durante la puesta en marcha. Lo consigue de un modo muy sencillo emplazando alrededor del árbol O tres topos B_1, B_2, B_3 , los dos primeros fijos, mientras el tercero puede subir y bajar bajo la acción de un tornillo U . En el estado de régimen estos topos dejan al árbol un juego de 2 a $3/10$ de milímetro, suficiente para no entorpecer la acción de los resortes. A la puesta en marcha se aprieta el tornillo de modo que quede suprimido el juego que se restablece en el momento de haber franqueado la velocidad crítica. Es preciso, por el mismo motivo, suprimir el juego al operarse el paro del mecanismo. El mismo autor ha hecho notar que se podría muy fácilmente gobernar los movimientos del tornillo U por un taquímetro, de modo a hacer esta maniobra automática.

Los períodos T y T'' no son los únicos en los cuales hay que evitar la igualdad con la duración T' de la

rotación. Todo cuerpo sólido es susceptible de vibraciones cuyos períodos dependen de su naturaleza y forma. Tal es el caso, en particular, para el rotor o parte móvil de una turbina.

Si uno de estos períodos de vibración venía a coincidir con T' , produciríanse desastrosos fenómenos de resonancia. El dispositivo Leblanc presenta, desde este punto de vista, una ventaja marcada: concíbese en efecto, que el rotor, no hallando ningún punto de apoyo rígido, no pueda deformarse más que apoyándose en cierto modo sobre sí mismo. Mientras que con dos puntos fijos AB el eje de la figura, bajo la acción de las fuerzas centrífugas, alabéase por entero de un mismo lado del eje de rotación (fig. 2), la supresión de los apoyos rígidos tiene por efecto obligar a las extremidades del eje figurado a separarse del eje de rotación en sentido inverso a la parte media M (fig. 3). Establéciese de este modo dos núcleos α, β , intermedios entre A y B . Es decir que la rapidez de las vibraciones es aumentada, y que el período correspondiente es por lo tanto acortado.

Leblanc estima que se puede, en estas condiciones, comunicar a un rotor una velocidad de rotación igual a los tres cuartos de su primera velocidad crítica propia; añade que, si el rotor reposa sobre cojinetes soportados a su vez por resortes muy flexibles siendo la masa total de los cojinetes y de los resortes muy pequeña con relación a la del rotor, este límite de velocidad es suficiente para todas las necesidades de la práctica.

No basta dejar al árbol del rotor una cierta libertad; es importante, de otra parte, que este cuerpo se halle todo lo equilibrado posible alrededor de su eje: sin ello los resortes se fatigarían rápidamente y correrían el riesgo de calentarse.

Es imposible a los constructores realizar matemáticamente el equilibrio; pero el mismo Leblanc ha descubierto un medio de hacer de modo que las fuerzas centrífugas se encarguen ellas mismas, durante la marcha, de conseguirlo: ha ideado el empleo de *equilibradores automáticos*. Para comprender bien el principio de estos aparatos, consideraremos primero un disco D (fig. 4), de cualquier forma, girando en su plano alrededor de un punto muy próximo a su centro

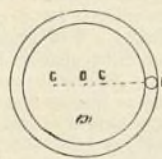


Fig. 4.

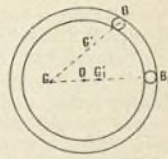


Fig. 5.

de gravedad G , y supongamos que una masa de pequeñas dimensiones, una bola metálica por ejemplo, puede moverse en el interior de una ranura circular teniendo por centro un punto O del disco. Claro es que, bajo la acción de la fuerza centrífuga, la bola tiende a marchar lo más lejos posible del centro de rotación G . En esta posición, su masa desplaza el centro de gravedad del sistema y lo lleva a un punto G' , situado entre G y B : aumenta pues la separación entre el centro de gravedad del sistema y el eje de rotación,

de suerte que agrava o acentúa el defecto de equilibrio.

No sucede lo mismo si el disco no posee punto alguno fijo: en estas condiciones, en efecto, la rotación no puede producirse más que alrededor del centro de gravedad general, es decir alrededor del punto G' , y la fuerza centrífuga tiende a colocar la bola B lo más lejos posible de G' . Luego, para una posición cualesquiera de la bola en la ranura que la sirve de guía, el punto G' se halla (fig. 5) entre los dos puntos G y B a una distancia $G'B$ del punto B igual a

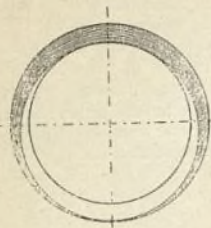


Fig. 6.

$$GB \times \frac{M}{M+m}$$

en donde M y m designan las masas del disco y de la bola.

El máximo de $G'B$ tiene lugar al mismo tiempo que el de GB , es decir cuando la bola se halla en B , sobre la prolongación de GO , y el centro G' se coloca a la sazón en G_1 a la distancia

$$B_1G \times \frac{m}{M+m}$$

del punto G , de suerte que (siempre que $\frac{m}{M+m}$

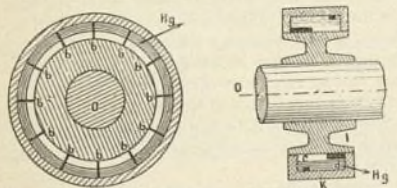


Fig. 7.—Equilibrador automático de Maurilio Leblanc. O, eje; K, toro hueco; b, d, paletas radiales; c, d, hendeduras; Hg, mercurio

no sea excesivamente grande) el centro de gravedad del conjunto se halla más aproximado del centro de figura O que si la bola no existiese o se suprimiese.

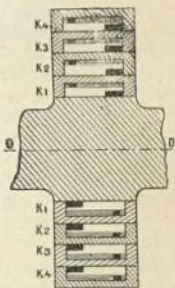
Poséese de este modo un medio de aproximar, durante la marcha, el centro de gravedad al centro figurado.

Ahora bien, en vez de la bola que acabamos de mencionar empleemos, como lo hace Leblanc, un toro hueco (fig. 6) que tenga su centro sobre el eje del rotor, lleno parcialmente de mercurio. Esta masa mercurial representará análogo papel. Para amortiguar los movimientos del mercurio se estanca el interior del toro por una serie de paletas b de acero (fig. 7) proyectándose en forma de radios. Cada paleta está provista, hacia el exterior, de una pequeña hendedura c que permite al mercurio pasar con lentitud. Otra hendedura d , practicada hacia el interior, deja pasar el aire o el líquido viscoso, que acaba de llenar el toro.

Generalmente, cada equilibrador está compuesto de toros K_1, K_2, K_3, K_4 , de diámetros crecientes (fig. 8) para aumentar la fuerza del aparato.

Disponiendo un equilibrador de este género en cada una de las extremidades del eje del rotor, obligase al eje natural de rotación a no separarse, durante la marcha, del eje figurado, más que de una cantidad insignificante.

Los equilibradores, haciendo imperceptibles los movimientos del eje figurado, permiten reducir tanto como necesario sea el juego existente entre el rotor y el estator que le rodea. Un juego, incluso muy fuerte, no tiene inconveniente en el caso de las turbinas a una presión sensiblemente igual a la de la atmósfera, y no tienen, por consiguiente, tendencia alguna a escaparse. Mas, como lo veremos en seguida, púedese tener que hacer girar muy rápidamente otro género de aparatos.

Fig. 8.—Conjunto del equilibrador automático. — K_1, K_2, K_3, K_4 , toros huecos de diámetros crecientes.

En determinadas aplicaciones, trátase de mover varios rotores montados sobre un mismo eje y entre los cuales pueden hallarse colocados árboles rígidos de transmisión. El paso de un árbol rígido a un rotor montado sobre cojinetes elásticos exige la interposición de un árbol flexible. El papel dinámico de los árboles flexibles es muy complicado. Leblanc ha presentado, desde este punto de vista, una teoría nueva, muy ingeniosa, que ya que no podemos desarrollar aquí indicaremos el principio.

Sea un rotor AB (fig. 9) sostenido por un árbol flexible EF , que prolonga un árbol rígido guiado por cojinetes fijos CD . Establecido el estado de régimen, el árbol flexible conserva una figura invariable, pero puede girar con una cierta velocidad α alrededor del eje x y del árbol rígido. Éste gira con una velocidad ω . Al mismo tiempo, el rotor gira a su vez con una velocidad media φ alrededor de la tangente FF' al eje flexible, tangente arrastrada por la rotación α . Si se supone primero que α sea nulo, cada vuelta del árbol rígido corresponde necesariamente a una vuelta del rotor, de suerte que tendremos entonces $\omega = \varphi$. Otro caso extremo es el en que EF gira alrededor de x y con la velocidad ω : entonces el árbol flexible no experimenta ninguna torsión, es decir que φ es nulo. Se ve, pues, que lo mismo en uno que en otro caso, la suma $\alpha + \varphi$ es igual a ω , lo que puede traducirse diciendo: $\varphi = \omega - \alpha$. La teoría del movimiento relativo permite reconocer que esta relación es general, porque se puede resolver EF/a la inmovilidad, sin cambiar el movimiento relativo, imprimiendo a todo el sistema la

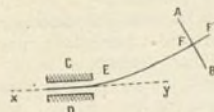


Fig. 9.

rotación ω alrededor de xy : esta operación cambia ω en $\omega - \alpha$ sin alterar φ , y nos hallamos de nuevo en el primer caso, de donde:

$$\varphi = \omega - \alpha \quad (1)$$

En el movimiento real del sistema, no hay *a priori*, razón alguna para que α sea nulo o igual a ω , y, suponiendo ω dado, nos hallamos en presencia de dos incógnitas, φ y α . Es preciso, pues, una segunda relación.

Para obtenerla, Leblanc hace intervenir la resistencia del aire: nota que esta resistencia debe oponer al movimiento del sistema un par igual al producto del cuadrado de la velocidad del punto F por la distancia ρ de este punto al eje xy . Siendo $\alpha \rho$ la velocidad del punto F , el par de que se trata puede ser representado por $q \rho^3 \alpha^2$, siendo q una constante. El trabajo absorbido de este modo por la resistencia del aire es $q \rho^3 \alpha^3$. Un trabajo equivalente debe ser suministrado por el rotor por la intermediación del árbol flexible. Sea C el par de torsión ejercido sobre este árbol por el árbol rígido. El trabajo de este par es, en un segundo, igual a $C \omega$. Descompónese en dos partes: la una, igual a $q \rho^3 \alpha^3$, es absorbida, como acabamos de señalar, por la resistencia del aire; el exceso, o sea

$$C \omega - q \rho^3 \alpha^3,$$

emplease en deformar el árbol flexible. Mauricio Leblanc admite que este trabajo de deformación es igual, en un segundo, a la velocidad $\omega - \alpha$ que causa la deformación, multiplicada por una cierta función (f) de la flecha de deformación; esta función representa el momento resistente debido a la torsión.

Ello nos conduce a la relación:

$$C \omega - q \rho^3 \alpha^3 = f(\rho) (\omega - \alpha).$$

Notemos de paso que, según el teorema de los momentos de las cantidades de movimiento, la constancia de ω exige que la suma del momento de las fuerzas exteriores sea nula por relación a xy , de donde

$$C = f(\rho),$$

y por consiguiente:

$$q \rho^3 \alpha^3 = f(\rho) \quad (2)$$

Este cálculo introduce la nueva incógnita ρ , lo que exige una nueva ecuación. Aquí, Leblanc distingue dos casos. En el primero, el sistema gira alrededor de x y sin experimentar deformación, y de ahí $\omega = \alpha$. El centro de gravedad del rotor es a la sazón solicitado por la fuerza centrífuga, que puede representarse por $M \omega^2 (\rho + z)$, llamando M la masa del rotor y z la distancia del centro de gravedad al eje figurado. Esta fuerza centrífuga es equilibrada por una fuerza $\alpha \rho$, debida a la flexión del eje. Púedese, pues, plantear:

$$M \omega^2 (\rho + z) \alpha \rho \quad (3)$$

Hay que hacer notar que, en este primer caso, el par que tiende a producir la deformación no alcanza un valor suficiente para vencer los frotamientos interiores del árbol flexible, de suerte que la igualdad (2) desaparece siendo reemplazada por la condición $\omega = \alpha$.

En el segundo caso, que se realiza tan pronto la velocidad ω alcanza un valor suficiente, ω hácese di-

ferente de α ; la igualdad (2) entra en juego, y además púedese escribir que la velocidad de precisión α desarrolla sobre el rotor, al mismo tiempo que gira sobre sí mismo con una velocidad $\omega - \alpha$, un par giroscópico cuyo efecto se añade al par debido a la flexión del eje para combatir el efecto de la fuerza centrífuga; de ahí una condición que, añadida a las ecuaciones (1) y (2), determina las incógnitas φ , α y ρ .

El problema de las rotaciones rápidas se halla de este modo resuelto desde el punto de vista teórico lo mismo que desde el punto de vista práctico, y puede decirse que actualmente el acrecimiento de la velocidad no está limitado más que por el grado de resistencia de los materiales empleados. Existen aceros niquelados y cromados, no quebradizos, cuyo límite de elasticidad excede los 160 kilogramos por milímetro cuadrado, y que se puede hacer trabajar sin peligro a la tasa de 40 kilogramos. Estos aceros permiten dar a un rotor, de una forma convenientemente estudiada, una velocidad circunferencial de 460 kilómetros por segundo.

Fuera de las turbinas, el empleo de las grandes velocidades ha permitido a Mauricio Leblanc construir compresores rotativos que presentan, bajo un volumen reducido, una considerable fuerza. Para que la fuerza centrífuga no deforme las aletas, dase a las mismas, la forma de paletas planas, implantadas radialmente. A este objeto empleó primero aletas de fibra de ramio aglutinada y barnizada con acetato de celulosa. El calibrado se efectuaba automáticamente, durante la rotación, por el frotamiento del estator sobre las extremidades de las aletas. Más tarde, habiendo logrado procurarse un metal suficientemente resistente, adoptó aletas metálicas cuya sección varía en función de la distancia al eje, de modo a obtener un sólido de igual resistencia a la fuerza centrífuga. El máximo de grueso, que se alcanza en el talón de la aleta, es decir en la sección más aproximada al eje, no es más que de una fracción de milímetro. La fuerza centrífuga procura, a pesar de esta extremada delgadez, una rigidez completamente suficiente.

Otra aplicación, indicada por el mismo autor, refiérese al rotor de las dinamos. Hasta el presente, sin embargo, esta aplicación no pasa de ser un proyecto y se ha estudiado bajo las siguientes bases: rotor de colectores, con dos polos solamente para no multiplicar inútilmente las variaciones de flujo; arrollamiento del género Gramme, presentando la ventaja que los conductores de conexión se hallan mantenidos por el anillo de plancha que contornean, y conductores de aluminio estañado. La principal dificultad está en obtener planchas que unan a una buena resistencia mecánica un coeficiente de histéresis lo más pequeño posible y una gran resistividad eléctrica. No se puede emplear acero templado porque las variaciones de imanación no tardarían en anular el temple, de lo que resultaría un fuerte decrecimiento del límite de elasticidad. Hasta el presente, los mejores resultados los ha dado un acero con 1,87 % de silicio, con un límite de elasticidad de 47 kg. y de un límite de rotura de 69 kg., con un prolongamiento de 25 %.

La dinamo de rotación rápida tendrá la ventaja, si llega a aplicarse, de poder ser conducida directamente

por una turbina de acción. Su pequeño volumen la hará precisa en determinados casos, especialmente a bordo de los navíos.

Es probable que el empleo de estos nuevos medios se generalicen. Tal vez nos conduzcan a la realización, tan buscada actualmente, de la turbina de combustión interna (turbina a gas o petróleo). Pero las dificultades que el problema presenta son grandes. Mauricio Leblanc cree que no se obtendrá un buen rendimiento más que a condición de poseer materiales susceptibles de soportar una velocidad tangencial de 800 metros por segundo, y aun nos hallamos muy lejos de ello. Parece que una tal resistencia no podría ser suministrada más que por un metal realmente homogéneo, diferentemente del acero actual que es un magma de glóbulos de hierro más o menos fuertemente cementados. Leblanc sugiere la idea, para hacer homogéneo al acero, de fundirlo a la temperatura enorme que procuraría un arco eléctrico, sometido a una alta presión. He aquí, pues, un bello problema cuya solución se brinda a los físicos y metalúrgicos.

(Revue de Sciences Pures et Appliquées).

L. LECORNU.

Electricidad

Problemas de aplicación práctica

Determinar la relación de transformación

En muchos casos es necesario conocer la forma como trabaja un transformador, pues estando construido cada arrollamiento por varias bobinas, puede ser necesario determinar las que tendrán que trabajar para obtener una relación de transformación dada.

Regla 1.ª—La relación de transformación se obtiene dividiendo el voltaje de la red primaria, por el voltaje de la red secundaria.

EJEMPLOS:

1.º Si en un transformador el voltaje primario es de 6.000 y el secundario es a 220 ¿cuál será la relación de transformación?

Aplicando la regla 1.ª tendremos que será suficiente dividir el voltaje primario 6.000 por el secundario 220:

$$6.000 : 220 = 27,27;$$

por lo que el valor obtenido 27,27 será la relación de transformación, que por ser mayor que la unidad, nos dirá que el transformador es reductor de voltaje.

2.º ¿Cuál será la relación de transformación de un transformador cuando la corriente primaria es de 6.000 y la secundaria es de 25.000?

Aplicando la regla 1.ª tendremos que dividiendo el voltaje primario 6.000 por el secundario 25.000:

$$6.000 : 25.000 = 0,24,$$

nos dará el valor 0,24 para la relación de transformación, que por ser menor que la unidad nos indica que el transformador trabaja como elevador de voltaje.

Rendimiento industrial

Hemos dicho que para la buena marcha de una central, precisaba determinar periódicamente el coefi-

ciente de carga o rendimiento industrial de un transformador. De las varias fórmulas que podrían adoptarse, ya hemos visto hay una que nos da el valor de dicho rendimiento en un grado mayor de aproximación; de esta fórmula hemos deducido la

Regla 2.ª—Para hallar el rendimiento o carga práctica a que trabaja un transformador se divide el número de kilovatios consumidos y que vendrán dados por la diferencia de dos lecturas consecutivas del contador, por el producto del número de kilovatios o capacidad marcada en la placa del transformador por 0,8, por el número de días laborables transcurridos entre las dos lecturas del contador antedichas y multiplicado finalmente por 12 o por 24 según se trate de una instalación que normalmente funciona sólo durante las horas de trabajo normal o durante todo el día.

EJEMPLOS:

1.º Hay instalado un transformador para el suministro de energía a una fábrica, que trabaja en marcha obrera normal: ¿cuál será el coeficiente de carga, sabiendo que la placa indica que la capacidad del transformador es de 125 K. V. A. y que el consumo habido en los 32 días laborables transcurridos entre dos lecturas consecutivas del contador es de 21.120 kilovatios.

Aplicando la regla 2.ª, multiplicaremos los 125 K. V. A. indicados por la placa por 0,8:

$$125 \times 0,8 = 100 \text{ kilovatios},$$

este resultado se multiplicará luego por el número de días laborables 32:

$$100 \times 32 = 3.200 \text{ kilovatios días}$$

y este resultado se volverá a multiplicar por 12:

$$3.200 \times 12 = 38.400 \text{ kilovatios horas}$$

dividiendo luego el número de kilovatios consumidos 21.120 por el valor 38.400 últimamente hallado, tendremos:

$$21.120 : 38.400 = 0,55$$

que nos dice que el promedio de carga del transformador ha sido el 55 por 100 de la que podrá dar el aparato.

2.º Un transformador conectado a una red para el servicio público de energía eléctrica, trabaja durante todo el día. ¿Cuál será el coeficiente de carga si el consumo ha sido de 8.184 kilovatios durante 28 días, y la placa del contador dice que su capacidad es 20 K. V. A?

Aplicando la regla 2.ª multiplicaremos la capacidad 25 indicada en la placa por 0,8:

$$25 \times 0,8 = 20 \text{ kilovatios},$$

este resultado por 28 días:

$$20 \times 28 = 560 \text{ kilovatios días},$$

y vuelto a multiplicar por 24:

$$560 \times 24 = 13.440 \text{ kilovatios horas.}$$

Dividiendo ahora la indicación del contador 8.184 por el valor 13.440 hallado, tendremos:

$$8.184 : 13.440 = 0,60$$

que nos dice que la carga media de trabajo del transformador es solo del 60 por 100, lo que nos dará la seguridad de un buen funcionamiento.

Transformación de corriente monofásica en monofásica.

Para transformar una corriente monofásica en otra monofásica se sigue la siguiente regla:

Regla 3.^a—Para transformar una corriente monofásica en otra corriente monofásica, se unen los bornes del arrollamiento o bobina primaria a la línea de alta tensión, y los bornes de la bobina secundaria a la línea de baja tensión. El voltaje en la baja tensión que se obtendrá será el indicado en la placa del transformador.

EJEMPLO:

Un transformador cuya placa dice 6000/220 voltios, ¿qué voltaje dará en la baja tensión?

Según la regla 3.^a, el voltaje en la baja tensión será el indicado en la placa o sea 220.

Cuando se conectan varios transformadores, pueden ser éstos reunidos en cantidad o en serie, los cuales dan origen a la

Regla 4.^a—Para obtener un voltaje en la línea de baja tensión doble o triple del que por sí puede dar un transformador, se toman dos o tres transformadores iguales y se instalan de modo que sus bobinas primarias o de alta tensión estén unidas independientemente a la línea de alta tensión, y las bobinas de baja, reunidas entre sí por sus bornes en serie, conectando los terminales extremos a la línea de baja tensión. El voltaje en la baja tensión es el doble o triple del de un transformador.

EJEMPLO:

Tenemos varios transformadores cuya placa dice 6000/220 voltios, ¿cómo los acoplaremos para obtener una corriente de 440 voltios?

Como que el voltaje de la corriente que deseamos 440, es mayor que la que puede dar un transformador 220, dividiremos ambos valores:

$$440 : 220 = 2,$$

lo que nos dice serán necesarios 2 transformadores iguales.

La unión de las bobinas de alta y baja tensión a las líneas correspondientes, se verificará aplicando lo dispuesto en la regla 4.^a

Cuando se quiere en la baja tensión mayor amperaje e igual voltaje que el que puede dar un transformador, se aplica la siguiente regla.

Regla 5.^a—Para aumentar el amperaje conservando igual el voltaje, se toman varios transformadores y se unen las bobinas primarias, independientemente a los conductores de alta tensión, y las bobinas de baja, se unen asimismo independientemente a las líneas de baja tensión.

EJEMPLO:

Tenemos varios transformadores de 20 y 50 kilovatios con una relación de transformación marcada en la placa de 6000/220, ¿cómo tendremos que reunirlos para obtener una capacidad de 130 kilovatios a 220 voltios?

Aplicaremos la regla 5.^a y para ello descompondremos los 120 kilovatios que deseamos en el menor grupo posible de transformadores de las capacidades que se dispone o sea de 50 y de 20; así:

$$130 = 50 + 50 + 20 + 10$$

precisando pues 2 transformadores de 50 kilovatios y 1 de 20 y 1 de 10 y como de 10 no tenemos, habremos de tomar 2 de 50 kilovatios y 2 de 20 kilovatios; reuniéndolos a las líneas principales tal como se ha dicho en la regla 5.^a, obtendremos la corriente más aproximada posible a la deseada.

Si se deseara un voltaje en la baja tensión, fracción del que puede dar un transformador, se usará la

Regla 6.^a—Cuando el voltaje deseado es una fracción del que puede dar un transformador, se divide este voltaje por el que tiene que haber en la línea de baja y el cociente es el número de transformadores iguales que serán necesarios, en los cuales tendrán que reunirse las bobinas de alta tensión entre sí en serie conectando sus terminales extremos a los conductores de la línea de alta tensión, y luego se conectarán sus bobinas de baja a los conductores de la línea de baja tensión.

EJEMPLO:

Con varios transformadores de 6000/220 voltios deseamos obtener una corriente de 55 voltios, ¿cuántos transformadores tendremos que utilizar y cómo tendremos que conectarlos?

Para determinar el número de transformadores necesarios dividiremos el voltaje 220 que podrá dar un transformador por el voltaje 55 que se desea obtener, o sea:

$$220 : 55 = 4$$

que nos dice bastarán 4 transformadores iguales conectados a las líneas de alta y baja tensión como se especifica en la regla 6.^a para obtener la corriente deseada.

Transformación de bifásica a trifásica.

Si las bifásicas de alta y baja tensiones son redes con 4 cables (dos por fase) se verificará la transformación aplicando las reglas 4.^a, 5.^a y 6.^a y el voltaje en la baja tensión se determinará como en los casos anteriores.

Cuando la línea es con tres hilos, los voltajes entre cada dos ellos se determinará por la

Regla 7.^a—El voltaje entre dos fases en línea trifilar, es para dos cables contiguos, el que podrá dar el transformador; y entre los cables laterales, el de un transformador multiplicado por 1,41.

EJEMPLO:

¿Qué voltaje habrá entre los conductores laterales de una red trifilar con corriente bifásica si el voltaje entre los conductores contiguos es de 220 voltios?

Aplicando la regla 7.^a tendremos que bastará multiplicar el voltaje entre dos cables contiguos 220 por 1,41, o sea:

$$220 \times 1,41 = 310 \text{ voltios.}$$

Las reglas para la conexión de transformadores para transformar una bifásica en otra bifásica serán:

Regla 8.^a—Para pasar de bifásica con 4 hilos a trifásica con trifilar se usarán dos transformadores, con los arrollamientos reunidos independientemente a cada una de las fases; y los arrollamientos de baja tensión reunidos en serie, conectando dos cables a los terminales libres de los citados arrollamientos, y un tercer conductor unido al cable que une a las citadas bobinas en serie.

Regla 9.^a—Si tanto la línea de alta tensión como la baja son trifilares, se reúnen en serie las bobinas, de alta, e igualmente en serie las de baja, conectando un conductor en la unión de las bobinas y los otros dos en los terminales libres. Los voltajes entre los tres conductores se determinan por la regla 7.^a.

En el caso de ser trifilar la línea de alta tensión y desearse una línea de baja tensión con 4 hilos, se apli-

cará en la conexión de los transformadores la regla 10.

Regla 10.—Para obtener de una corriente bifásica trifilar, otra bifásica con cuatro hilos en la baja tensión, se reúnen en serie las dos bobinas primarias y se conectan dos conductores en los dos terminales que quedarán libres, uniéndose el tercer conductor de la alta tensión en el punto de unión de las dos bobinas unidas en serie; las bobinas secundarias trabajan independientemente, uniéndose sus dos terminales a las líneas de la baja tensión.

El voltaje que se obtendrá será el correspondiente por fase e indicado en la placa de los transformadores.

Finalmente existe otro método de conexión para que en la alta y baja tensión sean redes con cuatro hilos, disposición conocida con el nombre de sistema en *estrella*, la cual, en general, se dispone con cable o conductor neutro a fin de que si se destina la corriente de baja tensión para el servicio del alumbrado público y privado, sea posible utilizar lámparas de incandescencia de pequeño voltaje, que resultan más económicas y de mayor duración.

La disposición en estrella es susceptible de ser verificada siempre, pues si bien en la práctica no es posible poner fuera de servicio un número cualquiera de espiras de las bobinas, la constitución especial de los arrollamientos, formados por la reunión de un número variable de bobinas (generalmente par), hará posible el verificar ciertos agrupamientos que a primera vista parecían imposibles.

Así, pues, podremos nosotros siempre que conven-ga poner fuera de servicio una o varias bobinas que constituyen el arrollamiento, o bien reunir entre sí los puntos de los arrollamientos que sean convenientes para obtener en los cables de la baja tensión, el voltaje deseado.

Las disposiciones más prácticas y usadas vienen detalladas en la

Regla 11.—Para poder conectar en la línea de baja tensión bifilar, lámparas de incandescencia cuyo voltaje sea la mitad del que pueda dar un transformador, se conectan los arrollamientos primarios a los conductores de alta tensión siguiendo las reglas 8 y 9 según sea la línea, con cuatro o con tres conductores; los arrollamientos de baja tensión, se conectan a cuatro conductores como en la regla 8, y se añade luego un quinto cable, el cual va unido a un cable o puente que une los puntos medios de los arrollamientos secundarios.

EJEMPLO:

Tenemos dos transformadores monofásicos cuya placa indica 6000/220 voltios, lo que nos dice que la baja tensión será a 220 voltios ¿qué deberemos hacer para poder emplear lámparas de 110?

Lo primero que se deberá hacer es sacar el devanado de la caja y estudiar si es posible, ya directamente ya mediante el esquema que da la casa constructora, cuales son los puntos que dividen al arrollamiento en dos partes iguales. En general, hay cuatro grupos de bobinas, por lo que buscaremos el punto de separación de dos de ellas, y lo uniremos con su análogo del otro transformador.

Los arrollamientos primarios y secundarios se unirán a las líneas de alta y baja tensión, siguiendo la regla 8 si la alta era con cuatro hilos, y mediante la regla 9 si solo tenía 3.

Falta ahora colocar el neutro el cual según la regla 11 se unirá al conductor que ha hecho de puente entre los arrollamientos secundarios.

El voltaje que se obtendrá en la baja tensión, será entre cada dos conductores que determinan una fase, el indicado en la placa del transformador o sea 220; y el entre el neutro y uno cualquiera de los conductores, será igual a la mitad del que dará cada transformador o sea 110 voltios.

Transformación de corrientes trifásicas en trifásicas

Cuatro son las maneras de acoplar las bobinas para obtener de una corriente trifásica otra trifásica. Estas son: en *estrella*, en *triángulo*, en **V** y en **T**, siendo necesario formular las reglas necesarias para determinar los voltajes entre fases en cada uno de estos casos.

El método en *estrella*, se forma reuniendo las bobinas siguiendo la

Regla 12.—Para acoplar tres bobinas en *estrella*, se reúnen las tres entre sí por uno de sus extremos, quedando libre un terminal de cada bobina, en los cuales se conectan los conductores; en ciertas ocasiones se añade un cuarto conductor llamado *neutro* unido al centro de la estrella.

Para acoplarlas en *triángulo*, se disponen las bobinas como dice la

Regla 13.—Para acoplar en *triángulo* se reúnen dos a dos los terminales de las bobinas, no quedando ninguna de libre; los conductores se conectan en los puntos de unión de las bobinas.

En la conexión en **V** precisa solo dos bobinas iguales agrupadas según la

Regla 14.—Para obtener la agrupación en **V**, bastarán solo dos bobinas, reunidas por uno de sus bornes, quedando por consiguiente dos de ellos libres, en los cuales se unen dos de los conductores de la línea trifásica, cuyo tercer conductor va unido al punto de enlace de las dos bobinas.

Finalmente, para la conexión en **T** precisa solo dos bobinas desiguales, una de las cuales deberá tener el 86,6 ó el 90 por ciento de longitud de la otra, agrupándose como dice la

Regla 15.—Para agrupar en **T** dos bobinas, se unen uno de los terminales de la bobina menor con el punto medio de la mayor quedando así tres terminales libres en los cuales van unidos los tres conductores de la línea trifásica.

Los voltajes que entre los conductores se obtendrán se determinarán siguiendo las reglas siguientes:

Regla 16.—En un acoplamiento en estrella, el voltaje entre fases se obtiene multiplicando el voltaje que lleva cada transformador en la placa por 1,73. El que se obtendrá entre el neutro y una cualquiera de las fases será el indicado en el transformador.

EJEMPLO:

En un acoplamiento en estrella si el voltaje en cada bobina es de 220 voltios ¿cuál será el voltaje entre una fase y el neutro y entre dos fases cualesquiera?

Aplicando la regla 16 tendremos que el voltaje entre el neutro y una de las fases, es el que existe en cada bobina, por lo que valdrá en este caso 220.

Aplicando asimismo la regla 16 citada, tendremos que el voltaje entre dos fases cualesquiera se determi-

na multiplicando el voltaje 220 de una de las fases por 1,73 obteniéndose por lo tanto el voltaje

$$220 \times 1,73 = 380,6$$

Si el acoplamiento es en triángulo, el voltaje entre fases se determinará por la

Regla 17.—El voltaje entre dos fases cualesquiera, en un sistema en triángulo, es igual al que dá cada bobina trabajando separadamente.

EJEMPLO:

Si agrupamos tres bobinas en triángulo y el voltaje en cada una de ellas es de 220, ¿cuál será el voltaje entre las fases?

Aplicando la regla 17 tendremos que entre las fases habrá el mismo voltaje 220 que existía entre los terminales de cada bobina.

En el caso de avería en uno de los tres arrollamientos, el acoplamiento en triángulo no subsiste y tiene que recurrirse al arrollamiento en **V**, el voltaje entre fases en este caso será:

Regla 18.—En el acoplamiento en **V** el voltaje que se obtiene entre cada dos fases o conductores es igual al que corresponde a cada bobina.

EJEMPLO:

¿Qué voltaje entre fases existirá cuando una de las tres bobinas de un acoplamiento en triángulo se ha quemado o desconectado?

El inutilizarse o desconectarse una bobina en un acoplamiento en triángulo, ha transformado la conexión en otra en **V**, sin que sufre variación alguna el voltaje entre fases o conductores.

Finalmente, en el acoplamiento en **T**, el voltaje que se obtiene se determina por la

Regla 19.—El voltaje entre dos fases cualesquiera en un agrupamiento en **T** es igual al que corresponde a la bobina mayor.

EJEMPLO:

Si acoplamos en **T** dos bobinas, una a 220 voltios y la otra a 190 voltios, ¿qué voltaje existirá entre sus conductores?

Según la regla 19 el voltaje entre fases es igual al correspondiente a la bobina mayor, por lo que en este caso será:

$$220 \text{ voltios.}$$

En algunos casos conviene resolver los problemas inversos, o sea, conocido el voltaje resultante entre fases, determinar el que deberán tener las bobinas; para ello deberemos aplicar las reglas siguientes:

Regla 20.—Conocido el voltaje entre fases en un agrupamiento en estrella, el voltaje correspondiente a cada bobina será igual al que tiene cada fase dividido por 1,73.

EJEMPLO:

Deseamos obtener una corriente a 220 voltios entre fases, ¿qué voltaje tendrá que tener cada bobina si el acoplamiento es en estrella?

Aplicando la regla 20 bastará dividir 220 por 1,73:

$$220 : 1,73 = 127 \text{ voltios.}$$

Regla 21.—En el acoplamiento en triángulo el voltaje entre los bornes de cada bobina es igual al que existe entre fases.

EJEMPLO:

Si se desea obtener una corriente entre fases, de 220 voltios, será preciso conectar en triángulo tres bobinas que den cada una (regla 20) los mismos 220 voltios.

En el caso de agrupamiento en **V** se aplicará la misma regla del triángulo, o sea la 21.

Por último, en el caso de un agrupamiento **T**, será preciso, una vez fijado el voltaje entre fases deseado, determinar el correspondiente que debe dar cada transformador; para ello haremos uso de la

Regla 22.—Conocido el voltaje que tiene que haber entre fases de un acoplamiento en **T**, los voltajes de los transformadores serán, uno de ellos, igual al deseado y el otro que dé solo el 86,6 por ciento.

EJEMPLO:

Mediante un acoplamiento en **T** queremos obtener una corriente a 220 voltios, ¿qué voltajes tendrán que dar los transformadores empleados?

Aplicando la regla 22 tendremos que uno de ellos tendrá que dar:

$$220 \text{ voltios}$$

y el otro tendrá por voltaje el resultado de multiplicar el que deseamos 220 por 0,866, o sea:

$$220 \times 0,866 = 190 \text{ voltios.}$$

Problemas generales de transformación de trifásica en trifásica

1.º ¿Qué voltaje se obtendrá mediante tres transformadores monofásicos en cuya placa va indicado 6000/220 voltios, si adoptamos la conexión *estrella-estrella*?

Va sabemos que en la agrupación en estrella el voltaje entre fases se obtiene aplicando la regla 16.

El voltaje entre fases primarias de la corriente que circulará se obtendrá multiplicando la alta tensión 6000 por 1,73 y su valor será:

$$6.000 \times 1,73 = 10.380 \text{ voltios.}$$

Para conocer el voltaje correspondiente a cada secundario, será preciso primero determinar la relación de transformación, que será:

$$6.000 : 220 = 27$$

por lo que multiplicando el voltaje obtenido en cada bobina de alta tensión 10.380 por 27 y dividido por 100, se obtendrá el voltaje en cada bobina secundaria:

$$\frac{10.380 \times 27}{100} = 280 \text{ voltios}$$

y como que en el acoplamiento en estrella el voltaje entre fases se obtiene multiplicando el de una bobina por 1,73, tendremos finalmente que:

$$280 \times 1,73 = 380 \text{ voltios}$$

será el voltaje entre fases obtenido en la baja tensión.

2.º En un agrupamiento de tres transformadores en *triángulo-triángulo*, ¿qué voltaje entre fases se obtiene cuando siendo la corriente a 6.000 voltios por fase, cada transformador reduce el voltaje a 6000/220?

Va sabemos que en el caso en triángulo el voltaje por bobina es el mismo de cada fase, por lo que para la línea de baja tensión, el voltaje que se obtendrá entre fases será el correspondiente al marcado en la placa de cada transformador, o sea:

$$220 \text{ voltios.}$$

3.º En el agrupamiento anterior, ¿qué voltaje entre cada dos fases se obtendría si uno de los transformadores se inutilizase?

Al ocurrir un accidente a uno de los tres transformadores de un grupo en triángulo, precisará desconectarlo lo más presto que sea posible, sin variar la forma en que trabajan los otros dos y sin que el voltaje sufra variación.

Lo único que se reduce es la potencia del grupo, pues queda reducida a dos terceras partes de la que tenía.

4.º Un acoplamiento en *triángulo-estrella* está formado por la reunión de tres transformadores monofásicos. Si en sus placas se lee 6000/220 ¿cuál será el voltaje que realmente se obtendrá en la baja tensión?

Como que el grupo tiene las bobinas de alta tensión agrupadas en triángulo, el voltaje en cada bobina primaria será de 6.000, por lo que el de cada secundaria será de 220, y como que éstas van reunidas en triángulo, tendremos que su voltaje se obtendrá aplicando la regla 16, o sea multiplicando 220 por 1,73

$$220 \times 1,73 = 380 \text{ voltios.}$$

5.º En una línea a 6.000 voltios conectamos un grupo *estrella-triángulo* formado por tres transformadores de 6000/220, ¿cuál será el voltaje que habrá en las bobinas de alta y cuál en la red de baja tensión?

Ya sabemos que en el agrupamiento en estrella, el voltaje de las bobinas se obtiene por la regla 20 o sea dividiendo el entre fases 6.000 por 1,73

$$6.000 : 1,73 = 3.468 \text{ voltios.}$$

Como que el transformador reduce de 6.000 a 220 tendremos que la reducción será:

$$220 : 6.000 = 0,27$$

por lo que en cada bobina secundaria habrá un voltaje igual al resultado de multiplicar el que tienen las de alta 3.468 por 0,27, o sea:

$$3.468 \times 0,27 = 93,6$$

y como los secundarios van reunidos en triángulo, su voltaje será, según la regla 17, el correspondiente a cada bobina, es decir:

$$93,6 \text{ voltios.}$$

(Se continuará).

ANTONIO FERRER.

Aparatos para mejorar el factor de potencia en las instalaciones trifásicas

I.—DISPOSITIVO MILES WALKER.—Walker ideó compensar el factor de potencia de los motores de inducción por medio de una máquina de colector cuyo inducido va montado sobre el árbol del motor principal y gira entre polos provistos de un devanado especial para su excitación.

El diagrama de los vectores de la figura 1 indica el funcionamiento del aparato.

Oa, Ob y Oc, representan la corriente del rotor de un motor trifásico en cada una de las fases; OE, la tensión de la fase a y la corriente se supone adelantada hacia adelante con relación a la tensión; para que la compensación tenga lugar es preciso que la tensión resultante esté en fase con Oa.

Walker excita el polo de su aparato, que corres-

ponde a Oa por la corriente resultante ab, de modo que OE se compone por un lado con ER igual a la caída de tensión óhmica debida a Oa, y por otro con RX igual a la caída de tensión inductiva y con la tensión XV debida a la corriente de excitación ab.

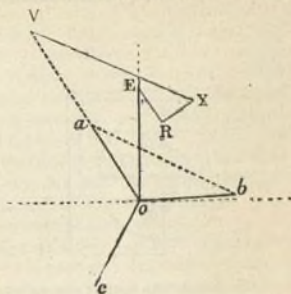


Fig. 1.—Diagrama explicativo del dispositivo de Miles Walker.

Si el aparato está calculado de modo que V venga a caer sobre Oa se obtiene la compensación.

En realidad, el modo de excitación es más complicado, es necesario un devanado auxiliar que anule el campo del inducido del compensador y se debe crear un campo auxiliar proporcional a la corriente que se debe conmutar y en fase con ella.

Los ensayos verificados con este aparato han demostrado que la potencia que absorbe es de 3 a 6 por 100 la del motor cuyo factor de potencia se quiere mejorar.

II.—COMPENSADOR DE FASE SCHERBIUS.—El dispositivo de Scherbius conocido con el nombre de «compensador de fase Brown Boveri y C.ª» presenta la particularidad de no tener *stator*. Leblanc había indicado ya la posibilidad de compensar el factor de potencia mediante una máquina sin *stator*; además, es fácil concebir que en una máquina compensatriz, que no proporciona potencia alguna, puede suprimirse el

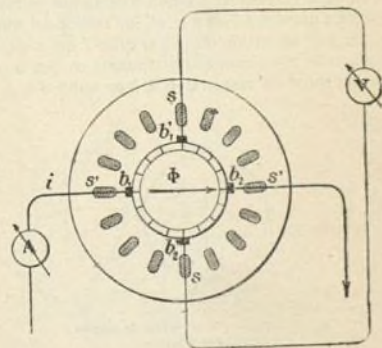


Fig. 2.—Esquema del compensador de fase Brown Boveri Scherbius.

stator que en circunstancias normales sirve para producir el par.

El compensador de Scherbius consta de un inducido con dos cojinetes; es de construcción sumamente

sencilla y de precio poco elevado, circunstancias ambas que explican la rapidez con que se ha introducido en la práctica.

La figura 2 representa la disposición esquemática del aparato que nos ocupa. El inducido es un anillo

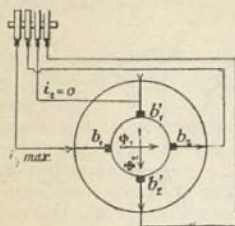


Fig. 3.—Esquema del compensador Scherbius para un motor bifásico.

formado por planchas de hierro yuxtapuestas y con muescas γ en las que se aloja un devanado a tambor unido a un colector. La corriente llega a dicho colector por medio de tantas escobillas cuantas sean las fases del rotor del motor que hay que compensar; debemos advertir que este dispositivo no es conveniente para motores de menos de tres fases.

En el caso de la figura 2, el motor es bifásico y hay por consiguiente dos pares de escobillas, que forman entre sí un ángulo de 90° ; este caso es el más fácil de estudiar y puede fácilmente referirse al caso de un motor trifásico.

Supongamos que se manda una corriente continua a las escobillas b_1, b_2 ; la corriente i que circula por las espiras s unidas a dichas escobillas crea un campo Φ dirigido según b_1, b_2 . Si se hace girar el inducido, este campo permanece fijo en el espacio, porque las espiras que lo crean están siempre situadas en s ; este campo inducirá a las espiras colocadas en s' y unidas a las otras escobillas una fuerza electromotriz e fácil de medir en las escobillas b_1, b_2 .

Si en lugar de mandar a dicho sistema una corriente continua, unimos a b_1, b_2 y b'_1, b'_2 los anillos del rotor de un motor asincrónico (fig. 3), el estado del sistema antes descrito corresponderá al instante en que la corriente del rotor es máxima en la fase unida a b_1, b_2 y

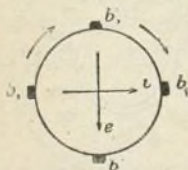


Fig. 4.—Determinación del sentido de rotación del compensador Scherbius.

nula en la que la termina en b'_1, b'_2 . Durante el funcionamiento del motor bifásico, tendremos alternativamente una corriente máxima y una tensión nula a b_1, b_2 o en b'_1, b'_2 y una corriente nula y una tensión máxima en b'_1, b'_2 o en b_1, b_2 . Es decir que la tensión y la corriente en los dos pares de escobillas estarán siempre

decaladas 90° . En todo este razonamiento se desprecia la tensión inductiva debido a que la corriente es alterna; pero dicha tensión es muy débil, pues su frecuencia es la del deslizamiento.

Ya sabemos que la fuerza electromotriz inducida debe, para producir la compensación buscada, estar decaída hacia adelante con relación a la corriente del rotor. Según la ley de la inducción, $e = -\frac{d\Phi}{dt}$, esta fuerza electromotriz debe oponerse a la disminución del flujo producido por la corriente i y que le da origen: tendrá por consiguiente en el devanado el sentido de i y su máximo tendrá lugar en la posición en que el flujo interceptado por las espiras decrezca más rápidamente.

Si la corriente i llega por b'_1, b'_2 el máximo de e y por consiguiente el vector que lo representa estará, en b_1, b_2 y para tener la dirección de e bastará, según lo ya dicho, mover el vector de i 90° en el sentido de la

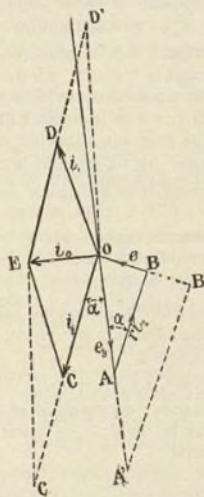


Fig. 5.—Diagrama aproximado de un motor compensado.

rotación de las espiras (fig. 4) y para que e esté decaída hacia adelante con relación a i , bastará que el sentido de rotación del inducido sea el mismo que el del campo giratorio.

Representemos gráficamente el funcionamiento de un motor que tiene acoplado un compensador.

Despreciaremos la dispersión y supondremos que el motor principal tiene únicamente las pérdidas óhmicas y que el compensador trabaja sin pérdidas.

El gráfico resultante es el de la figura 5 en la que OK es la fuerza electromotriz primaria en los bornes del motor; OD la corriente i_1 del estator supuesto decaído hacia adelante; OE la corriente magnetizante i_0 y OC la corriente i_2 del rotor.

OA es la fuerza electromotriz i_2 del deslizamiento y debe equilibrarse con la resultante de la caída de tensión óhmica AB o $r i_2$ en el rotor y la fuerza electromotriz OB ó e inducida en los bornes del compensador y que es perpendicular a AB.

Admitiremos que la corriente i_2 y e varían proporcionalmente según la carga; el triángulo OAB permanece siempre semejante a sí mismo y el ángulo α de AB y por consiguiente de OC' con OK permanece constante. C debe pues moverse sobre la recta OC

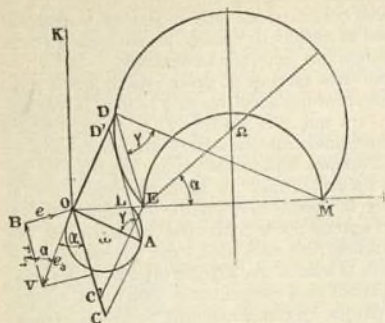


Fig. 6.—Diagrama del círculo de un motor compensado.

porque OK permanece fijo; siendo constante i_2 , el punto D debe moverse sobre ED. Se ve fácilmente que la compensación, poco importante con cargas débiles, aumenta con la carga hasta producir el decalaje hacia adelante de la corriente.

Este diagrama indica que la compensación está producida porque se inyecta en el rotor una fuerza electromotriz adelantada 90° con relación a la corriente del mismo; el vector de la corriente i_2 que en el motor no compensado estaría en OA, se encuentra decalada hacia adelante y como consecuencia sucede lo mismo con la corriente del estator.

Pasemos a estudiar el funcionamiento teniendo en cuenta la dispersión según el método indicado por Kapp, siendo las hipótesis iguales en lo concerniente a las pérdidas.

En el diagrama de la figura 6, OD representa la corriente primaria, OC la corriente secundaria; OD se compone en OE con la fracción OC' de la corriente secundaria que reacciona sobre el estator teniendo en cuenta la dispersión; del mismo modo OC se compone con la fracción OD' de la corriente primaria en OA. Sabemos σ representa al coeficiente de dispersión supuesto constante con la carga tenemos:

$$\sigma = \frac{OC'}{OC} = \frac{OD'}{OD} = \frac{OL}{OE}$$

Si la tensión primaria OK es constante, sabemos que la resultante OE es también constante, y por lo tanto lo será también OL sea cualquiera la carga.

La fuerza electromotriz de deslizamiento OV, que es perpendicular a OA, debe equilibrarse con OB, fuerza electromotriz inducida en el compensador y por consiguiente perpendicular a OC, y con BV caída óhmica en el compensador y de dirección OC. Si admitimos que la fuerza electromotriz inducida y la corriente secundaria cuyo flujo le da origen son proporcionales, el ángulo $\alpha = BVO$ será constante y lo mismo acontecerá con $OAL = \gamma$ que es su complementario. Resulta de esto que el punto A se mueve

sobre un círculo de ángulo en el centro igual a 2γ y cuerda OL. Si se traza DM paralela a OA, se ve que, en los dos triángulos semejantes OLA y EDM, EM es constante como OL y el ángulo EDM = γ ; el punto D se mueve por consiguiente sobre un círculo cuyo centro Ω se encuentra en una perpendicular que pasa por el centro de EM, siendo el ángulo ΩEM igual a α . El círculo obtenido de este modo no es más que el círculo de Heyland; pero el efecto del compensador de fases es haber elevado el centro de este círculo que, en condiciones normales, se encuentra sobre OM a la normal al centro de EM. Es fácil, de este modo, seguir las variaciones de la corriente primaria OD y de su decalaje, la altura de D por encima de OM representa la potencia, OE la corriente primaria en el vacío y OM la corriente de corto circuito.

El diagrama indica que, para una carga dada, la intensidad de la corriente del estator queda reducida y que el decalaje disminuye sobre todo para las cargas fuertes. La altura del centro del círculo por encima de OM depende de la importancia de la fuerza electromotriz inyectada en el rotor por el compensador, y escogiendo convenientemente esta última se puede obtener una compensación más o menos grande. Se ve que cuanto más se decala hacia adelante la corriente del rotor, más aumenta su intensidad, lo cual fija el límite que no conviene traspasar teniendo en cuenta la capacidad del motor, la corriente del estator, mínima cuando el $\cos \varphi$ es la unidad, aumenta en seguida, indicando que la sobrecompensación solo es posible cuando las dimensiones del motor lo permiten.

En realidad habría que tener en cuenta para establecer el diagrama exacto las pérdidas óhmicas e inductivas del motor; el método que se debería seguir es el indicado por Heyland en su diagrama del círculo.

Hasta aquí hemos supuesto que la fuerza electromotriz inducida en el compensador variaba proporcionalmente a la carga; esto sería verdad si el hierro del compensador trabajara con poca saturación; es decir, en la parte inclinada de la curva de imantación. Como

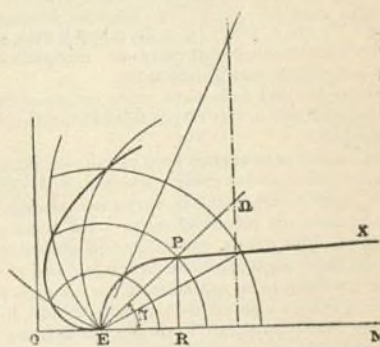


Fig. 7.—Gráfico de la influencia de la saturación en el diagrama del círculo.

lo más interesante es tener una gran compensación con cargas débiles, para las que $\cos \varphi$ es pequeño, se construye el compensador con gran saturación, lo que se logra suprimiendo, en dicha máquina, el entrehierro. De este modo se puede obtener la compensa-

ción deseada con cargas débiles y solo crece, cuando la carga aumenta, a proporción del aumento de la dispersión en el motor.

La figura 7 indica la influencia de la saturación en el diagrama de la figura 6. Como en el triángulo OVB de la figura 6, VB es proporcional a la corriente y OB al flujo producido por dicha corriente, se puede, escogiendo convenientemente las constantes, trazar sobre el diagrama una curva de magnetización EX, tal que la abscisa ER representa la caída óhmica ri , y la ordenada PR la fuerza electromotriz inducida. El ángulo PER será entonces el ángulo α de la figura 6. Se ve que este ángulo será diferente por cada punto de la curva a partir de una carga muy débil; a cada carga corresponderá un círculo cuyo centro será la intersección de la normal en el punto medio de ME y la recta EP. La intersección de cada uno de estos círculos con

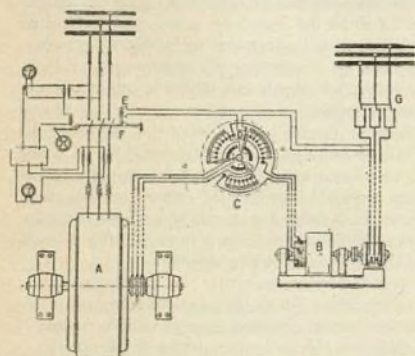


Fig. 8.—Esquema de las conexiones de un motor trifásico con compensador de fase.

A, motor principal; B, compensador de fase; C, aparato de arranque; D, interruptor de contacto; E, cierre eléctrico; F, interruptor principal; G, interruptor con fusibles; AM, motor que acciona al compensador.

el círculo de radio $ER = ri$ y de centro E dará el punto correspondiente de una curva que reemplaza al círculo único que hemos hallado antes.

Se ve por la forma de la curva que la compensación crece sensiblemente con las cargas débiles y disminuye con las grandes.

La saturación tiene además ventajas para la construcción y conmutación, como consecuencia de que la fuerza electromotriz inducida permanece sensiblemente constante, aun cuando el motor sufre grandes sobrecargas; si se trabaja con saturación magnética débil, estas sobrecargas causarían un aumento momentáneo de la tensión en las escobillas, lo que obligaría a construir el aparato y sobre todo el colector de dimensiones mucho mayores. Ya sabemos que la saturación permite obtener una fuerza electromotriz mayor.

La potencia absorbida por el compensador no pasa de un caballo para motores de potencia igual a 1200 HP. El modo más interesante de accionar los compensadores consiste en hacerlo mediante un pequeño motor colocado en el extremo del eje. Esta disposición permite adoptar una velocidad bastante grande, lo que reduce el coste del aparato que puede

además instalarse según las condiciones del local prescindiendo de la posición del motor a compensar.

La figura 8 representa las conexiones de una instalación de compensación efectuada de modo que el compensador está unido con un contacto especial del aparato de arranque lo que permite conectarlo al eje al poner la puesta en marcha. Un cierre eléctrico impide que pueda conectarse sin estar en marcha el compensador, pues en estado de reposo se estropearía por la sobretensión que recorrería su devanado.

Como estos aparatos no tienen estator, no es posible emplear medios auxiliares para facilitar la conmutación. Para que esta sea breve, el aparato deberá tener dimensiones calculadas teniendo exactamente en cuenta la máxima tensión que pueden soportar las escobillas sin dar chispas. Se ha comprobado que los límites de la fuerza electromotriz inducida para los cuales el aparato puede construirse perfectamente son muy cercanos; pero estos límites son precisamente los mismos de la tensión que hay que inyectar en los motores trifásicos para compensarlos. Esto da la explicación de porque los compensadores Scherbius responden perfectamente a las condiciones del problema.

Según la potencia de los motores la longitud del colector será mayor o menor.

J. B. DE AGUILAR-AMAT.

Motores de inducción polifásicos

DESCRIPCIÓN DE UN MOTOR TRIFÁSICO DE DOBLE ROTOR, CON 18 VELOCIDADES

Uno de los principales inconvenientes de los motores de inducción polifásicos consiste en la dificultad que ofrece en ellos el reglaje de la velocidad sin pérdida de energía. Para vencer esta dificultad, se han ensayado varios métodos y, en la práctica, aplicado con éxito; entre éstos, pueden mencionarse: el empleo de los motores de inducción o de un motor de inducción y un motor con alternador conectados en cascada; el cambio del número de polos de los motores de inducción, y el empleo de motores de conmutador trifásico. Son bien conocidos todos estos procedimientos que se emplean para hacer variar la velocidad de los motores polifásicos.

Otro método, menos corriente que aquéllos, consiste en el empleo de dos motores de inducción de los cuales uno, o sea un motor *auxiliar*, acciona el inductor de un motor *principal* con velocidad variable, de la misma dirección o de dirección inversa de la de su rotor. Con esta disposición, es posible realizar el reglaje de un motor de inducción a una velocidad superior a la de sincronismo, mientras que siguiendo todos los demás métodos, excepción hecha de los en que se recurre al empleo de un conmutador, el reglaje solo es posible a una velocidad inferior a la de sincronismo.

La facultad de poder hacer girar un motor asincrónico a una velocidad superior a la de sincronismo hace que este sistema de reglaje sea especialmente apropiado para todas las máquinas cuyo funcionamiento solo resulta económico con velocidades muy elevadas, como ventiladores, proyectores de aire, bombas de aire, etc.

En la aplicación de este nuevo procedimiento, taj

como se realiza en los talleres de la Sociedad «Maschinenfabrik Oerlikon», de Suiza, se emplean motores con cambio de polos tanto en la máquina principal como en la máquina auxiliar.

Suponiendo que las modificaciones posibles del número de polos sean respectivamente n para el motor principal y m para el motor auxiliar, el conjunto admitirá $2nm$ tipos de velocidad. La velocidad máxima de un motor de inducción bipolar ordinario, con una frecuencia de 50 ciclos es de 3.000 revoluciones por minuto. El nuevo motor Oerlikon de rotor *doble* permite obtener con esta misma frecuencia una velocidad superior a 3.750 revoluciones por minuto.

Para hacerse cargo del modo de funcionar de este aparato, hay que tener presentes las siguientes consideraciones: El rotor de un motor de inducción cuadrupolar conectado con un circuito de alimentación a cincuenta ciclos, con carga nula, alcanzará una velocidad de 1.500 revoluciones por minuto. Si el estator de este motor, que luego se designará como *motor principal* es accionado mediante un mecanismo conveniente, sea correa, sea engranaje, por un motor de inducción girando con una velocidad de 1.000 vueltas por minuto y de tal modo que la rotación del stator se verifique en el mismo sentido que la del rotor, la velocidad del campo rotativo del motor principal se hallará aumentada de 250 vueltas por minuto; la velocidad de este campo alcanzará, por lo tanto, 1.750 vueltas por minuto. El rotor del motor principal, con carga nula, adoptará la velocidad de sincronismo con relación al campo rotativo; su velocidad será por consiguiente también de 1.750 vueltas por minuto. En este caso, las dos máquinas, principal y auxiliar, funcionan como motores. El rendimiento aprovechable en el eje del motor principal es igual al consumo total de vatios de ambas máquinas, menos el total de sus pérdi-

pal es mantenido inmóvil por medio de un freno, el rotor de este último conserva una velocidad de 1.500 vueltas por minuto. Si se invierte el sentido de rotación del motor auxiliar, de modo que el estator del motor principal, después de aflojado el freno y hecha nuevamente la conexión del motor auxiliar, gire con una velocidad de 250 vueltas por minuto, pero en sentido opuesto al del movimiento de su rotor, la velocidad del

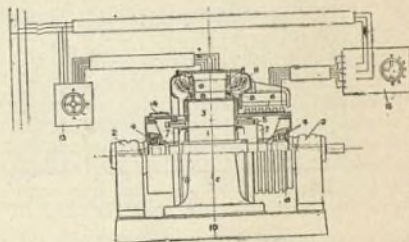


Fig. 2.—Motor trifásico.—Grupo conectado directamente.

campo rotativo, y por consiguiente también la del rotor del motor principal, caerá de 1.500 a 1.250 revoluciones por minuto. En este caso, el motor principal funciona como motor y el motor auxiliar como generador.

La figura 1 representa esquemáticamente un grupo del tipo descrito. El *stator* (inductor) del motor principal, en este caso, es accionado por el motor auxiliar mediante correa. Si los dos motores, principal y auxiliar, del grupo son contruidos con mecanismo de cambio de número de polos, es posible hacer variar la velocidad en la proporción de 1 a 4, escalonando sus variaciones en veinticuatro grados distintos. La disposición más sencilla para obtener este resultado es evidentemente la que ha sido adoptada por la Sociedad Oerlikon Maschinenfabrik, que consiste en conectar directamente el motor auxiliar con el motor principal. Esta es la disposición del grupo que representa la figura 2.

Las características de funcionamiento de este motor, construido para 500 voltios y 50 ciclos están consignadas en el siguiente cuadro:

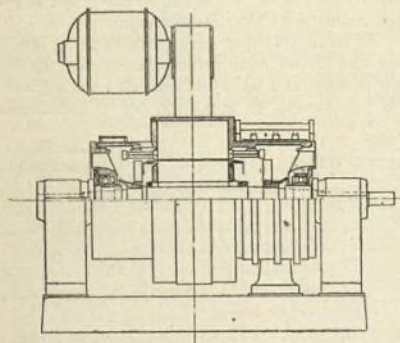


Fig. 1.—Motor polifásico.—Grupo accionado por correa.

das. El motor auxiliar participa en el rendimiento total y en la preparación que determina la fórmula $\frac{P \times 250}{1.500}$ mientras que la participación del motor principal de:

$$P - \left(\frac{P \times 250}{1.500} \right).$$

Cuando el motor auxiliar no está conectado con la línea de alimentación y que el estator del motor princi-

Velocidades	Velocidad de sincronismo	Rendimiento
	Vueltas por minuto	Caballos
1	3.500	300
2	3.375	385
3	3.250	280
4	3.187	270
5	3.000	255
6	2.813	240
7	2.750	230
8	2.625	220
9	2.500	210
10	2.000	170
11	1.875	160
12	1.750	150
13	1.687	145
14	1.500	125
15	1.313	110
16	1.250	100
17	1.125	90
18	1.000	80

Este motor está destinado a accionar un ventilador Oerlikon de acoplamiento directo, construido para suministrar 3 metros cúbicos de aire por segundo a la velocidad de 3.500 vueltas por minuto y bajo una presión de 5 metros de agua. Para poder realizar 18 velocidades se ha adoptado como motor principal un mo-

tor por minuto, El inductor (3) del motor principal está contenido en los cojinetes de bolas (4) descansando sobre la prolongación interior de los cojinetes principales. Los cojinetes de bolas están contruidos para una velocidad de 500 vueltas por minuto. Seis anillos móviles, designados en el esquema por el número 6,

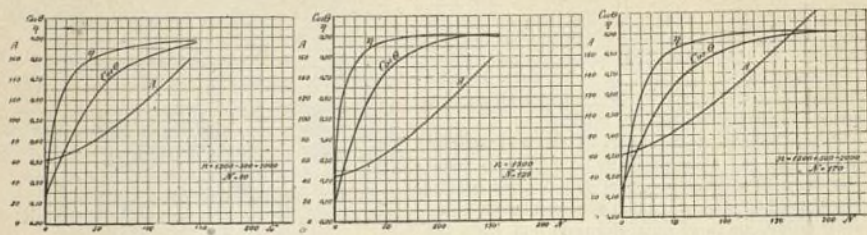


Fig. 3. — Eficacias, factores de potencia y corrientes como funciones del rendimiento.

tor del tipo llamado de *jaula de ardilla*, con dos velocidades y mecanismo de cambio de dos a cuatro polos, siendo por lo tanto sus velocidades sincrónicas de 1.500 y 3.000 revoluciones por minuto.

El motor auxiliar es un motor de cuatro velocidades con dos devanados y cambio de 32 a 16 polos y de 24 a 12 polos. Las cuatro velocidades sincrónicas correspondientes de este motor son: 187, 250, 375 y 500 revoluciones por minuto. El rotor del motor auxiliar es también del tipo de jaula de ardilla, estando colocados sus devanados alrededor de la circunferencia del inductor rotativo (*stator*) del motor principal.

La combinación de las velocidades del motor principal y del motor auxiliar en el caso de conexión cuatridipolar del primero, da los siguientes tipos de velocidad: 1.500 ± 187 vueltas por minuto; 1.500 ± 250 v. p. m.; 1.500 ± 375 v. p. m.; y 1.500 ± 500 v. p. m., o sea en total ocho velocidades distintas.

Cuando el motor principal funciona como máquina bipolar, las velocidades que se podrán realizar serán las siguientes: 3.000 ± 187 vueltas por minuto; 3.000 ± 250 v. p. m.; 3.000 ± 375 v. p. m. y 3.000 ± 500 v. p. m., o sea también ocho velocidades diferentes.

conducen la corriente a los devanados del inductor (5) y al mecanismo dispuesto para realizar el cambio de número de polos del motor principal de dos a cuatro. Los dos ventiladores (7), fijados sobre el eje principal, aseguran la ventilación del motor principal. El rotor (8) del motor auxiliar está montado directamente sobre la superficie exterior del inductor (3) del motor principal, y el estator de aquél (9) está fuertemente sujeto por medio de pernos al zócalo (10) del grupo. Los devanados (11), dispuestos también para permitir el cambio de número de polos, terminan en unos bornes mediante los cuales se hace la conexión con el conmutador de cambio de polos del motor auxiliar, 13, aparato que se halla dispuesto al lado del estator (9). Este conmutador de cambio de polos del motor auxiliar permite la inversión del sentido de rotación de dicho motor; pero esta inversión sólo puede realizarse cuando el circuito primario está abierto. El arranque del grupo se efectúa por medio de un auto-transformador (15).

El freno (14) que sirve para mantener inmóvil el inductor (3) del motor principal en el caso de funcionar la máquina a las velocidades de 1.500 a 3.000 vueltas por minuto, es accionado por el mecanismo de

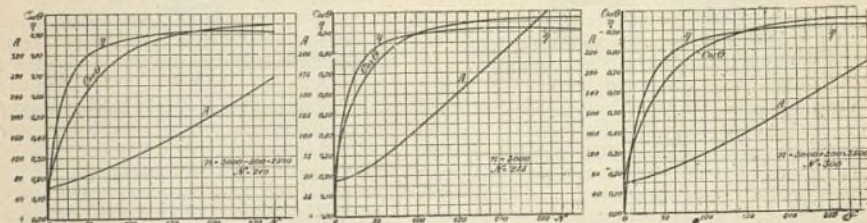


Fig. 4. — Eficacias, factores de potencia y corrientes como funciones del rendimiento.

Por fin, si el motor auxiliar está desconectado y que el inductor del motor principal esté frenado, se obtendrán las velocidades de 1.500 y 3.000 vueltas por minuto, siendo en definitiva diez y ocho las velocidades realizables.

Como puede verse por la figura 2, el rotor (1) del motor principal está contenido en el doble cojinete de anillo (2), establecido para una velocidad de 3.500 vuel-

cambio de polos (13) y alojado automáticamente para todas las demás velocidades.

La puesta en marcha del rotor doble se efectúa del siguiente modo: Por medio del mecanismo de cambio de polos (13) figura 1, se eleva progresivamente la velocidad hasta 187, 250, 375 y 500 vueltas por minuto, procurando que el sentido de su movimiento sea inverso del de la rotación del motor principal. Entonces, el

auto-transformador (15) del motor principal se pone en contacto en la posición (1). En esta posición el motor principal funciona como máquina cuádrupolar, recibiendo solamente la tercera parte del voltaje normal de alimentación. En el transcurso de 30 segundos aproximadamente, el rotor del motor principal alcanza la velocidad absoluta de $1.500 - 500 = 1.000$ vueltas por minuto. Se aplica entonces al motor el voltaje total de alimentación, llevando la palanca de reglaje del auto-transformador de la posición 1 a la posición 3, siendo

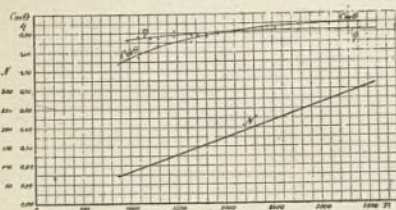


Fig. 5.—Valor de la eficacia y del factor de potencia como funciones de la velocidad.

ésta es la que corresponde al funcionamiento del motor principal como máquina cuádrupolar. La corriente máxima de arranque es aproximadamente la tercera parte de la corriente de carga normal a la velocidad de 3.500 vueltas por minuto. Las velocidades de 1.125, 1.250, 1.313 y 1.500 vueltas por minuto pueden entonces realizarse haciendo volver progresivamente la palanca del cambio de polos (13) del motor auxiliar a cero, o sea a la posición de *aparte*. Al poner en marcha nuevamente el motor auxiliar y haciéndolo girar en el mismo sentido que el motor principal cuádrupolar, pueden obtenerse las velocidades de 1.687, 1.750, 1.875 y 2.000 vueltas por minuto. Para elevar la velocidad de 2.000 a 3.000 vueltas por minuto, se coloca la palanca de reglaje del auto-transformador (15) en la posición 4, reduciendo así de cuatro a dos el número de polos del motor principal y rebajando el voltaje en los bornes del motor a una tercera parte de su valor normal. Después de 50 segundos aproximadamente, el motor alcanza su velocidad máxima de 3.500 vueltas por minuto, elevándose entonces nuevamente el voltaje a su nivel normal, haciendo pasar la palanca del auto-transformador de la posición 5 a la posición 6 que es la que corresponde a la marcha con la velocidad máxima. El flujo máximo de corriente durante el período de puesta en marcha es aproximadamente equivalente a la corriente normal de plena carga a la velocidad máxima. Los tipos intermedios de 3.375, 3.250, 3.187, 3.000, 2.750, 2.625 y 2.500 vueltas por minuto pueden entonces obtenerse maniobrando el aparato de cambio de polos (13) del motor auxiliar del modo antes descrito.

De los diagramas 3 y 4 se desprenden los valores de las eficacias, factores de potencia y corrientes como funciones del rendimiento. En el gráfico figura 3 están consignados los datos correspondientes a tres de las velocidades menores, o sea 1.000, 1.500 y 2.000 vueltas por minuto, las que pueden obtenerse mediante ciertas combinaciones del motor principal cuádrupolar con el motor auxiliar. Las indicaciones del gráfico figura 4 se refieren a tres velocidades obtenidas mediante combinaciones del motor principal, funcionando como má-

quina bipolar, con el motor auxiliar. Y, en el gráfico figura 5 están consignados el factor de potencia y la eficacia como funciones de la velocidad, dentro de los límites extremos del reglaje realizable, admitiendo que el motor funcione con *torque* constante.

Empleando como máquina auxiliar un motor del tipo de anillos móviles o un motor de conmutador, puede obtenerse un reglaje continuo.

Cables de aluminio aislados

Desde algunos años, una parte importante de la red eléctrica de los tranvías de París está formada por conductores de aluminio. Tan satisfactorios han sido los resultados obtenidos con el empleo de este material que las empresas tranviarias resolvieron hacerlo extensivo a todas las líneas puestas en servicio el año último en la capital de Francia, realizando con ello una economía del 8 por 100 aproximadamente sobre el coste de los conductores de cobre.

A fines de 1912, según datos recogidos por monsieur d'Hoop, de Bruselas, existían ocho compañías tranviarias que tenían instaladas redes de cables de aluminio en diferentes ciudades de Alemania, Bélgica, Dinamarca, Francia y Suiza. En Inglaterra, además, son varias las sociedades que emplean los conductores de aluminio en las redes subterráneas de distribución eléctrica de sus diferentes servicios.

Los cables de aluminio son generalmente del tipo armado, aislados con papel y protegidos por una envoltura de plomo; se colocan habitualmente en galerías abiertas debajo de las aceras.

El aluminio se utiliza hoy no solamente para la fabricación de cables con conductor central sencillo, sino para la de cables concéntricos dobles y triples; también

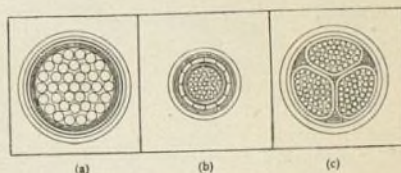


Fig. 1.—Cables de aluminio aislados para baja tensión.

- a).—Cable con núcleo sencillo. — Sección: 1 650.000 milímetros cuadrados; espesor del aislamiento: 0,118 pulgadas; espesor del plomo: $2 \times 0,06$ pulgadas; resina entre las hojas de plomo, yute y compuesto aislante: 0,09 pulgadas.
- b).—Cable concéntrico. — Sección: 2×310.000 milímetros cuadrados; espesor del aislamiento: 0,10 pulgadas; espesor del plomo: 0,09 pulgadas.
- c).—Cable con núcleo triple. — Sección: 3×610.000 milímetros cuadrados; espesor del aislamiento: 0,125 pulgadas; espesor del plomo: 0,125 pulgadas.

se confeccionan con este material los cables con núcleo triple en forma de hoja de trébol, capaces para tensiones de 600 a 6.600 voltios. Las figuras 1 y 2 representan algunos de estos tipos de cables, para bajo y alto voltaje respectivamente. Estos dibujos muestran que los cables de aluminio son de los tipos más variados, no estando limitado el empleo de este material a los cables de mayores dimensiones para baja tensión, aunque la mayor parte de los cables hoy en uso pertenecen a esta categoría. La principal razón de ser de la sustitución del aluminio al cobre es, en efecto, una

razón de economía y sólo la comparación de los precios de uno y otro metal, puede decidir si es o no oportuna tal sustitución. Por ejemplo, antes de octubre de 1912, el precio del aluminio en los Estados Unidos

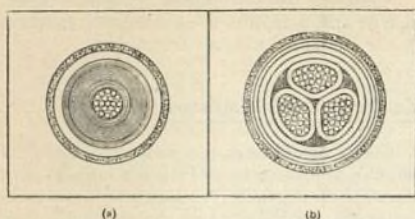


Fig. 2 — Cables de aluminio para alta tensión con aislamiento de papel.

- a). — Cable con núcleo sencillo. — Sección: 198.000 milésimas circulares; espesor de la capa de papel: 0,512 pulgadas; espesor de la envoltura de plomo: 0,138 pulgadas; espesor de la capa de yute: 0,118 pulgadas; voltaje: 30.000.
- b). — Cable con núcleo triple. — Sección: 3×248.030 milésimas circulares; espesor del aislamiento del papel: 0,168 pulgadas; espesor de la envoltura de plomo: 0,118 pulgadas; espesor de la armadura de acero: 0,120 pulgadas; espesor de la capa de yute: 0,090 pulgadas; voltaje: 6.600.

no era tal que hiciera ventajoso el empleo de cables de aluminio; hoy, en cambio, la sustitución de este metal al cobre permite realizar una economía del 25 por 100 aproximadamente. Durante el año 1913, el hilo de cobre desnudo se cotizaba en Nueva-York a 17 céntimos la libra aproximadamente, y el hilo de aluminio de 24 á 25 cénts. por libra; en estas condiciones, la comparación del coste del uno y del otro, teniendo en cuenta las propiedades físicas de ambos metales, puede establecerse del siguiente modo:

Aluminio, 1 libra a 24 $\frac{1}{2}$ cénts. 24 $\frac{1}{2}$ cénts.

Cobre, 2 libras a 17 cénts. . . . 34 »

poniendo en evidencia una diferencia de 9 $\frac{1}{2}$ cénts. a favor del hilo de aluminio.

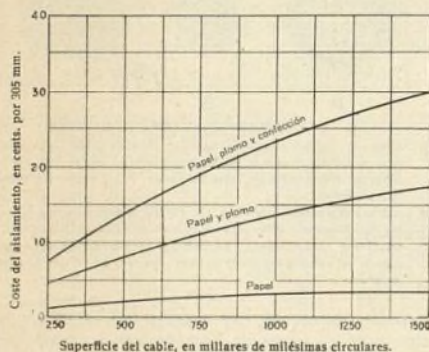


Fig. 3. — Corte aproximado del aislamiento y de la envoltura para los cables de baja tensión

La densidad del cobre equivale a 3,33 veces la densidad del aluminio; pero en cambio la conductibilidad de éste equivale solamente a las $\frac{40}{100}$ de la del cobre; por consiguiente, la relación de pesos del cobre y del aluminio, para un hilo de determinada resistencia, es aproximadamente de dos a uno.

Queda por determinar la importancia de la merma que sufrirá la economía antes indicada de 9,5 céntimos por libra de aluminio, para tener en cuenta el mayor coste del aislamiento y de la envoltura de plomo de los cables, por ser los de aluminio de mayor diámetro que los de cobre. Las curvas de la figura 3 indican gráficamente los costes del aislamiento y envoltura de cables para tensiones hasta 660 voltios. Los cálculos se han hecho admitiendo para el plomo el precio de 4 céntimos por libra, teniendo en cuenta el valor de la mano de obra y reservando un margen razonable de beneficio. Tomando por ejemplo un caso especial, el de un cable de 600.000 milésimas circulares, se llega a los resultados consignados en el siguiente cuadro:

Datos comparativos de los cables de cobre y de aluminio

	Cobre	Aluminio
Dimensiones en milésimas circulares. . .	600.000	1.000.000
Número de torcidas	61	91
Diámetro de cada hilo, en pulgadas . .	0,099	0,105
Diámetro del núcleo, en pulgadas . .	0,893	0,150
Espesor del aislamiento, en pulgadas . .	0,100	0,120
Espesor de la envoltura de plomo. . . .	0,100	0,120
Diámetro exterior, pulgadas.	1,293	1,630
Peso del núcleo por pie, en libras. . .	1,850	0,925
Precio de unidad del metal, dollars . .	0,170	0,245
Coste del núcleo, por pie.	0,314	0,227
Coste del aislamiento y mano de obra . .	0,160	0,230
Coste total del cable	0,475	0,457

En este caso, como se ve, la economía realizada con el empleo del aluminio sería de 90 ¢ por milla, tipo que se halla muchas veces excedido en la práctica. En efecto, en los cables de mayores dimensiones, como los que se emplean como conductores de alimentación en las redes de tracción eléctrica, los gastos de fabricación son relativamente menores, siendo por lo tanto mayor la economía realizada con el empleo del aluminio. Por

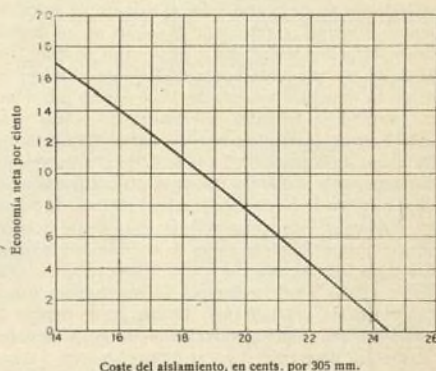


Fig. 4. — Junta perfeccionada para cables de aluminio

otra parte, no siempre es el precio del cobre tan bajo como el que se ha tomado por base de los precedentes cálculos; la economía que permite realizar el empleo de cables de aluminio depende, como es natural, de las fluctuaciones del mercado del cobre. El empleo del aluminio en la confección de cables se hace, por otra

bajo
ntes
oleo
e las
del
otra



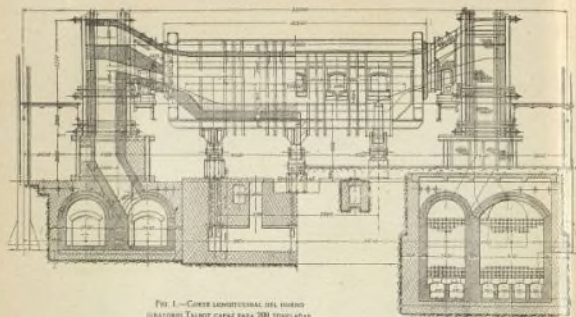


FIG. 1.—Corte longitudinal del horno
Talbot para 200 toneladas.

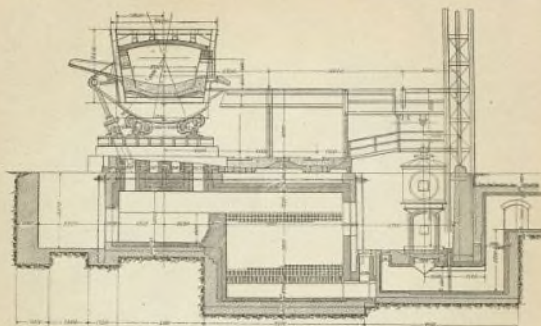


FIG. 2.—Corte transversal del horno.

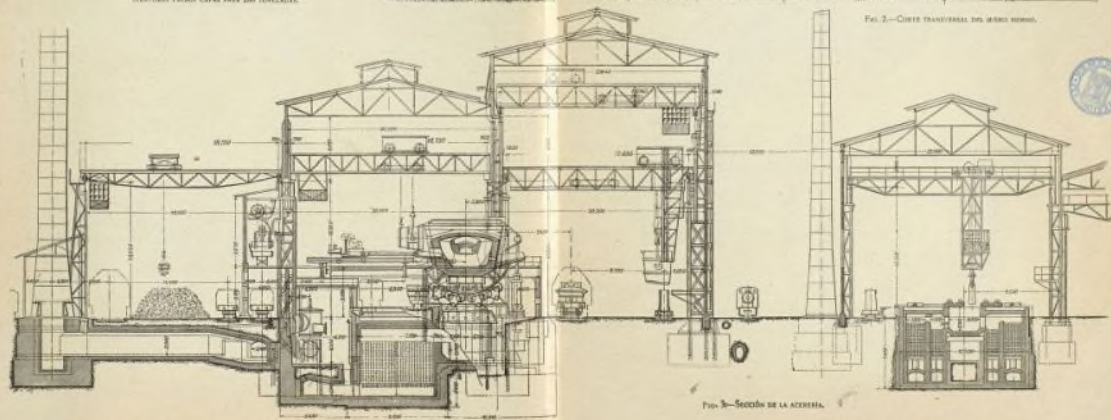


FIG. 3.—Sección de la acería.

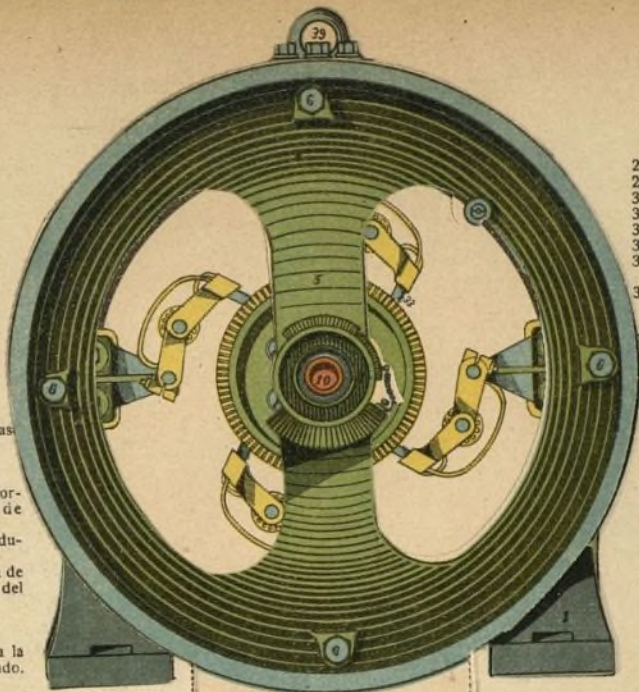
- 1.—Arma
- 2.—Núcleo
- 3.—Polos
- 4.—Expan
- 5.—Tapas
- 6.—Tornio
de
maz
- 7.—Sopo
por
- 8.—Cojir
- 9.—Anillo
auto
- 10.—Eje d
- 11.—Polea
- 12.—Núcleo
ma
pla
- 13.—Plato
cid
- 14.—Rosca
ind
- 15.—Ranura
- 16.—Secc
- 17.—Cuna
suj
- 18.—Lám
- 19.—Segn
- 20.—Disc
- las
- 21.—Lám
del
- 22.—Con
- inc
- 23.—Zun
inc
- 24.—Torn
- 25.—Coro
- 26.—Sop
co
- 27.—Eje
ese



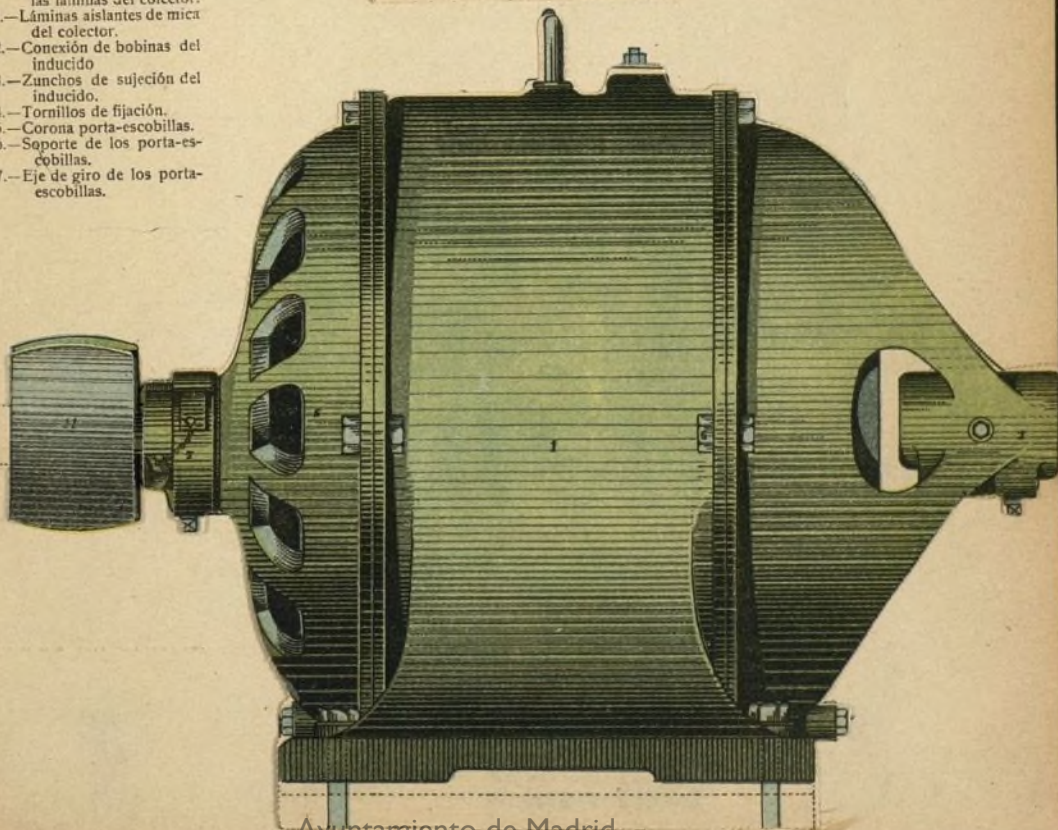
DINAMO TETRAPOLAR

ESCALA: 1 : 10

- 1.—Armazón magnético.
- 2.—Núcleos polares.
- 3.—Polos magnéticos.
- 4.—Expansiones polares.
- 5.—Tapas del armazón.
- 6.—Tornillos de sujeción de las tapas del armazón.
- 7.—Soportes y engrase por anillos.
- 8.—Cojinetes.
- 9.—Anillos para el engrase automático.
- 10.—Eje del inducido.
- 11.—Polea motriz.
- 12.—Núcleo del inducido formado por discos de plancha.
- 13.—Platos laterales del inducido.
- 14.—Rosca para la fijación de uno de los platos del inducido.
- 15.—Ranuras del inducido.
- 16.—Sección del inducido.
- 17.—Cunas de madera para la sujeción del devanado.
- 18.—Láminas aislantes.
- 19.—Segmentos del colector.
- 20.—Discos para la sujeción de las láminas del colector.
- 21.—Láminas aislantes de mica del colector.
- 22.—Conexión de bobinas del inducido.
- 23.—Zunchos de sujeción del inducido.
- 24.—Tornillos de fijación.
- 25.—Corona porta-escobillas.
- 26.—Soporte de los porta-escobillas.
- 27.—Eje de giro de los porta-escobillas.



- 28.—Placa aislante.
- 29.—Anillo aislante.
- 30.—Tornillos de sujeción.
- 31.—Porta-escobillas.
- 32.—Tornillos de sujeción.
- 33.—Escobillas carbón.
- 34.—Regulación de las escobillas.
- 35.—Sector dentado para el desplazamiento de las escobillas.
- 36.—Láminas toma corriente.
- 37.—Conductores de corriente.
- 38.—Terminales de toma de corriente.
- 39.—Anillo de suspensión.



parte, tan
progresiv
cesante d
cuencia,
producci
próximo,
metal.

La
el emple
ha sido
dio muy
el autor
junio de
quirida
y otro m
de los c
bourne.
determin
circulare
el emple
desciend
corriente
8 por 10

Lo a
tajas qu
nómico,
baja ten
plomo.
problem
presenta
realizad
tensión
mite de
del cual
da. Pare
rreos y,
minio p
represe
sión de
potenci

en la c

Nat
ducirse
del pot
valor d
un 30 p
que pe
coste d

Prá
empleo
ducen
ningún
condic
pueden
En rea
superf
contra

parte, tanto más interesante cuanto que el desarrollo progresivo de las industrias eléctricas y el aumento incesante del consumo de cobre que tiene por consecuencia, aumento que no guarda relación con el de la producción, hace muy probable, en plazo más o menos próximo, una subida considerable del precio de dicho metal.

La cuestión de las ventajas comparadas que ofrece el empleo de los cables de aluminio y de los de cobre ha sido objeto por parte de B. Welbourne de un estudio muy detenido cuyas conclusiones, presentadas por el autor en la Institución de Ingenieros de Minas, en junio de 1913, se fundan en una larga experiencia adquirida en la fabricación y venta de cables de uno y otro material. La figura 4 es reproducción de uno de los diagramas que ilustran la memoria de Welbourne. Esta curva demuestra que para un cable de determinado diámetro (equivalente a 380.000 milésimas circulares de cobre) empieza a resultar más económico el empleo del aluminio cuando el precio de este metal desciende a 24 $\frac{1}{2}$ cents. por libra. Con el precio medio corriente, la economía realizada con el aluminio es del 8 por 100.

Lo anterior basta para poner en evidencia las ventajas que ofrece el aluminio, bajo el punto de vista económico, para la confección de los cables ordinarios de baja tensión, con aislamiento de papel y envoltura de plomo. Tratándose de cables para altas tensiones, el problema es diferente, ya que en este caso el aluminio presenta, además, ventajas técnicas. Los experimentos realizados sobre la conducción de corrientes de alta tensión por cables aéreos demuestra que existe un límite de relación del voltaje al diámetro del conductor del cual no puede excederse sin dar lugar a una pérdida. Parecido fenómeno ocurre con los cables subterráneos y, por esta razón, se dió la preferencia al aluminio para la confección del cable a 30.000 voltios representado por la fig. 2. En todo cable de alta tensión de esta índole, la curva del decrecimiento de potencial en el dieléctrico se deduce de la fórmula:

$$r \log. \frac{r+d}{r}$$

en la cual:

- V = al voltaje efectivo;
 r = al radio del núcleo del cable;
 d = al espesor del dieléctrico.

Naturalmente, aumentando el valor de r, puede reducirse el de d sin modificar la curva de decrecimiento del potencial. La ventaja del aluminio estriba en que el valor de r en este metal se halla siempre en exceso de un 30 por ciento, con relación al cobre, circunstancia que permite reducir la eficacia y, por consiguiente, el coste del aislamiento.

Prácticamente, los problemas relacionados con el empleo del aluminio en la confección de cables se reducen al de la confección de juntas. No existiendo ningún metal con el cual pueda realizarse en buenas condiciones la soldadura del aluminio, las juntas no pueden efectuarse sino por yuxtaposición y compresión. En realidad, la perfección con que adhieren entre sí las superficies de dos piezas de aluminio mantenidas una contra otra hace que este procedimiento sea tan eficaz

como podría serlo una soldadura. La experiencia no deja lugar a dudas sobre este punto: la alimentación de la red de algunas de las más importantes líneas de tranvías suburbanos de París se hace, en efecto, por medio de conductores cuyos varios trozos están unidos entre sí por medio de ligaduras de forma más sencilla, siendo el resultado enteramente satisfactorio.

S. ANDREU.

Química

Los jabones cálcicos lubricantes

Bajo el impropio nombre de grasas consistentes, porque las grasas son siempre consistentes ya que se denominan aceites las que licuan a la temperatura ordinaria, designase diversas materias muy empleadas en el engrase industrial, todas ellas compuestas de un aceite mineral concretado por mezcla con jabones. Estos jabones pueden ser compuestos por una infinidad de primeras materias: aceites minerales o vegetales, sebos, ácidos grasos y estearinas, resina de una parte y potasa, sosa o cal de la otra. Pero las primeras grasas consistentes que fueron exportadas de Alemania hace de ello unos treinta años, estaban elaboradas a base de jabones cálcicos, más tarde muy generalmente aplicados en razón de su bajo precio. Nos ocuparemos aquí solamente de estos productos.

En muchos casos estos lubricantes son preferidos a las grasas concretas ordinarias, que se liquidan con demasiada rapidez por caldeo así como a los aceites, en razón de la comodidad de empleo y de la economía, resultante esta última del hecho que las máquinas no consumen grasa durante el paro, mientras gastan aceite si es el lubricante utilizada en ellas. Las grasas consistentes de buena calidad contienen la menor cantidad posible de jabón y 75 a 80 por 100 de aceite mineral, fundiendo sólo por encima de los 75 a 84°. No contienen ningún constituyente ácido que pueda convertirse en tal y ninguna carga susceptible de deteriorar las piezas metálicas lubricadas.

Los jabones cálcicos lubricantes pueden ser clasificados en diversas categorías según la naturaleza del ácido graso saponificado: distinguiremos también los jabones de aceites, los jabones de ácidos grasos, los jabones de sebo y los jabones de resina. En todos los casos, el material de fabricación es muy simple: bastará una caldera caldeada por vapor o también a fuego directo y provista de un agitador de palas movido mecánicamente. Consúmese menos combustible caldeando a fuego directo; pero la marcha de la operación es mucho más delicada. Cuando se elabora el producto a base de ácidos grasos, necesítase una caldera caldeada a vapor con doble fondo, cuya pared interna sea esmaltada. Cuando se fabrica industrialmente en partida, es casi indispensable disponer de un aparato mezclador de pasta, para homogeneizar por laminaje o ligero batido las partes concrecionadas por enfriamiento.

En principio, los detalles de fabricación pueden variar casi al infinito; puédense distinguir tres métodos

de preparación de las grasas llamadas «consistentes» a base de jabones cálcicos: 1.º puede prepararse separadamente y previamente el jabón destinado a ser mezclado en seguida con el aceite lubricante: la fabricación se hace de este modo rápidamente y bien; pero se obtiene un jabón grueso, algunas veces difícil de mezclar con el aceite, aunque se tenga la precaución de incorporar un poco de este aceite inmediatamente después del amasado; 2.º se puede saponificar glicéridos y ácidos grasos después de haberles incorporado una fracción notable de aceite mineral: la cocción por este hecho se hace un poco larga; pero el jabón es más fluido, no se incrusta en las paredes de la caldera y se mezcla finalmente con facilidad con la dosis de aceite complementaria; 3.º, finalmente, se puede cocer la mezcla ya hecha con todos los constituyentes de la grasa por obtener; pero la saponificación es más larga.

En todos estos tratamientos, no hay que olvidar que las grasas consistentes son mezclas complejas muy delicadas y cuya calidad puede verse muy fácilmente comprometida: y es que una masa fundida, luego puesta a enfriar, no posee ya después de la saponificación el mismo punto de fusión que primitivamente.

La elección de los ácidos grasos debe hacerse teniendo en cuenta el punto de fusión que se necesita obtener; las grasas consistentes obtenidas son tanto más fusibles cuanto lo sean los ácidos grasos operados en estado libre o bajo forma glicérica.

En todos los casos, la cal puesta en acción debe ser grasa, es decir exenta de fuertes dosis de impurezas y fresca, es decir no superficialmente carbonatada por consecuencia de un prolongado contacto con el aire. Las dosis indicadas más tarde se refieren a la cal monohidratada apagada sin exceso de agua. El agua es vertida en forma de lluvia un día antes, para que la reacción pueda verificarse; tamízase luego la cal para eliminar de su masa las impurezas calcáreas o silíceas.

Esta proporción de humedad representa un papel importante desde el punto de vista del poder concrecionante del jabón cálcico en frente del aceite mineral; un jabón demasiado seco tiende a dar emulsiones poco consistentes; un jabón muy cargado de agua produce emulsiones insuficientemente estables.

JABONES CÁLCICOS DE GLICÉRIDOS

Son los más empleados porque se dispone de una gran variedad de materias grasas de todos precios y de todas calidades y porque la presencia de glicerina en las mezclas les da consistencia y pastosidad.

Puede emplearse todo género de aceites y de grasas, pero prácticamente aceites vegetales, siendo el aceite de colza el más generalmente preferido; da masas muy untosas de puntos de fusión muy elevados.

En general los aceites y grasas de origen animal dan masas brillantes muy firmes.

El procedimiento más sencillo para preparar una grasa a base de aceite de colza consiste en caldear una mezcla de 50 kilogramos de este aceite y 7 kilogramos de cal diluida previamente en 25 litros de agua. Caldéase poco a poco amasando hasta los 90° C; después de dos o tres horas de cocción, añádesse a la pasta que debe ser viscosa y filamentosas 50 kgs. de aceite mineral ruso; apártase la espuma; y luego se añade por pequeñas fracciones 100 kg. de aceite mineral. La grasa debe ser amasada después de condensarse.

La adición, en cantidad pequeña, de sebo al aceite de colza permite obtener grasas consistentes más firmes. Ehsam recomienda hacer fundir 2 kilogramos de sebo por ejemplo en 14 kilogramos de aceite de colza caldeado por los alrededores de 70° en una caldera de saponificación. Añádesse en seguida, removiendo, 3 kg. de cal diluida en 6 litros de agua, luego se hace hervir despacio hasta que retirando una pequeña muestra de ensayo dé, por enfriamiento, una pasta no grumosa. Viértese 15 kilogramos de aceite de parafina y luego, después de homogeneizar y poco a poco, 4 litros de agua; después de lo cual se continúa caldeando y removiendo, sin pasar de los 100°. Terminada la cocción (retirada una muestra de ensayo muéstrase homogénea y firme), añádesse de 65 a 100 kg. de aceite de parafina, siendo la dosificación tanto más elevada cuanto el aceite contiene más cantidad de parafina.

Según Villon, una de las primeras buenas grasas consistentes lanzadas al mercado se preparaba como sigue: en una lechada de cal llevada a la ebullición (200 litros de agua y 40 kilogramos de cal apagada) añadir una mezcla de 100 kilogramos de aceite de linaza y 250 de aceite mineral, dejando proseguir el caldeo algunas horas. Déjase luego en reposo y cuando la masa se ha enfriado retírese el grumo de grasa concrecionada.

Otro autor, Redwood, preconiza el empleo de grasa de caballo, caldeado a vapor hacia los 80° C, mientras se añade, removiendo, suficiente cantidad de cal para que una gota de ensayo aplastada entre los dedos no deje escapar más que algunas gotas de agua. Se activa luego el caldeo hasta un límite algo superior y al cabo de algunos instantes se añade la suficiente cantidad de aceite mineral para obtener por enfriamiento, de una toma de ensayo, la consistencia deseada.

Las grasas consistentes para cadenas de bicicletas se preparan así:

	Grasa blanca	Grasa amarilla
Manteca	20	15
Aceite de palma		5
Aceite mineral 0,885	77	77
Cal apagada	3	3

La cocción de una mezcla de 70 kilogramos de aceite mineral, 15 kilogramos de aceite de algodón y 3 kilogramos de cal apagada diluida en 12 litros de agua, da al cabo de algunas horas de caldeo hacia los 100° C, efectuado removiendo constantemente una grasa de consistencia grumosa que no sería empleable. Llévase a la consistencia conveniente y normal amasando la masa un poco enfiada con 10 a 15 kilogramos de grafito extrafino hasta perfecta homogeneidad.

Una buena grasa consistente para superficies que frotan a gran velocidad (sierras, ventiladores, turbinas a vapor, etc.), puede ser preparada con una mezcla de:

Aceite de colza	20 kg.
Aceite de huesos	10 »
Aceite mineral ruso II	30 »
Cal diluida en forma de le-	4 »
Agua chada	8 »

Caldéase poco a poco removiendo hasta los 90°, cesando de caldear tan pronto la masa amenace salirse del recipiente recaldeando luego, y ésto durante dos o tres horas; procédese en seguida a caldear constantemente hacia los 100°, hasta que una toma de ensayo

enfriada sea bien homogénea y de la consistencia del sebo; lo que por lo general exige dos horas. Añádese entonces poco a poco 15 kilogramos de aceite mineral, se cuele y, después de enfriamiento casi completo, se amasa incorporando 10 kg. de aceite de espermaceti y 2 kilogramos de grafito en copos (Ehrsam).

Terminaremos estas recetas reproduciendo una serie de fórmulas tipos utilizadas en la preparación de jabones cálcicos de aceites vegetales; su preparación se hace de acuerdo con los detalles descritos en las fórmulas anteriores.

Aceite de cacahuete.	25									
» de colza	15		25	40		15	18			
» de coco			6	10						
» de maíz	25	18	19		15	20			19	
Cal.	6	7	5	6	5	6	7	9		3
Aceite mineral.	100	50	63	63	62	100	62	59	60	
Vaselina.			13	12			15	50	62	

JABONES CÁLCICOS DE ÁCIDOS GRASOS

Una grasa consistente para cabezas de biela puede ser preparada con una mezcla de:

Ácido oleico	15 kg.
« esteárico.	2 »
» mineral ruso 0.91	17 »

Se amasa caldeando hasta los 70°, y se añade luego poco a poco una lechada preparada con 2 kilogs. de cal apagada y 4 litros de agua, prosiguiendo la cocción hacia los 100°, hasta homogeneidad, incorporando entonces poco a poco 60 a 65 kilogramos de aceite mineral.

Una de las mejores fórmulas de grasa consistente a la oleína es, según Ehram, la siguiente:

Oleína blanca de destilación	18 kg
Aceite mineral ruso II	80 »
Estearina	2 »
Cal apagada	3 »
Agua	12 »

La lechada de cal es vertida por fracciones en la mezcla removida de los demás constituyentes y caldeada hacia los 85° en caldera esmaltada. Continúase la cocción removiendo fuertemente.

Una grasa consistente empleada como capa contra el orin en ciclos, relojería, armas, etc., puede ser preparada haciendo digerir 5 kg. de cal apagada en 40 kg. de aceite mineral de 0,805 de densidad, vertiendo luego en la masa incesantemente removida una mezcla templada (caldeada a 35-40° C.) de 40 kilogramos de aceite mineral y 20 kg. de oleína concrecionada.

Ciertas grasas para vehículos son elaboradas igualmente con materias grasas de sebo. He aquí como Ehrsam aconseja operar:

	Grasa amarilla
Oleína de sebo.	20 kg.
Acete mineral de Escocia	75 »
($d = 0,885$)	
Cal apagada.	5 »
	Grasa negra
Ácido graso de sebo.	20 kg.
Acete mineral oscuro	74 »
Negro de humo	1 »
Cal apagada	5 »

Prepárase primero una composición poniendo durante una hora la cal en el doble de su peso de aceite mineral. De otra parte caldéase en una caldera la mezcla de ácidos grasos con el resto del aceite; cuando la masa se halla a 50°, céase de caldear y añádese a la composición. Se amasa en seguida hasta lograr la consistencia de la mezcla.

LABONES CÁLCICOS DE SEBO

Lidon bate sebo bruto con su peso de agua acidulada por 10 por 100 de ácido sulfúrico; luego déjase en contacto durante diez horas a temperatura regular (40 a 50°). El sebo purificado es lavado 2 veces en agua, después de lo cual se mezcla con un exceso de lechada de cal homogénea. Se separa lentamente un jabón grumoso que es secado al aire y luego disuelto en aceites minerales y resinas en las proporciones siguientes:

Tipos de grasas a obtener	Jabones que han de disolverse	Mezclas de aceites lubricantes			
		Acetile de vaselina	Acetile salar	Mazout	Caldaia
Grasa ordinaria	300	600			12
» blanda	400		806		15
» viscosa	300			400	
Id. muy consistente . .	300	300			15

Una grasa consistente de color pálido y de punto de fusión muy elevado (hacia los 90°) puede ser preparada vertiendo en 55 kilogramos de grasa de sebo caldeada a 90° una lechada preparada con 1,590 kg. de cal apagada y 5 litros de agua. Se prosigue la cocción a ebullición hasta la separación de un jabón grueso separado del agua residual, puesto a secar al aire y luego pulverizado. El polvo de jabón es introducido poco a poco en 460 kilogramos de aceite mineral ruso de 0,905 de densidad caldeado hacia los 120° hasta la disolución.

Prepárase otro jabón mezclando 165 kilogramos de oleína blanca de sebo y 300 kg. de aceite mineral ruso, caldeando hacia los 80°, añadiendo luego una lechada hecha con 2 kg. de cal apagada y 4 litros de agua. Esta parte se cuece bien y se añade a ella la solución precedentemente preparada.

JABONES CÁLCICOS RESINOSOS

En general las grasas consistentes para coches son a base de jabones cálcicos de aceite de resina y frecuentemente se les carga con polvos minerales. Sólo se les debe emplear con poca cantidad de estas cargas, pues las grasas que no flotan en la superficie del agua son precisamente consideradas como de calidad inferior. En cuanto a los jabones resinosos propiamente dichos a base de colofonia, sirven para preparar grasas de máquinas de bajo precio y calidad no muy recomendable.

Una excelente grasa para ejes puede obtenerse amasando o batiendo durante varias horas 60 kg. de cal apagada con 100 kg. de aceite de resina, añadiendo luego a la mezcla bien homogénea 850 a 875 kg. de aceite mineral de 0,954-0,962 de densidad. No hay necesidad de caldar, bastando un amasado enérgico.

La grasa para carruajes llamada *mucilina*, se prepara espolvoreando 5 kg. de cal apagada sobre 10 kg. aceite mineral de Escocia, dejando reposar durante una

hora y tamizando, si hay lugar a ello. Viértese esta mixtura en chorro débil en una mezcla amasada hecha con 76 kg. aceite ligero de resina y 9 kg. aceite fuerte de resina. Al cabo de un momento de agitación, la masa comienza a condensarse; se la vierte en los envases de expedición, sin aguardar a que se condense demasiado.

Cuando se le añade carga, mézclasele con aceite de resina. Se emplean habitualmente sulfatos de cal muy finos, y para las grasas inferiores sulfato de barita, que no provocan grumos como el sulfato cálcico.

He aquí diversos tipos.

	GRASAS							
	Blancas		Amarillas		Azules		Negras	
Aceite fuerte de resina	15	10	10	5	15	8	20	20
» mineral	70	52	40				70	50
» de esquisto			65		76	45		
Cal apagada	5	6	5	5	9	6	10	10
Blanco de Holanda	10	40	20	50				
Litopono		2						
Sulfato de barita					40			
Grafito								20

Los aceites son elegidos de acuerdo con el color que se trata de obtener: el aceite mineral de Escocia en grasas blancas, aceite solar en las amarillas, mazut en las grasas negras. Púedese de otra parte teñir las mixturas a voluntad por adición de diversas cargas a base de colorantes para pinturas.

Las grasas para carruajes formadas por jabones de aceite de resina no son de muy buena calidad; pero su bajo coste las hace preferibles a pesar de ello por los compradores.

He aquí diversas fórmulas de preparación:

Aceite de resina ligero	50	4	3	3	4
» de » fuerte	8	7	7	7	13
» de esquisto			64		34
» de parafina				60	32
» boghead	75			13	
Colofonia	3				
Cal apagada	10	10	6	0	7
Sulfato de barita				20	5
» de cal			20		
Estearita			20		34
Plombagina					10

Caldéase los aceites de resina hacia los 70° y se añade la cal diluida en una poca cantidad de agua; hácese hervir hasta la separación del jabón en grumos; retírase el agua y se añaden los aceites minerales y luego las cargas.

ESTADO ACTUAL DE LA INDUSTRIA DE JABONES CÁLCICOS

Después de haber sido una de las más interesantes especialidades de la industria de los cuerpos grasos, la fabricación de las grasas consistentes, está hoy pasando una honda crisis a causa de la baja de los precios provocada por el lanzamiento al mercado de mixturas de valor menos que mediano. En estas condiciones mejor que continuar sacrificando el artículo para sostener la competencia, o preparar malos productos, es preferible, y posible también, perfeccionar la fabricación para hacerla más económica. El mercado de los aceites industriales parece hacerse cada vez más difícil desde que los procedimientos científicos permiten refinar, concrecionándolos, ciertos aceites infectos, como los de pescado, para hacerlos alimenticios.

I. J. BROCA.

Dinamo tetrapolar (Véase modelo desmontable)

PRINCIPIO.—Cuando en un circuito se produce o se interrumpe un flujo de corriente eléctrica, en un conductor que forme circuito cerrado y se halle cercano al primero, se produce una corriente instantánea. Este fenómeno, descubierto por el célebre físico inglés Faraday, al que se deben los principales experimentos relativos a la obtención de corrientes eléctricas por la influencia de otras corrientes de la misma naturaleza, constituye el principio de la máquina *dinamo*. Su experimentación es muy fácil de realizar por medio de dos bobinas de hilos de cobre, una hueca y otra maciza. Los extremos del hilo de la bobina hueca se ponen en comunicación con un galvanómetro y los de la bobina maciza con una pila. Esta última bobina puede moverse dentro de la primera y está además dotada de un interruptor. Al maniobrar este interruptor poniendo en circulación o cerrando la corriente eléctrica procedente de la pila, puede comprobarse una desviación de la aguja del galvanómetro en uno u otro sentido, pero este desplazamiento es instantáneo, volviendo la aguja a su posición primitiva aun cuando la corriente de la pila continúe circulando por el hilo de la bobina maciza.

A este fenómeno se le denomina *inducción*; a la corriente nacida en el hilo de la bobina hueca, *co-*

rriente inducida; a esta bobina, *bobina inducida* o simplemente *inducida*; a la bobina maciza, *bobina inductora* y a su corriente, *corriente inductora*. A la corriente inductora se la denomina también *primaria* y a la inducida, *secundaria*, muy particularmente cuando se trata de transformadores eléctricos.

Cuando se cierra el circuito inductor o cuando se establece o se restablece la corriente inductora, la inducida se produce en un *sentido opuesto* llamado también *inverso*, al de la inductora; por el contrario, cuando se abre el circuito inductor, la corriente inducida es del *mismo sentido* que el de la inductora, o *sentido directo*.

De todo lo dicho fácilmente se deduce que, si hacemos maniobrar el interruptor del circuito primario de un modo tan regular y rápido como sea posible, obtendremos en el circuito secundario una serie correlativa de corrientes de sentidos alternados, a la cual se designa con el nombre de *corriente alternativa*.

Existen otros dos modos de producir una corriente inducida: reforzando o debilitando la corriente primaria y desplazando una de las bobinas con relación a la otra, estando cerrado el circuito de la primaria. En este caso al aproximarse las bobinas, el sentido de la corriente secundaria es opuesto al de la primaria y al se-

pararse ambas corrientes, inductora e inducida, son del mismo sentido. Así, pues, si mediante un dispositivo cualquiera logramos acercar y separar convenientemente ambas bobinas en una alternación continua, podremos obtener como en el primer caso, una serie indefinida de corrientes inducidas alternativas y, por medio de otro dispositivo especial llamado *conmutador*, recogerlas y dirigir las bajo la forma de una corriente sensiblemente regular y continua, casi semejante a la de una pila.

En esta propiedad de la producción de corrientes inducidas y su utilización mecánica, está basada la máquina que llamamos *dinamo*. En la realización práctica de la dinamo el inductor puede estar, indistintamente, constituido por un circuito eléctrico o magnético; el inducido está formado de un circuito conductor cerrado que se desliza delante del inductor. Los sentidos de las corrientes se determinan por medio de la ley general de Lenz, que en síntesis puede formularse del modo siguiente:

«El sentido de la corriente inducida es siempre tal, que se opone a la causa que la produce.»

Facilita la aplicación de esta ley la regla práctica de Maxwell:

«Cuando el flujo disminuye, la corriente inducida es directa (en el sentido del giro de un tornillo al penetrar en su tuerca, avanzando en la misma dirección del flujo); cuando el flujo aumenta, la corriente inducida es inversa (de sentido contrario a la anterior).»

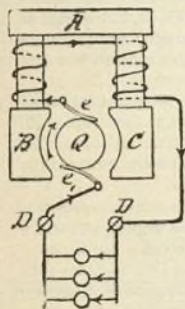


Fig. 1.

LA DINAMO DE CORRIENTE CONTINUA.—La máquina dinamo se compone de tres partes principales: el inductor formado por uno o varios electroimanes, para producir el campo magnético; el inducido o armadura, núcleo de hierro dulce con los carretes sometidos a la acción del inductor, y el colector que por medio de las escobillas recoge todas las corrientes de inducción de los carretes formando una sola y única corriente utilizable, sensiblemente constante y del mismo sentido. De cada uno de estos elementos existen diversidad variadísima de formas, tipos y disposiciones que no nos podemos detener a describir en detalle.

La primera máquina magneto-eléctrica que se construyó fué la de Pixii; pero Gramme fué el primero que con Paccinotti realizó industrialmente una máquina dinamo, de la que derivan las máquinas modernas. En esta máquina el inducido está formado de un anillo, sobre el cual se enrolla el hilo de cobre, que se coloca entre dos polos imantados.

La imantación de los polos es a lo que se llama *excitación* y se obtiene por medio de una corriente eléctrica procedente de una fuente extraña o del mismo inducido: el primer caso es el llamado de *excitación independiente*; el segundo, *autoexcitación*.

La *excitación independiente* se obtiene haciendo pasar por el circuito inductor de la máquina la corrien-

te auxiliar, dinamo, pilas o acumuladores. Se emplea algunas veces en las centrales importantes, principalmente cuando la distribución es a alto potencial o las dinamos son de grandes dimensiones. La corriente excitadora de la cual depende la intensidad del campo magnético, se puede regular a voluntad pudiendo una dinamo de esta clase girar en ambos sentidos.

La *auto-excitación*, fundada en el magnetismo remanente o magnetismo que persiste en el acero dulce después de haber sido imantado, puede obtenerse de tres modos distintos: en serie, en derivación o shunt y con doble circuito o compound.

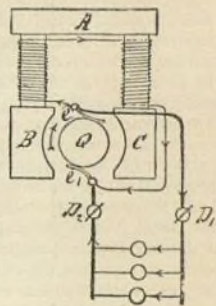


Fig. 2.

La *excitación en serie* (fig. 1) es la que se produce haciendo pasar la totalidad de la corriente de la dinamo por su circuito inductor y la máquina se llama *dinamo-serie* o *máquina-serie*. Los polos son B y C. El flujo de inducción se produce en virtud del magnetismo remanente; la fuerza electromotriz desde luego ligera, va en aumento hasta el momento en que el régimen es estable: la máquina está *cebada*. Las *dinamos serie* son de construcción muy sencilla, conviniendo a las instalaciones que necesiten una intensidad constante. Empleada como generador, la *máquina-serie* no se cebaba, es decir, no comienza a funcionar hasta que la rotación alcanza una cierta velocidad, así como tampoco si la resistencia exterior rebasa un límite determinado.

La *excitación en derivación* (fig. 2) se efectúa por una corriente derivada del circuito exterior de la dinamo que se llama en este caso *dinamo-shunt*. Esta máquina se cebaba por sí misma, sin dificultad, cualquiera que sea la resistencia exterior; en su circuito inductor se intercala una resistencia variable llamada reostato de excitación que permite regular el voltaje de la máquina. Su aplicación está indicada para carga de acumuladores, operaciones electroquímicas, alumbrado mixto por arcos y por incandescencia.

La *excitación en doble circuito o compound* (fig. 3) es una combinación de las anteriores. Aumentando convenientemente en esta excitación el número de vueltas de enrollamiento en serie, se puede obtener una diferencia constante de potencial en el extremo de una canalización: así se realiza la *excitación hipercompound*. La aplicación de la dinamo de excitación compound, es ventajosa en el alumbrado por incandescencia, en la tracción eléctrica y en general para instalaciones aisladas.

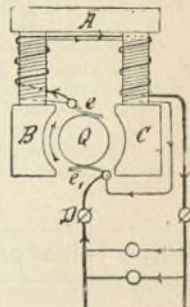


Fig. 3.

ladas o particulares, calculadas especialmente para un objeto determinado, pues no requiere tanta vigilancia como en las estaciones centrales de distribución de energía eléctrica.

DESCRIPCIÓN DEL MODELO DESMONTABLE.—Toda máquina eléctrica se compone de tres partes principales: la montura o armazón, los inductores y el inducido.

La armazón (1) de acero fundido tiene una forma generalmente redonda o poligonal y está provista de un número par de polos salientes (2), que en el modelo son cuatro, sobre los cuales y por medio de soportes que abrazan su forma, están enrolladas las bobinas de inducción (3). Los polos se unen formando cuerpo rígido con la armazón por medio de pernos. Las partes de las piezas polares situadas alrededor del inducido están dotadas de unas expansiones cuyo objeto es el de aumentar la superficie útil o activa de los polos. Los núcleos de las piezas polares están formados de hojas de hierro dulce de 25/1000 de milímetro de espesor. El enrollamiento de las bobinas forma un solo circuito, en tal forma que sobre los cuatro polos, dos son positivos y los otros dos negativos. Posee, además, la armazón, dos pies de la misma fundición, para fijarla al macizo de la fundación. Dos coronas de fundición, laterales, fijas por pernos (6) al armazón, comportan los soportes (5) de los cojinetes en los cuales se mueve el árbol del inducido. Estos soportes poseen un vaciado especial para el engrase por anillos (7). Los cojinetes están revestidos de metal blanco o antifricción que tienen por objeto reducir al mínimo el rozamiento del árbol, que por lo general gira siempre a gran velocidad. El árbol del inducido (10) descansa sobre los cojinetes y sobre su parte exterior libre se le une la polea (11).

El inducido es del tipo tambor, cuyo núcleo (12) está formado de láminas de 25/1000 milímetros de espesor, aisladas entre sí por hojas de papel especial muy delgado con el fin de evitar las corrientes de Foucault.

La armadura está tallada según las generatrices exteriores, con una serie de muescas (15) necesarias para el bobinado.

Las secciones del inducido (16) están aisladas y protegidas lateralmente. Todo el enrollamiento se compone de un cierto número de secciones cuyos extremos se reúnen por conexiones (22) a las láminas del colector (19). En general el medio de fijación es la soldadura que permite asegurar un contacto eléctrico excelente. Las láminas (19) del colector se reúnen sobre las dos

armazón (20) de fundición, montadas sobre el árbol (10). La fijación ha de ser muy sólida y se asegura por un ensamble a cola de milano por cada lámina y por medio de un tornillo de presión (24). Los segmentos o láminas son de cobre de gran conductibilidad y están aisladas entre sí y de la armazón por medio de láminas de mica. Todo el inducido está guarnecido de alambres de acero (23).

El modelo representado consta de cuatro escobillas cuyos puntos de contacto sobre el colector están colocados en dos planos perpendiculares. El soporte de las escobillas (25) está formado de una corona de fundición, fija en el interior de la tapa (5) en forma que pueda girar. A este objeto la corona tiene un sector dentado (35) que puede engranar con un pequeño piñón móvil a mano, pudiéndose, por lo tanto, desplazar a mano la corona entera y con ella los soportes de las escobillas y las mismas escobillas sobre el colector. Esta operación tiene por objeto desplazar los puntos de contacto y de permitir a las escobillas tomar la posición conveniente para que no se produzcan chispas sobre el colector.

Los cuatro soportes de escobillas (26) están fijos a la corona por medio del tornillo 30. Su aislamiento se verifica por medio de un anillo de ambroina (29) entre el tornillo y el soporte y de un listón de madera (28) entre el soporte y la corona.

Sobre el eje se fijan a presión los porta-escobillas propiamente dichos (31) por medio de los tornillos 32; en este caso, las piezas llevan escobillas de carbón (33) hoy casi exclusivamente empleadas sobre todo cuando se trata de máquinas de alta tensión.

Los porta-escobillas (31) están, además, provistos de un dispositivo (34) que permite regular su presión sobre el colector. La corriente recogida por las escobillas, se capta por medio de capas (36) soldadas a los soportes (26). Los conductores extremos (37), finalmente, se conectan con los bornes (38), los cuales están aislados de la armazón magnética por medio de una placa de ebonita o de fibra.

De los bornes (38) la corriente pasa al tablero. En el caso de electromotores la corriente llega a la máquina por estos mismos bornes.

Finalmente, la armazón está coronada por un anillo (38) sólidamente atornillado que sirve para facilitar el transporte y desplazamiento de la dinamo y también para levantar la parte superior de la armazón inductora, cuando se trata de verificar el inducido.

A. MENENDEZ CABALLERO

Horno Talbot para producir 200 toneladas de acero (Véase lámina central)

Las herrerías de Witkavitz fundadas en 1829 han empleado en el curso de su larga existencia varios métodos y procedimientos de obtención, siendo todos ellos los mejores y más adelantados en su época.

Modernamente han instalado un horno oscilante sistema Talbot, capaz para fundir 200 toneladas, que es el que está representado en dos cortes diferentes y en su instalación total en la lámina-plano central.

El movimiento oscilatorio del horno se produce

por un cilindro hidráulico cuyo pistón va unido a la masa del horno de modo que, cuando el agua llena el cilindro, el pistón se eleva y hace oscilar a todo el horno alrededor de su eje de rotación, recta imaginaria horizontal distante 1800 mm. de la plataforma de trabajo; el cilindro tiene 500 mm. de diámetro, 2310 milímetros de carrera y puede resistir una presión de cuarenta atmósferas.

Va provisto el horno de recuperadores de calor que

se hallan bajo del nivel del suelo y colocado en una nave central de veinte metros y medio de luz por diez y nueve metros próximamente de altura; a su izquierda se encuentra otra nave de menor altura, trece metros, y de luz once metros y medio, donde llegan los vagones cargados de mineral y de las demás primeras materias, que son descargadas y transportadas mediante grúas eléctricas.

Las diversas clases de hierro y aleaciones que han de formar el acero se llevan al horno por medio de cazos, que los toman del horno y cubilotes auxiliares, y que son levantados y transportados por otra grúa eléctrica capaz para 50 toneladas y que circula a lo largo de la parte alta de la nave.

A la izquierda de la sala del horno se halla otra nave de la misma anchura que la de la sala de moldeo y en la cual se verifica el moldeo del acero en lingoteras apropiadas. Cuando la operación de la obtención del acero ha terminado, se traslada del horno a grandes cazos, que sustentados por una grúa, lo vierten en las lingoteras colocadas a lo largo de la sala de moldeo, por la que pasa una vía férrea para la pronta evacuación de las piezas ya terminadas.

En la sala de moldeo existen dos grúas, también eléctricas, una de 80 toneladas destinada especialmente al transporte de los cazos y otra de 50 toneladas.

La instalación de este horno tal como se encuentra en Witkavitz y como se puede ver en el plano es una verdadera obra maestra en la que se han sabido solucionar todas las dificultades, que no son pocas, que presenta la construcción de un horno giratorio u oscilante Talbot de gran capacidad, dificultades que en muchas ocasiones han hecho a las empresas metalúrgicas prescindir de su adopción.

Telefonía

Comunicaciones telefónicas entre puntos muy distantes

En una conferencia dada el 27 de Julio último en la «Royal Institution» de Londres, el Profesor J. A. Fleming hizo una interesante exposición de los progresos realizados, o que se están realizando, en las transmisiones telefónicas entre puntos distantes uno de otro. Después de explicar, a manera de introducción, el funcionamiento del teléfono, el conferenciante llamó especialmente la atención del auditorio sobre las dificultades que tienen su origen en la línea o cable de transmisión. Se admite que una línea telefónica transmite ondas que por su amplitud, longitud e irregularidades representan la intensidad, altura y timbre de la voz. La existencia de tales ondas era demostrada en una forma que las hacía visibles para los oyentes procurando que el sonido emitido por un tubo de órgano, o el de una voz, entrara en un fono-autógrafo cuya aguja estaba sustituida por un pequeño espejo que a su vez proyectaba aquellas ondas sobre otro espejo giratorio constituido por un prisma octogonal de madera cuyos lados estaban guarnecidos de reflectores. El te-

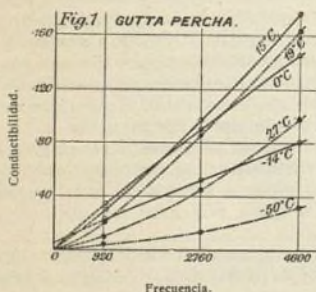
léfono, explicó el Profesor Fleming, traduce las vibraciones aéreas en vibraciones eléctricas que han sido estudiadas por medio del oscilógrafo de Duddell, en el cual las corrientes atraviesan un círculo de alambre suspendido en un fuerte campo magnético. El oscilógrafo puede ir provisto—y lo iba efectivamente para las demostraciones hechas por el Dr. Fleming—de dos círculos de hilo metálico, obteniéndose así dos curvas de corriente distinta, correspondientes la una a la corriente que entra en la línea, y la otra a la corriente que sale de ésta. Una línea eléctrica, con su aislamiento, constituye una especie de botella de Leyde poseyendo cuatro caracteres principales, o sea dos cualidades de conservación, la capacidad C y la inductancia y dos cualidades de disipación, la resistencia del conductor R y la permeabilidad del dieléctrico S. La corriente al circular a través del conductor de cobre crea alrededor de éste un campo magnético que representa energía almacenada mientras que, al mismo tiempo, cierta cantidad de energía se pierde en forma de calor, a causa de la resistencia del conductor. Por otra parte, el aislamiento almacena energía, en virtud de su capacidad; pero deja perder una parte de la misma, por no estar exento de filtraciones. La corriente se propaga en la línea como una onda, así como, en el mar, el flujo no alcanza en todas partes a la vez su nivel más alto.

Para poner en evidencia estos fenómenos, el doctor Fleming repitió los notables experimentos cuyos resultados presentó hace poco a la Sociedad de Física. La masa por unidad de longitud de la cuerda, dijo, corresponde a la inductancia del cable, mientras la tensión aplicada a la cuerda corresponde a la recíproca de la capacidad; pero, en las cuerdas muy flexibles, no hay cualidad alguna que corresponda a la resistencia óhmica o a la permeabilidad. Si varias fajas de metal están soldadas por una de sus extremidades a un hilo de acero, formando su conjunto como una pared elástica, y se tuerce con la mano la última faja de la serie, se observa que una onda de torsión recorre toda la longitud del hilo. En este caso la elasticidad de torsión corresponde a la tensión de la cuerda y si el experimento se repite con el aparato inmerso parcialmente en agua, la resistencia del líquido representa entonces la resistencia eléctrica. Pero, como que la fricción del fluido aumenta con la velocidad, el amortiguamiento de las ondas es más rápido con las ondas cortas de alta frecuencia que con las ondas largas de baja frecuencia; lo mismo ocurre con las ondas transmitidas en las líneas telefónicas, mientras que en las cuerdas la velocidad es la misma para todas las velocidades de ondas.

En la cuerda, prosiguió el doctor Fleming, la onda es reflejada desde la extremidad y cuando el tiempo necesario para que dicha onda recorra toda la longitud de la cuerda es igual a un múltiplo del tiempo periódico de las pulsaciones, se forman ondas estacionarias. Para realizar una imitación de estas ondas en un hilo de suficiente longitud, el hilo debió ser arrollado en forma de espiral de vueltas apretadas alrededor de una varilla de ebonita, conectándose con un alternador de alta frecuencia. La velocidad de la onda sobre la cual versaba el experimento era de 1.250 millas por segundo; pero en esta espiral la pérdida de energía era poca. No sucedía lo mismo, sin embargo, en un cable artificial de Muirhead. Éste consistía de una hoja de

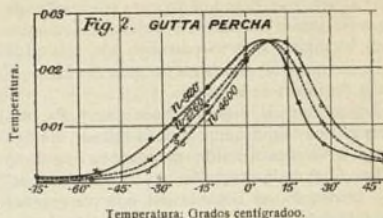
papel parafinado, forrado enteramente por un lado con una hoja de estaño y llevando adheridas, por el otro, fajas de estaño dispuestas en zig-zag representando el conductor. La superficie de la hoja era de poco más de un pie cuadrado, equivalente sin embargo a 100 millas de cable submarino. Se observó que una sucesión de ondas muy irregulares penetrando por una de las extremidades de este conductor, salía por la otra como corriente casi uniforme, como lo demostraban los diagramas del oscilógrafo. Esto ocurría, porque sólo subsistía la onda fundamental, mientras las oscilaciones armónicas más elevadas desaparecían más rápidamente. Era muy interesante observar, en estos experimentos como la onda perdía progresivamente su carácter complejo después de haber recorrido 10, 20, 30 o más millas de este cable artificial. El cambio de forma de la onda debido a la desaparición de las oscilaciones armónicas ha recibido el nombre de «distorsión».

En 1887, Oliver Heaviside propuso un remedio a la atenuación desigual de las ondas. Este observador demostró en efecto matemáticamente que procurando que exista entre las cuatro características antes mencionadas la relación $\frac{L}{R} = \frac{C}{S}$ o $LS = CR$, todas las ondas se trasladarían de un extremo al otro del conductor con la misma rapidez, siendo por consiguiente uniforme su atenuación. La «distorsión» podría, pues, evitarse aumentando sea la inductancia, sea la permeabilidad; el primer procedimiento fué propuesto por Heaviside y el segundo por S. P. Thompson en 1891. En la práctica, sin embargo, los constructores de teléfonos no se inclinaron hacia el empleo de este método y prefirieron reducir la resistencia del cable aumentando para ello la sección del cobre; pero este aumento tiene un límite del que no se puede exceder. Con el empleo del papel como material aislante se realizó un adelanto importante; otro paso en firme hacia la solución del problema se dió con la demostración hecha



en 1899 por Pupin de que la invención de Heaviside podría ser realizada en forma práctica cargando el cable con espirales de hilo dispuestas alrededor de núcleos de hierro colocados a intervalos regulares y en número tal que ocho o nueve de ellos estén contenidos en la longitud de una onda de la frecuencia media de 800. Colocadas dichas espirales a mayor distancia, su efecto en vez de ser beneficioso, resulta contraproducente.

Otro experimento se realizó con el cable espiral ya mencionado, estando dividido dicho cable en cuatro secciones puestas en comunicación por tres puentes de hilo; la corriente devuelta en la extremidad del cable aparecía grandemente reforzada cuando las espirales de carga se hallaban conectadas con dicho cable. Para explicar el hecho anómalo de que la imposición en el circuito de una mayor resistencia pudiera aumentar la



intensidad de la corriente, el doctor Fleming recurrió a la comparación siguiente: si se lanzan al mar en el mismo momento dos barcos, uno pesadamente cargado y el otro vacío, aquél recorrerá en el agua mayor distancia que éste porque llevará almacenada mayor energía cinética. Del mismo modo, añadiendo inductancia en el circuito, se aumenta la energía de onda de modo que, para un recorrido dado, la atenuación de las ondas es menor.

Estos experimentos ponen en evidencia la importancia que revisten la constante de atenuación y la constante de longitud de ondas de un cable, calculadas ambas por medio de las cuatro constantes primarias mencionadas antes. La recíproca de la constante de atenuación es la longitud del recorrido en el cual la amplitud de onda decrece hasta 0,367 de la amplitud que tenía en la extremidad de origen, siendo 0,367 equivalente a $\frac{1}{e}$ (e es la base de Napier). Por ejemplo, si en un cable la constante de atenuación es de 0,1, esto significa que la amplitud de onda se reduciría, en este cable, a una tercera parte de su amplitud original en un recorrido de 10 millas. La constante de longitud de onda es una cifra cuya recíproca multiplicada por 6,28 da la longitud de onda. No se puede, hablando con propiedad, mencionar la velocidad de la electricidad en un cable; la velocidad depende de la naturaleza del cable y de la frecuencia de las oscilaciones, aumentando con una y otra la atenuación de la velocidad de ambas, disminuyendo a la vez la longitud de ondas como se desprende del siguiente cuadro. Las cifras se refieren a un cable telefónico de tipo medio corriente; $R = 88$ ohmios; $L = 1$ millihenrios; $C = 0,05$ microfaradios; todos estos datos para un circuito de una milla.

Frecuencia	Constante de atenuación	Constante de longitud de ondas	Longitud de ondas	Velocidad de ondas en millas por segundo
100	0,0370	0,0373	168	16.800
1,000	0,1134	0,1218	51,5800	51.580
10,000	0,2667	0,5181	12,1300	121.300
100,000	0,3095	4,4530	1,4110	141.100
1,000,000	0,3110	44,3700	0,1414	141.400

El límite de alcance de la palabra en este cable sería de 47 millas; la distorsión observada sería importante. Pero, si cada dos millas se coloca sobre el cable referido un anillo de hilo de hierro (rodeado de numerosas vueltas de hilo de cobre aislado, conectadas con el circuito, de modo a ofrecer una inductancia de 200 millihenrios y una resistencia de 8 ohmios) la atenuación se hallará reducida de un tercio; la longitud de ondas sería entonces de 18 millas y la velocidad de 13.280 millas para una frecuencia de 800.

En los cables aéreos o subterráneos, la colocación de tales anillos de carga puede fácilmente realizarse, sobre los postes para los primeros, en nichos apropiados al efecto para los segundos. Para los cables submarinos, la dificultad era mayor; ha sido, sin embargo, resuelta satisfactoriamente gracias a los trabajos de los Sres. Siemens Hermanos y del Comandante J. O'Meara, Ingeniero Jefe de la Dirección de Correos de Inglaterra. El cable internacional tendido en 1910 entre Abbot's Cliff, en la costa inglesa y Grisnez en la costa francesa, cuya longitud es de 21 millas marinas, va provisto, de milla en milla, de espirales de carga de 100 millihenrios. Con estos aparatos la corriente quedaría reducida a un tercio de su valor primitivo después de un recorrido de 60 millas, mientras que, sin ellos, esta misma atenuación tendría lugar en un recorrido de 20 millas; en cuanto a las variaciones de la constante de atenuación, para frecuencias que oscilan entre 700 y 1.700, son casi proporcionales a la frecuencia. No se llegó a la eliminación completa de la distorsión, pero, bajo este punto de vista se ha realizado, sin embargo, un importante adelanto.

Con el cable tendido en 1911 entre Inglaterra y Bélgica, de Dover a La Panne, que mide 48 millas de longitud, se obtuvieron resultados todavía mejores, a causa de su más perfecto aislamiento. Sabido es, en efecto, que la gutapercha, como material aislante para la conducción de corrientes alternas, deja a menudo bastante que desear; la atenuación de la corriente depende en gran parte de la relación S/C que en los aislamientos ordinarios es igual a 120; pero que ha podido ser reducida a 12 por los Hermanos Siemens mediante un tratamiento especial aplicado a la gutapercha y teniendo probablemente por objeto la desecación perfecta de este material.

En este punto, el Dr. Fleming hizo una breve digresión, tratando de algunos experimentos relativos al factor de potencia y a la conductibilidad de los dieléctricos, experimentos que había realizado en unión de Mr. G. B. Dyke y de cuyos resultados había dado cuenta a la Institución de Ingenieros electricistas en 1912. En el caso de la gutapercha, la conductibilidad, figurada como ordenada (en el gráfico n.º 1) y expresada en billonésimas de mho. (recíproca del ohm) por centímetro cúbico, aumentada con la frecuencia (hasta 4.600 periodos por segundo) bajo todas las temperaturas. A la temperatura de -50°C . aproximadamente, la conductibilidad era muy baja, pudiendo entonces considerarse la gutapercha como material aislante casi perfecto, precisamente cuando los metales obran como cuerpos conductores casi perfectos también. El factor de potencia (cociente de la conductibilidad por milla dividida por el producto de la multiplicación de la capacidad del cable por milla por $2\pi n$, siendo n la frecuencia) dependía principalmente de aquella conducti-

bilidad, como se desprende del gráfico n.º 2 en el cual los factores de potencia están figurados como ordenadas en frente de las temperaturas. El factor de potencia alcanza su máximo a la temperatura de $+10^{\circ}\text{C}$., o sea aproximadamente a la temperatura ordinaria, decreciendo al apartarse el termómetro de dicho nivel, en uno u otro sentido. Para el caucho vulcanizado, el caso es diferente y resulta verdaderamente sorprendente que la temperatura con la cual se observa el factor de potencia máximo con la gutapercha coincida precisamente con la temperatura bajo la cual el caucho vulcanizado no permite sino el factor de potencia mínimo.

(Continuará)

Preparaciones para el exámen del estómago

En vista de que las preparaciones a base de carbonato de bismuto, preconizadas para el examen radioscópico del estómago carecen de estabilidad, se recomienda la siguiente fórmula que dibuja, absorbida por el sujeto que desea reconocerse, una sombra estomacal muy manifiesta sin indicios de sedimentación alguna:

Carbonato de bismuto . . .	120 gramos
Goma arábica . . .	20 "
Goma tragacante . . .	5 "
Jarabe simple . . .	150 "
Agua . . .	350 "
Agua de azahar . . .	C. S.

Procedimientos industriales

Los nuevos procedimientos de estampación sobre tejidos

Estampación incompleta o superficial.—El estampado es una tintura local destinada a obtener efectos coloreados sobre fondo blanco o efectos multicolores. Púedese llegar al mismo resultado por medio del tejido, pues el estampado no es, en el fondo, otra cosa que una imitación de los efectos obtenidos con esta industria. El ideal que con la estampación se persigue es reemplazar el artículo tejido, imitándolo hasta que a simple vista se confunda con una notable economía de colorantes y de mano de obra.

El procedimiento ordinario de estampación por medio de la máquina de estampar consiste en hacer pasar el tejido, la «empepa», bajo fuerte presión entre un prensador hidráulico y el cilindro grabado, embadurnado de colorante solamente en sus partes grabadas en hueco. El cilindro cede así el color al tejido, reproduciendo el dibujo grabado, con tantos colores como cilindros grabados entran en función en la máquina. Es evidente que con este procedimiento el ligamento del tejido representa sólo un papel secundario, toda vez que el estampado se realiza sobre todas las partes del tejido que entran en contacto con la superficie grabada.

Con ello es muy difícil llegar a una imitación perfecta del efecto obtenido por el tisaje. El tejido posee también dos caras, y a menos de estampar sobre las dos caras, lo que se obtiene con máquinas gemelas yuxtapuestas, o de dar una presión suficiente, sobre el revés del tejido aparece el dibujo difumado, manchado y de efecto poco estético. No obstante, este resultado solamente se obtiene con determinados artículos que se aplican a la confección de camisería de caballero. Llegase a una imitación más completa por el procedimiento de estampación «arrastrada» que parece haber sido empleado por primera vez, en 1895-1896, por Jaime Blair. Consiste en estampar solamente las partes salientes del tejido, sobre el vello que éste posee, y se efectúa, como su nombre lo indica, por el arrastre del tejido sobre el cilindro embadurnado de color. Estámpase sin presión, dando a los cilindros estampadores una velocidad diferente de la del tejido, y no se ejerce, en este caso, una presión normalmente al tejido, como en el procedimiento de estampación ordinario, sino una tensión en el sentido de la trama.

En principio, la ejecución se hace sobre la máquina de estampar ordinaria. En el caso más simple, se dispondrá de tres cilindros: el primero y el tercero lisos y girando a la misma velocidad, apretando fuertemente sobre el prensador. El rodillo del centro es el estampador, grabado y provisto del rodillo suministrador de colorante y el cuchillo destinado a retirar el exceso de éste; gira a velocidad diferente del primer y tercer rodillo. Por la acción combinada de estos dos rodillos, el tejido se presenta tirante y se arrastra sobre el segundo rodillo que no le da colorante más que sobre las partes del tejido que ofrecen relieve.

Este procedimiento da, especialmente practicado sobre fondo coloreado (negro de anilina, etc.) efectos muy notables que no podrían obtenerse de otro modo.

Ofrece no obstante un inconveniente: el aplastamiento que se produce por el tercer rodillo y que tiene una influencia sensible sobre el aspecto final del artículo. Remediase este inconveniente con el procedimiento de la casa Zundel de Moscu, patentado en Francia.

He aquí, en principio, este procedimiento, representado en la figura 1.

Empléase una máquina ordinaria de estampar con cinco rodillos: 1, 2, 3, 4 y 5. El rodillo frotador 2 está grabado y provisto de sus accesorios: es gobernado por la rueda de engranaje principal y arrastra los rodillos 1 y 3, cuyo sentido de rotación es de este modo opuesto al suyo. El rodillo 4, como el prensador, está puesto en movimiento por el rodillo de cobre 5, cuya rueda engrana con la motriz que acciona también el rodillo 2. Los rodillos de madera 1, 3 y 4, están guardados en un revestimiento que se obtiene enrollando en espiral apretada una cinta de acero perforada (forma de raspa, disposición muy vulgar en tisaje), lo que le da una superficie rugosa sobre la cual el tejido adhiere perfectamente. Los rodillos 1 y 3 que tienen el mismo diámetro, giran a igual velocidad, y el tejido es arrastrado de un modo constante. La estampación arrastrada producida por el rodillo 2 es, pues, de una regularidad perfecta. El tejido estampado es arrastrado por el rodillo 4 para pasar a la estufa, donde se seca.

Como se ve por una simple inspección del dibujo, el tejido no pasa en ningún momento entre los rodillos

y el prensador, y no se produce por tanto aplastamiento alguno.

Hay no obstante que convenir que este procedimiento de estampación, incluso si los resultados con él obtenidos son satisfactorios, tiene el inconveniente de exigir una instalación particular, y, como el procedimiento primitivo, no utiliza más que una parte de los cilindros estampadores, lo que es poco ventajoso desde el punto de vista del rendimiento.

Con el mismo procedimiento de estampación, puede por otra parte producir también, según la elección del grabado, efectos cambiantes o sedosos, seguidos o parciales y de dibujo, especialmente sobre tejidos de superficie vellosa, como la franela. Es preciso, en este caso, aplicar el color en forma de capa fina y uniforme sobre la extremidad del vello; la coloración de esta suerte obtenida contrasta con la del fondo unido.

Mirando el género de frente, aparecerá la coloración del fondo, mientras que visto de través se percibi-

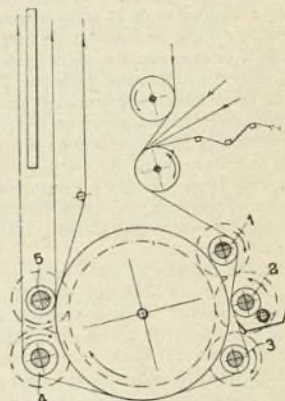


Fig. 1.—Estampación superficial incompleta sistema Zundel.

rá más que nada la estampación superficial. Plegando el tejido, los pliegues mostrarán los efectos peculiares de los tejidos tornasolados o cambiantes obtenidos por tisaje, sirviéndose de hilos de urdimbre y de trama diferentemente coloreados.

Llégase a producir un artículo análogo, sobre tejido aterciopelado, por ejemplo, estampando con colorante suficientemente denso para no colorear más que las extremidades del veludillo, lo que resulta fácil regulando la presión.

Existen otros varios métodos para obtener efectos sedosos, y veremos luego que con el pulverizador por aire o vapor llégase también a producir efectos parecidos. Sobre este principio reposa el procedimiento Karl Kubler de Dusseldorf, que preconiza, después de la pulverización del colorante, un pase por la máquina de cardar, en estado húmedo, a fin de igualar el color aplicado sobre el tejido.

Estampación bajo presión débil.—En los dos procedimientos que hemos descrito, y entre los cuales el segundo no es más que una variante del que le precede, la estampación se produce sobre las partes en relieve del tejido, que van a rozar el rodillo grabado por

consecuencia de la tensión del tejido en el sentido del urdimbre. No obstante, el contacto es muchas veces imperfecto y puede ser impedido o reducido por hilos más voluminosos (defectos de hilatura) tramados o urdidos en la pieza y por otros defectos accidentales, los dobles por ejemplo. Prácticamente, el estampado arrastrado o rozado limitase a un cierto número de tejidos, en los que si tales imperfecciones se producen son muy poco aparentes.

La patente Siefert imita el género tejido de modo muy notable.

He aquí en qué consiste el mencionado procedimiento. En el de estampación ordinario antes descrito, la aplicación del color sobre el tejido se realiza bajo muy fuerte presión, de tal suerte que el colorante penetra por completo y cubre toda la parte tocada por los huecos que forman el dibujo grabado en el cilindro. Si se disminuye la presión, es evidente que las partes grabadas no entrarán en contacto más que con las partes más salientes del tejido, en especial los cruzamientos de los hilos de trama y urdimbre y que se obtendrá el efecto deseado. Así, pues, no se trata más que de una cuestión de presión, y, por ensayos sistemáticos, el inventor ha llegado a determinarla.

Como máquina de estampar, puede utilizarse una *fulard* ordinaria; el rodillo inferior está grabado y provisto de un suministrador de colorante así como de un cuchillo para retirar el exceso de colorante; el rodillo superior, de caucho, hace las veces de prensador y se posa sobre el rodillo grabado sin ser cargado por palancas o pesos. Basta hacer pasar el tejido entre ambos rodillos; la débil presión elástica ejercida por el peso del rodillo superior bastará para hacer penetrar el color en los relieves del tejido.

Para la ejecución práctica del procedimiento, que ha obtenido un gran éxito en Austria y Rusia, hay precisión de regular el funcionamiento de la instalación. La cuestión del grabado del cilindro representa un papel muy importante; de este modo, para el estampado de un tejido fino de lana que tiene 25 cruzamientos de hilo por centímetro cuadrado, hay que emplear un grabado que posea de 8 á 10 impresiones por milímetro cuadrado, de modo que no se stampa más que justamente la superficie necesaria.

Desde la introducción del *silk-finish* que da al algodón mercerizado, por un apresto mecánico, el brillo y reflejo de la seda, estos grabados se han vulgarizado y extendido mucho. Trátase de la combinación de dos principios: del cilindro grabado en mil puntos muy finos y del *fulard* sin presión, que ha permitido realizar este nuevo género de estampación, que puede denominarse estampado bajo débil presión por oposición al procedimiento ordinario.

Una modificación del procedimiento Siefert es debida a la casa Zundel. El cilindro de caucho es liso en su centro sobre una longitud que excede algo del ancho del tejido, mientras que posee, de cada lado, una superficie en saliente de 10 centímetros de longitud aproximadamente por uno y medio milímetros de altura. Los resultados obtenidos no son superiores a los que da el procedimiento Siefert. Si el rodillo de caucho es algo blando, se puede disminuir también el diámetro de las dos extremidades de modo a obtener una disminución cónica de 1 á 1 y medio milímetros.

Estampado por pulverización.—Un procedimiento

extremadamente curioso que imita el estampado se practica siguiendo un camino diametralmente opuesto, empleando un pulverizador o vaporizador. Este pequeño aparatito, llamado también *airostyle* y aerógrafo y cuya denominación más propia sería tal vez cromógrafo, desde hace algún tiempo ha adquirido un gran empleo en la coloración artística de los tejidos. Empleado primero en los tejidos de seda, de precio elevado, como filips, crepés de China, velos, raso, etc., cada vez tiende más a convertirse en un aparato industrial que permite ejecutar también, sobre tejidos de algodón (pañuelos, novedades para señora), de lino (pañuelos, mantelerías), de lana (novedades para señora) efectos difumados imposibles de obtener por otros medios.

El empleo del pulverizador para el decorado de los tejidos no es nuevo en absoluto; fué utilizado por De-

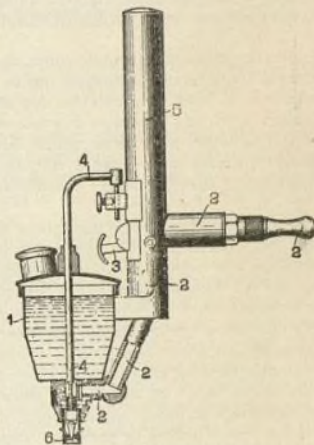


Fig. 2.—Dispositivo del airostyle.

pouilly en 1869. No obstante, los aparatos utilizados por dicho autor eran muy primitivos y la ejecución hacíase de tal modo costosa que no pudo llegar a extenderse. Los aparatos han sufrido posteriormente hondas modificaciones, especialmente en América, y actualmente se hallan en el comercio toda una serie de modelos que pueden perfectamente servir. Nos limitaremos a describir el aerostilo.

Este (fig. 2), está construido de latón niquelado y se compone de un recipiente 1 destinado a contener el colorante; para hacerle funcionar se pone en comunicación con la conducción de aire comprimido por la tubería 2. El operador maniobra el aparato a modo de portapluma; el índice cae encima del botón de gobierno 3. Para determinar la salida del vapor basta ejercer presión sobre el botón 3. Se abre así, primero, la tubería de aire comprimido que se escapa por el orificio 6, luego, en segundo lugar, sube la aguja 4, que obturaba el orificio de salida. El color es aspirado y arrastrado, luego pulverizado por el aire comprimido. Este dispositivo tiene la ventaja de evitar la formación de las gotas de colorante que se producirían si la salida del mismo se hiciese antes del acceso del aire. Tan pronto se deja libre el botón 3, un resorte existente en 5 lleva

la aguja a su posición inicial y produce de este modo la obturación del recipiente de colorante. El colorante pulverizado es arrastrado por el aire comprimido y expulsado por el orificio G; forma un cono cuya base va en aumento cada vez más, según la distancia del aerostilo al tejido.

Existen desde luego varios modelos en los que la relación entre la superficie de salida del color y la sección de salida del aire comprimido puede variar, según el efecto que se trata de obtener.

El aire comprimido es producido por un compresor del cual existe un gran número de modelos, y enviado a un recipiente, desde el que se realiza la distribución por tuberías metálicas. Únese el aerógrafo a la tubería de distribución por un tubo de caucho, operándose a una presión de 2 a 3 kilogramos. A falta de una instalación para producir aire comprimido, puede también, en caso necesario, emplear un gas bajo presión, especialmente ácido carbónico y también hidrógeno.

El tejido por decorar es extendido sobre una mesa perfectamente tirante, exactamente igual que en el caso de estampación a mano, por plancha. No obstante, sólo se trabaja sobre una superficie muy reducida, debiendo ser mesa móvil, para poder aplicar fácilmente los modelos recortados sobre hojas de cinc, de los que se necesitan tantos cuantos colores constituyan el decorado.

Se comenzará preferentemente por aplicar las tonalidades oscuras, cada una de ellas con el patrón o modelo apropiado, y se termina por las tonalidades claras. La intensidad del colorido obtenido dependerá de la distancia existente entre el pico del vaporizador y el tejido. Por ello se ve que el trabajo puede ser más o menos artístico, exigiendo una práctica y una experiencia que, de otra parte, adquiérese rápidamente.

Los colorantes secan en seguida. El desarrollo y fijado de los colores se hacen según los procedimientos ordinarios y nada ofrecen de particular; dependen, como la elección de los colorantes, de la fibra del tejido por decorar: lana, lino, algodón o seda. Se hará uso siempre de colorantes extras, y en muchos casos se emplean los indantrenos y otros de la gran familia de los sólidos.

Puédese también combinar la estampación ordinaria con la vaporización, y es posible aplicar de este modo colores vivos y hasta el blanco sobre negro.

Existen numerosos variantes del procedimiento por pulverización que resulta imposible estudiar en detalle. De acuerdo con la patente Lebaron Hermanos, puede pulverizarse a la vez tres colores, y en otros casos (aparato Briggs, patente alemana) empléase el principio de pulverización usado por el inhalador, y existen otras varias patentes con variantes diversos.

Impresión litográfica.—Desde el punto de vista del grabado, la aplicación del aerógrafo constituye una simplificación muy sensible, porque el grabado de los cilindros de cobre, que se aplican en la rotativa de estampar, es relativamente de un gran coste. Para la máquina de estampar, el grabado es en hueco; es por el contrario en relieve para la estampación a mano así como para las máquinas que imitan este género de estampación: perrotina, máquina Samuel, etc., lo mismo que para la impresión del papel (industria de pa-

peles pintados). Existe un tercer principio de estampación: es la estampación sin relieve, como se practica en litografía, y que permitiría, si fuese aplicable a los tejidos, realizar considerables economías, por ahorrar el grabado, costoso siempre.

Aunque los ensayos realizados por esta vía no puede decirse que hayan fracasado, hasta el presente no han dado el resultado satisfactorio que fuera de desear.

El procedimiento Hoz, patentado, consiste en transportar en primer lugar, con tinta grasa, el dibujo sobre la superficie lisa del cilindro. Fijase sobre la superficie pulimentada por medio de un líquido ácido que obra sobre el metal de modo a obtener, al lado de los rasgos del dibujo, un fondo pulido incapaz de recibir cuerpos grasos. La estampación se realiza mojando periódicamente el fondo libre del cilindro (es decir la parte no ocupada por el rasgo del dibujo) y suministrando a la vez colores grasos conteniendo barniz a base de aceite de linaza y el mordiente necesario para el desarrollo y fijado de los colores a las partes del dibujo. La máquina de estampar se componía, pues, de un rodillo preparado del modo que dejamos descrito por procedimientos análogos a los usados en litografía, con un rodillo de presión emplazado debajo y dos rodillos suministradores, uno para un líquido acuoso y el otro para el color graso. Los resultados no han respondido a las esperanzas del inventor.

Estampado fotográfico.—Existe una idea muy interesante y que, especialmente desde el punto de vista del grabado, presenta una simplificación muy sensible sobre los procedimientos actuales. El procedimiento Rolffs que reposa sobre el empleo de los tres colores fundamentales: azul, rojo y amarillo, aplicados a la estampación de los tejidos, es ya muy interesante por la simplicidad de su ejecución, a pesar de lo cual no parece haber hallado más que un muy limitado empleo. Este procedimiento de grabado exigiría explicaciones muy especiales sobre las que no nos es posible extendernos.

Creemos interesante, para terminar, señalar la transformación del procedimiento Rolffs por Mertens, quien ha llegado a crear un nuevo procedimiento de impresión con una máquina rotativa de las que se utilizan en la ilustración de los periódicos y revistas.

Este método permite imprimir las ilustraciones de un modo continuo, simultáneamente con el texto y de una vez y ello sin necesidad de utilizar papel especial; representa en la ilustración de los diarios un progreso notable, y los efectos y resultados obtenidos son mejores que los que dan de sí los procedimientos autotípicos sobre papel satinado especial. En Barcelona tenemos una publicación, única en España, que aplica este modernísimo procedimiento (*Día Gráfico*).

Para grabar el rodillo, constituido por un cilindro de hierro recubierto por la electrolisis de una capa de cobre muy delgada, se le da una capa muy fina de emulsión sensible y luego se aplica un filtro fotográfico del dibujo que se quiere reproducir.

Por una corta insolación, obra sobre las partes de la capa no cubiertas por la imagen, que se hacen insolubles en el agua, por lo que con un simple lavaje se quita la parte de capa no alterada. Bastará luego atacar el rodillo por los procedimientos de costumbre por

medio de un ácido para obtener un grabado en hueco que puede servir en la máquina rotativa conocida y que, a pesar de su velocidad de 120 metros por minuto, da impresiones absolutamente limpias.

Nuevo procedimiento de extracción industrial del yodo de las algas marinas

León Laurent ha patentado en Francia el procedimiento que encabeza estas líneas.

La dispersión actual del yodo antes de la llegada a la fábrica es realmente enorme, a saber:

1.º Por evacuación en «osmosis» en el serum marino, habida cuenta que las algas son seccionadas e incluso heridas.

2.º Por secado inepto sobre las dunas en donde la arena sílicea pégase a las viscosidades de las plantas; la sílice, por combinación, es un captador iódico reconocido.

3.º Por fermentación; el azúcar (mannita) de las laminarias, generador de alcohol, prepara la eclosión del «Bacillus amylobacter»; el alcohol resultante, ávido de yodo, arrastra éste y se volatiliza.

4.º La combustión primitiva en rocas cristalinas, silíceas, evapora la parte clara respetada por las anteriores causas.

Para obtener la mayor cantidad posible de yodo, hay que proceder del modo siguiente:

Las algas, a su salida del mar, lo más enteras y sanas posible, no heridas ni seccionadas, se seleccionarán por el orden de su rendimiento en yodo de acuerdo con la siguiente tabla:

LAMINARIAS

Laminaria saccharina	Laminaria longicuris
— digitata	— bulbosa

Segunda calidad (algas de rendimiento regular).

LAMINARIAS

Laminaria phyllitis	Chorda filum
— fascia	— lomentoria
— Cloustoni	Alaria esculenta

Tercera calidad (algas de rendimiento graduado).

Asperococcus, Dictyota, Himantalia, Cutleria, Sphaerocaria, Punctaria, Chondrus, Phyllophora, Rhodymenia, Castenella, Dumontia, Delesseria, Nithophyllum, Halimena, Conferva, Enteromorpha, Ulva latissima, Porphyrea et Padina pavonia.

Las algas serán lavadas primeramente cuidadosamente en agua dulce para desembarazarlas de la arena que tienen adherida.

Molidas lo más finamente posible, caerán en una masa acuosa en movimiento, en donde las células abandonarán su yodo, en yoduro soluble, esto por «exosmosis» natural. Si el tanto por ciento en potasa de esta agua madre es demasiado débil, una adición razonada de sal de potasio soluble forzará la disolución sódica completa. Una adición proporcional de bicarbonato de sodio activará la disolución del contenido de las células, y éstas, vacías, flotarán en la superficie.

Después de retirar estos residuos, el conjunto se exprimirá y filtrará en un tamiz de crin: el agua-madre

depurada contendrá el yodo y los yoduros preexistentes en las plantas y entrados en disolución: se decantará con alumbre para su clarificación, sometiéndolo luego a la corriente de cloro, o tratado al ácido sulfúrico y bióxido de manganeso, etc.

El yodo resultante será purificado por sublimación.

Si hay lugar a ello, los turtos serán incinerados en recipiente cerrado para recuperar yodo, tratándolos luego para la extracción del bromo y de las sales, y los residuos utilizados en agricultura como abono.

Procedimiento de fabricación de celulosa por medio de madera resinosa, con extracción simultánea de esencia de trementina y aceite de resina

PROCEDIMIENTO PATENTADO EN FRANCIA POR LA
SOCIEDAD LE CAMPHRE

En una patente anterior, la Sociedad referida describió un procedimiento de extracción de esencia de trementina de las maderas resinosas. Ha podido comprobar que los residuos de esta extracción podían utilizarse en la fabricación de pasta para papel e ideó reunir en una sola las dos fases del tratamiento: extracción de la resina y de la esencia de trementina de una parte y fabricación de la pasta de papel de la otra. Este tratamiento simultáneo y combinado constituye pues el objeto de la segunda patente y, por consiguiente, permite obtener la transformación de las maderas muy resinosas en pasta de madera química, a la par que recuperando en el curso de las operaciones productos resinosos bajo forma de esencia de trementina y aceite de resina.

Esta transformación se hace por la acción de la elevada temperatura y bajo presión de una lejía de sosa cáustica adicionada de sales de sodio, como carbonato, sulfato, etc.

Los tres factores, cantidad de sosa, temperatura y presión varían con la naturaleza de la madera empleada, con la cantidad de productos resinosos que encierra y la cantidad de celulosa que se desee obtener.

La operación se hace en un aparato cocedor de plancha, autoclave, provisto de tuberías de carga y descarga y de los accesorios corrientes, susceptible de ser caldeado por un cualquier dispositivo: fuego directo, doble cubierta, serpentín o vapor vivo, por ejemplo.

En la figura que reproducimos se representa, esquemáticamente, a título de ejemplo, una instalación que permite efectuar las operaciones del tratamiento.

Este aparato de cocción C lleva, en su parte superior, una tubería T provista de una compuerta V permitiendo regular fácilmente el grado de abertura que comunica con un refrigerante R puesto en comunicación con un recipiente cualesquiera, por ejemplo con J.

La madera reducida a pequeños fragmentos es cargada en el aparato con la solución de sosa. Cuando el aparato, como la compuerta V, se caldea, y cuando la temperatura y la presión alcanza el grado conveniente, ábrese ligeramente la compuerta V, regulando la abertura de modo que no baje sensiblemente la presión en el interior del aparato.

La esencia de trementina en estado de vapor acom-

pañada de una cantidad relativamente débil de vapor de agua, se desprende por la tubería y la compuerta, se condensa en el refrigerante R y es recogida en el recipiente F, en el cual se separa del agua arrastrada.

La presión elevada mantenida en el aparato de una parte, y el recipiente J puesto en comunicación con la atmósfera de la otra, opérase un arrastre por el vapor de agua bajo presión, arrastre que se realiza muy rápidamente y con el concurso de poca cantidad de agua.

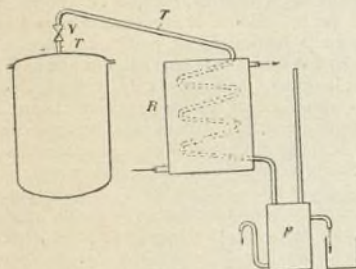
La esencia de trementina de este modo obtenida es muy pura. Púdesela someter, no obstante, a una rectificación.

La resina se combina durante la cocción con la sosa, dando resinato de sosa.

Terminada la cocción, sepárase el líquido de la pasta de madera formada y se lava esta última metódicamente para desembarazarla de la lejía que la impregna.

La pasta de madera es sometida a los tratamientos corrientes para llevarla al estado comercial, cruda o blanqueada.

El líquido separado de la pasta (adicionado de las aguas de lavaje) contiene resinato de sosa, materias



resinicas neutras, productos resultantes de la combinación de las materias incrustantes de la madera con la sosa y los productos sódicos en exceso. Este líquido es concentrado y finamente calcinado en recipiente cerrado.

Durante la calcinación, el resinato de sosa da origen al aceite de resina, y las combinaciones de materias incrustantes suministran alquitrán. El aceite de resina y los alquitranes destilan dejando un residuo carbonoso de sosa cáustica más o menos carbonatado. Si la lejía primitiva ha sido adicionada de sulfato de sodio, el resultado contiene igualmente sulfato y sulfuro.

Los productos destilados, aceite y alquitranes, son tratados por una solución caliente de sosa. Esta solución disuelve los compuestos fenólicos que constituyen la mayor parte de los alquitranes y deja el aceite de resina sin alterar.

Purifícase este aceite de resina por rectificación.

La solución alcalina de los alquitranes es adicionada de un ácido cualesquiera y los alquitranes son puestos en libertad. Estos alquitranes pueden servir para todos los usos corrientes, en especial los antisépticos.

El residuo de la calcinación es tratado por el agua caliente. La solución obtenida caustificada por la cal, se halla presta para servir para una nueva operación.

Tinta sin nitrato para marcar ropa

Dejando a un lado el nitrato de plata, la piedra infenal que tan indeleblemente marca la ropa, pero quemándola, púdesese hacer uso para el mismo objeto de tinta de imprenta de buena calidad o, mejor, de una tinta que todo el mundo puede prepararse y que se compone de:

Azúcar en polvo	40 gramos
Negro de humo polvo fino	10 »
Sulfato de manganeso	20 »
Agua	10 »

Aplicase la marca con un timbre de caucho, déjase secar, lávase la marca con potasa, sécase de nuevo y se lava en agua abundante.

Si es posible aplicar la marca con hierro caliente todavía es mejor, y en tal caso se hace uso de un troquel de hierro llevando la marca en relieve, se caldea fuertemente sin llegar empero al rojo. Sobre la parte del tejido que ha de marcarse se pone una pequeña capa de azúcar pulverizado, aplicando encima el troquel caldeado y apretando, la marca queda absolutamente limpia e indeleble.

Tinta negra indeleble

El principio de este procedimiento reside en el empleo de los silicatos solubles en solución más o menos concentrada, en mezcla con carbón vegetal, negro de humo, negro animal, etc., y en general con toda otra sustancia negra de procedencia animal, mineral o vegetal.

La calidad de los silicatos y negros que hay que emplear varía con la calidad de los negros y su origen, de suerte que la proporción que de uno y otro producto ha de tomarse es variable.

De otra parte, según se quiera obtener negros más o menos consistentes, púdesese añadir gomas de resina, almidón, dextrina, y si, por el contrario, desean obtener mayor fluidez, añádesese azúcar, melaza, glucosa, etc.

La tinta «del porvenir»

Suprime el empleo del papel secante y todos los inconvenientes de las tintas que conservan su humedad sobre el papel.

Esta tinta se seca instantáneamente, y adquiere esta propiedad por la simple adición de alcohol fuerte.

En una palabra, basta añadir alcohol a la tinta ordinaria, y ello hasta que el efecto de secarse instantáneamente se manifieste escribiendo. Para un litro de tinta ordinaria se añade 200 gramos de alcohol, lo que basta para el objeto que se persigue.

Tinta negra indeleble para marcar ropa

Disuélvese 22 partes de carbonato de sodio en 85 de glicerina y se tritura con 20 de goma arábiga. Luego, separadamente, se disuelven 11 partes de nitrato de plata en 20 de amoníaco. Mézclase las dos soluciones y hácese hervir. Cuando el líquido ha tomado un color

oscuro, viértese 10 partes de trementina y se agita. La cantidad puede variar con la dimensión de los caracteres de la marca. Después de aplicada ésta, expónese la ropa al fuego y se pasa encima de la marca una plancha caliente.

OTRA FÓRMULA

Hacer disolver sulfato de manganeso en agua y añadir una solución siruposa de goma arábica.

Después de marcar o escribir con esta mezcla, se vierte sobre la ropa carbonato de potasio en las siguientes proporciones:

Sulfato de manganeso.	100 gramos
Goma arábica	150 »
Carbonato de potasio.	20 »

Tinta azul-violeta para marcar ropa

Ferrocianuro de potasio	6 gramos
Amoniaco concentrado	4 »
Ácido tartárico	4 »
Agua destilada	500 »

Mezclar intimamente y filtrar para separar el bitartrato de potasio formado.

Añadir en seguida:

Citrato de hierro amoniacal	320 grs.
Amoniaco concentrado	80 »
Azul de anilina	16 »
Goma arábica	140 »

Esta tinta aparece de color amarillo violado en el momento de su empleo; pero en pocos segundos el color se transforma en azul púrpura muy vivo.

Tinta barniz

PARA ESCRIBIR SOBRE EL VIDRIO CON TINTA ORDINARIA
O TINTA CHINA

Este procedimiento es muy interesante:

Se caldea ligeramente el vidrio sobre un hornillo de alcohol o mechero de gas, hasta que el vapor de agua cese de depositarse allí. Hacia los 50 o 60° se vierte un barniz especial como se hace en las operaciones de fotografía al colodión. Este barniz se compone de:

80 gramos de alcohol 95°,	
5 » mástic en lágrimas,	
8 » de sandaraca.	

Obtiénese la disolución de las resinas caldeando al baño de maría, en un frasco tapado fuertemente con el tapón atado. Se filtra en seguida.

Este barniz es muy duro. Se hace brillante y completamente transparente. Si se vierte sobre vidrio frío, el barniz se hace opaco y bebe la tinta.

Puédese dibujar sobre el vidrio de este modo preparado con tinta ordinaria o bien tinta china.

La última operación consiste en pasar encima del dibujo una ligera capa de goma sumergiendo la parte

dibujada en una capa de goma muy diluida o toda otra materia exenta de alcohol.

Este procedimiento puede ser empleado con mucha ventaja para reemplazar las etiquetas de papel que se pone en los frascos de los laboratorios y para hacer figuras sobre vidrio para proyecciones y quizás para calcar dibujos que se reproducen en seguida por la fotografía.

Lana mineral

El procedimiento de fabricación de la lana mineral y lana de escorias, productos muy diferentes entre sí, es muy poco conocido, a pesar de que su uso se halla muy extendido como aislante, para revestimientos de tuberías de vapor, amortiguador de trepidaciones y ruidos, etc.

Como el nombre lo indica, se trata de una materia compuesta de infinidad de fibras muy finas, dando al tacto la impresión de la lana, cruzándose en todos sentidos y constituyendo una serie continua de pequeñas células llenas de aire. Se la encuentra en el comercio en diferentes colores que van del blanco al negro pasando por el amarillo y el gris.

La lana de escorias se obtiene de las escorias de los altos hornos, y la lana mineral de una piedra blanda, porosa y flexible. En ambos casos el mineral se funde en un cubilote, dejándolo manar lentamente dirigiendo sobre la masa un chorro fuerte de vapor. Obtiénese de este modo algo así como una nube formada de filamentos más o menos ténues que se depositan más o menos lejos y rápidamente, según su densidad.

La selección queda, pues, realizada, y no resta más que empaquetar las diferentes clasificaciones por separado.

Incombustibilidad de la madera

Diferentes fórmulas:

A.—Sumergir la madera en una fuerte solución de alumbre y sulfato de hierro, 1 kg. de cada producto en 2 o 3 litros de agua.

Aplicar sobre la madera diferentes capas de silicato de sodio (vidrio soluble).

Clorhidrato de amoníaco y fosfato de amoníaco en partes iguales. Recomendable para tejados.

Borato de sosa y sal amoníaco en partes iguales.

Alumbre	60 gramos
Sulfato de amoníaco	60 —
Acido bórico	30 —
Gelatina	20 —
Almidón	6 —

Otra fórmula es una disolución de cloruro de calcio.

Es poco recomendable porque esta sal absorbe la humedad; es preferible emplearla como extintor poniéndolo en botellas para lanzar en el fuego, fundido previamente en volumen igual de agua.

Empleo del formol en mezcla con materias aglutinantes

Este compuesto tiene aplicación a la impermeabilización de diversas materias, como los tejidos de lana, algodón, el papel y cuero, así como los artículos fabricados total o parcialmente con estas materias, por ejemplo tubos de papel para hilatura, cajas de papel y cartón, etc.

Esta aplicación impide a las materias impermeabilizadas el abrirse bajo la influencia de la humedad y desencolarse o deformarse por consiguiente.

Las materias o los objetos que hay que impermeabilizar son impregnados o embadurnados de formol mezclados con cola, gelatina u otra materia aglutinante antes o durante su confección.

Esta impermeabilización puede hacerse por inmersión en una disolución de formol de las materias y objetos, antes o después del encolado, total o parcialmente encolados.

En todos los casos se obtiene el mismo resultado.

Procedimiento de curtición al formol-cromo-fluor

Es un procedimiento patentado en Alemania por Valentiner y Schwarz. Se prepara la solución siguiente:

Bicromato de sodio	100 kg.
Formolaldehído	4 »
Agua	400 litros

a la cual se añade 200 kg. de ácido fluorhídrico y que se lleva en seguida a 60-70° hasta la obtención del color verde esmeralda con la potasa cáustica.

La curtición se hace en un recipiente de 3-4 % de la mezcla antes indicada, a razón de 40 litros para una piel de 20 kg. y para el cuero para suelas. Se remueve, aclara, neutraliza en solución débil de álcali y se termina lo mismo que en el procedimiento de curtición al cromo.

Cola para etiquetas

Prepárase la siguiente mezcla:

Harina de trigo	100 gr.
Bicloruro de mercurio	12 »
Absenta	50 »
Tanaceto	50 »
Agua	1.500 »

Puédese emplear este producto para el encolado de las etiquetas sobre las botellas o frascos que han de permanecer en sitios húmedos. Esta cola es fuertemente antiséptica e impide la putrefacción o enmohecimiento.

Cola de encuadernador

Para preparar una buena cola como la que emplean los encuadernadores se recomienda tomar un litro de agua en la cual se echa unos 20 gramos de alumbre; disuélvese en caliente, y luego, después de enfriar, se añade harina en cantidad suficiente para obtener una consistencia regular. Vuélvese entonces al fuego y se le hace hervir removiendo constantemente. Para evitar que esta cola se eche a perder se agregará en ella algunas gotas de aceite de clavo. Si se desea una cola análoga pero más dura, se adiciona una pequeña cantidad de resina en polvo o uno o dos granos de clavo antes de hacer hervir: con ello se conservará por lo menos un año, y para utilizarla no se tendrá que hacer más que añadir un poco de agua.

Cola económica

Se tritura 1 kilogramo de patatas y se hace cocer la pulpa durante algunos minutos, agitando, con seis litros de agua. Después de haber retirado del fuego, añádase poco a poco, removiendo, 16 gramos de alumbre pulverizado y se bate a fondo; la cola se halla presta para el empleo, y da tan buenos resultados como los engrudos de fécula.

Cola de harina

Se pone en un cazo tres cucharadas de harina de trigo o de centeno, diluyendo en agua fría. Échase luego una cantidad igual de agua hirviendo, removiendo con una espátula de madera hasta obtener la consistencia suficiente. La harina de arroz da un engrudo muy blanco y casi transparente. Algunos gramos de alumbre en polvo en mezcla con la cola permiten que ésta se conserva durante unos quince días.

Cola japonesa

Se obtiene una cola muy resistente, que permite reparar fácilmente los bibelots rotos, mezclando arroz finamente pulverizado con agua fría de modo que forme una pasta muy blanda. Se añade luego un poco de agua hirviendo y se deja hervir durante unos diez minutos.

Cola inalterable

Disuélvese 30 gramos de alumbre en un litro de agua caliente; después de dejar enfriar se añade harina de trigo ordinaria en cantidad suficiente para obtener una pasta clara. Viértese seguidamente en la mezcla media cucharada de resina pulverizada y dos o tres granos de ajo. Déjase hervir todo removiendo constantemente hasta espesar perfectamente. La cola así preparada puede conservarse un año. Si se desecase por consecuencia de estar mal tapado el frasco, añadir un poco de agua caliente.

La electrización de la atmósfera

I.—LA ELECTRICIDAD EN LA ATMÓSFERA

Se ha comprobado que, durante el buen tiempo, las regiones superiores de la atmósfera se hallan electrizadas positivamente y, las partes bajas, en la proximidad del suelo se encuentran, por el contrario, cargadas de electricidad negativa. La tierra y la atmósfera, en su conjunto, pueden asimilarse a una inmensa botella de Leyde cuya armadura interior estuviera formada por la tierra y la exterior constituida por las capas elevadas de la atmósfera. En tiempo lluvioso o tempestuoso, se invierten con facilidad las condiciones y la tierra recibe una carga positiva, al paso que la atmósfera a cierta altura se halla cargada negativamente.

El mecanismo de este fenómeno parece ser el siguiente: bajo la acción de la luz ultra-violeta emiten electricidad negativa; la misma electricidad negativa de la tierra se descarga por la punta de los árboles y el extremo superior del tallo de las hierbas, adquiriendo la tensión en dichas puntas un valor elevado, lo que da por resultado el crear en la atmósfera, a cierta altura, una capa de electricidad negativa. El viento arrastra esta capa que se mezcla más o menos con las capas superiores cargadas positivamente, provocando así las descargas que tienen lugar en las tempestades con truenos. De esta opinión, sustentada sobre todo por Lodge, se deduce que la causa de las tempestades no es otra que el buen tiempo que las precede.

Las hojas de los vegetales terminadas generalmente en punta y con sus bordes dentados o aserrados, parecen constituir conductores adaptados de un modo especial a la emisión de la electricidad. La descarga eléctrica que en ellas se verifica debe ser necesariamente un fenómeno bienhechor para su desarrollo, por lo que se llega a la conclusión de que quizás sería ventajoso hacer, artificialmente, más intensa dicha descarga para estimular la acción desconocida y benéfica que el paso de la corriente no puede menos de verificar en su interior y en su superficie.

II.—CONSTITUCIÓN DE LA ATMÓSFERA

La mayoría de los meteorólogos están conformes en afirmar que la tierra está rodeada de una serie de capas concéntricas de naturaleza física y composición química distintas para cada una de dichas capas. Gracias al empleo de cometas y sobre todo de globos sondas, se ha podido comprobar que, después de cierta altura, de 7.000 a 11.000 metros, la temperatura no bajaba más y que el termómetro señalaba 20° sobre cero. Se ha observado también, en algunas explosiones, que el sonido no se oye a partir de cierta zona y que se vuelve a oír en otra zona más lejana del punto en que se produjo, y se explica este fenómeno por medio de la supuesta reflexión del sonido en una capa superior de la atmósfera formada casi exclusivamente por hidrógeno y situada a 75 km. de altura.

El hecho de que las ondas hertzianas se propaguen a distancias mayores de lo que se creía antes de su empleo en la telegrafía sin hilos, parece explicarse

igualmente por la existencia, en las capas superiores de la atmósfera, de elementos distintos de los que se encuentran en la proximidad del suelo y que favorecen, gracias a la conductibilidad originada por la ionización a que están sometidos, la transmisión de las ondas eléctricas.

Se admite que inmediatamente alrededor de la tierra se encuentra una zona de un espesor aproximado de 10 km., en la cual las variaciones de temperatura en sentido vertical son muy importantes, y muy poco sensibles en sentido horizontal; a esta zona se le llama *troposfera*; después de la *troposfera* se encuentra una capa de unos 60 km. de espesor, llamada *estratosfera*, en la que la temperatura variable con los días es siempre fija en el sentido del diámetro; pasada la *estratosfera* hay una capa de 150 km. de grosor llamada *esfera de hidrógeno* y más allá se encuentra la *esfera del geocoronio* que está formada por un elemento que da en el espectro la línea del *coronio* que se encuentra en la corona solar.

III.—CAUSAS DE LA ELECTRIZACIÓN NATURAL DE LA ATMÓSFERA

Según Lodge, se debe atribuir la electrización de la atmósfera no a causas locales, como el choque de las gotas de lluvia, la vaporización del agua y su condensación, sino a una causa cósmica cuyo origen es el sol.

Como se sabe los diversos cuerpos, bajo la acción del calor, emiten electricidad y el sol no es una excepción. Las manchas que se observan en su superficie están formadas por masas de electrones, cuya erupción en forma de fuertes chorros que alcanzan zonas próximas a la atmósfera de nuestro globo, causa en la misma notabilísimas perturbaciones magnéticas.

El sol emite rayos α cargados positivamente y rayos β ; tan pronto como estos últimos llegan cerca de la tierra, los electrones son absorbidos por las líneas de fuerza del magnetismo terrestre; moviéndose en espiral al rededor de dichas líneas de fuerza llegan a los polos terrestres y dan allí lugar a las auroras polares.

Los rayos α , cargados como ya se ha visto, positivamente, son por lo mismo poco sensibles a la acción del magnetismo terrestre y permanecen en la zona intertropical, de lo que resulta que en ella la atmósfera está electrizada positivamente. Las capas superiores de la atmósfera están ionizadas por los rayos α y de un modo especial por los γ que están dotados de un gran poder de penetración. La lluvia al atravesar estas capas lleva consigo hasta la tierra la electricidad negativa quedando las capas más altas con electricidad positiva.

Estando ionizada la atmósfera, debe existir como consecuencia de la variación vertical de potencial una corriente de arriba abajo; dicha variación es durante buen tiempo de 1 voltio por centímetro y la intensidad de la corriente es de 1 micro-amperio por km^2 , gracias a la poca conductibilidad del aire. Las capas superiores de la atmósfera, por su poca presión y su gran ionización, son más conductoras, casi buenas, de la electricidad.

IV.—ELECTRIZACIÓN ARTIFICIAL DE LA ATMÓSFERA

Se ha ensayado la electrización de la atmósfera con el empleo de máquinas estáticas; pero este procedimiento tiene el inconveniente de que la corriente obtenida no puede tener nunca un valor apreciable; la causa de esto es que la intensidad de la corriente depende, en este caso, del desplazamiento por medios mecánicos de los pocos electrones que constituyen una carga ordinaria de electricidad estática.

Los procedimientos químicos, tales como poderosas baterías de pilas, tampoco pueden dar buenos resultados porque su potencial no puede alcanzar valores elevados y lo mismo acontece con las dinamos, pues para potenciales elevados es muy difícil de asegurarles un buen aislamiento.

Para huir de estos inconvenientes preconiza Lodge el empleo de transformadores combinados con válvulas eléctricas especiales inventadas por él. La energía a transformar se produce mediante una dinamo accionada por un motor de explosión y que da una corriente de 220 voltios con 3 amperios; esta corriente pasa por el circuito primario de una bobina de inducción; en el secundario de esta bobina están intercaladas las válvulas eléctricas cuyo papel consiste en rectificar la corriente y en acumular la carga como en un depósito.

En los Estados Unidos se ha ensayado el empleo de las corrientes de alta frecuencia obtenidas con un transformador y una bobina de Tesla.

V.—APLICACIÓN DE LA ELECTRIZACIÓN ARTIFICIAL A LA AGRICULTURA

El primero de los dos procedimientos de electrización de la atmósfera se ha empleado en Glocester (Inglaterra) por la «Agricultural Electric Discharge C.^o» para estudiar su acción sobre el desarrollo de algunos cereales y hortalizas. La instalación consta, además de los aparatos eléctricos ya citados, de una red aérea de conductores dispuestos en doble serie y sustentados por postes de 4,5 m. de altura colocados a 63 m. de distancia. Cada 12 m., hilos transversales de 0,71 mm. de diámetro están tendidos sobre los conductores y por su pequeño diámetro permiten que la electricidad se escape hacia el suelo pasando por los tallos de los vegetales sometidos a su acción. Uno de los polos del circuito secundario de la bobina de inducción se une con la tierra y el otro se conecta con la línea aérea. La tensión empleada es 100.000 voltios y por lo tanto se ha tenido que estudiar concienzudamente el aislamiento de la línea.

El procedimiento de electrificación mediante corriente de alta frecuencia se está ensayando en Dayton (E. U. A.) con una tensión de 50.000 voltios e instalación casi igual a la anterior.

Los resultados obtenidos con las dos instalaciones mencionadas son muy alentadores y Lodge cree que el procedimiento de descarga en un solo sentido es el mejor y que los de corriente externa y de alta frecuencia no son tan ventajosos.

En los campos de experimentación de Glocester se ha comprobado un aumento medio de 25 por ciento en el trigo cuyo grano era mejor y además se ha demostrado que la electrización ejerce una acción aceleradora sobre la madurez.

La electrización se lleva a cabo cada día, durante el período de crecimiento de la planta, por espacio de 6 a 8 horas. El gasto de energía es relativamente poco elevado, de 50 a 75 vatios por hectárea; esto se debe a la gran pequeñez de la corriente artificial de descarga, que a pesar de ser tan pequeña es 10.000 veces mayor que la corriente atmosférica normal. Para la electrización de una granja de 8 hectáreas basta un motor de 2 H.P.

VI.—APLICACIÓN DE LA ELECTRICIDAD A LA PRODUCCIÓN DE LA LLUVIA

Para obtener la lluvia parece que basta, según resultados comprobados, cargar la atmósfera de electricidad negativa y a la inversa para la producción de buen tiempo; la dificultad estriba evidentemente en producir la electricidad en cantidad y tensión suficientes; pero sin embargo merece ensayarse y no es imposible la obtención de buenos resultados.

Según estos principios no es temerario el pensar que se pueda llegar a neutralizar o a cambiar el magnetismo terrestre para modificar la repartición de la electricidad atmosférica que está determinada por la acción del par terrestre sobre los rayos α y β emitidos por el sol. Un cinturón metálico que rodeara el globo terrestre bastante hacia el Norte y por el que circulara una corriente intensa podría resolver este problema. La intensidad necesaria no pasaría de 1.000.000 de amperios en la hipótesis de que la tierra está constituida en su mayor parte por hierro nativo a una temperatura inferior a la crítica, y habría de ser mucho mayor si la hipótesis no fuera exacta.

A todo se atreve el genio humano, creyendo que para él no hay imposibles; esclavizó el rayo, sometió a su capricho las ondas que vagaban por el espacio, libertó la enorme suma de energía almacenada y escondida en las combinaciones de los cuerpos radio-activos y quiere ahora acelerar a su placer la vida de los vegetales y determinar a su antojo la lluvia y el buen tiempo, transformando el gran imán terrestre aún a trueque de perder de un modo irremediable la fe en la aguja de marear que debe indicarle el camino de la verdadera ciencia.

J. B. DE AGUILAR-AMAT.

La máquina voladora como punto de apoyo mecánico

EL AIRE CONSIDERADO COMO VÍA FIJA.—Al considerar la máquina voladora como punto de apoyo mecánico, conviene consagrar la atención al primer aspecto que presenta el asunto de considerar a su vez, el aire, como vía fija. Cuando la atmósfera está en calma, un aparato

planeador o una máquina voladora, esculpe, por decirlo así, su camino por el aire en vuelo rectilíneo con la firmeza de un deslizamiento por un carril perfectamente asentado—rail o vía—tendido con mayor perfección que la demostrada hasta aquí por el mismo camino de

hierro. Bajo semejantes supuestos y condiciones, el constructor aeronáutico necesita conocer el peso y coeficiente de tracción de la máquina, la velocidad de vuelo y la rampa máxima por que haya de subir; resolviendo entonces el mismo problema a partir de un propulsor de hélice de suficiente diámetro y paso apropiado para suministrar la reacción de empuje necesario y la adaptación de una máquina generadora de fuerza motriz (y transmisiones, si es preciso) para accionar el propul-

ninguna resistencia en el vuelo o, alternatively, que su fuerza propulsiva está constantemente aplicada de modo igual en cada instante de la resistencia. Refiriéndonos a la figura 2, veremos que la vía aérea en línea recta está representada por una línea horizontal o trayectoria n.º 1; por ella, la velocidad de la máquina es igual a la que adquiriría un cuerpo cayendo libremente desde una altura igual a la distancia H_n comprendida entre la trayectoria n.º 1 y la línea básica o plano de

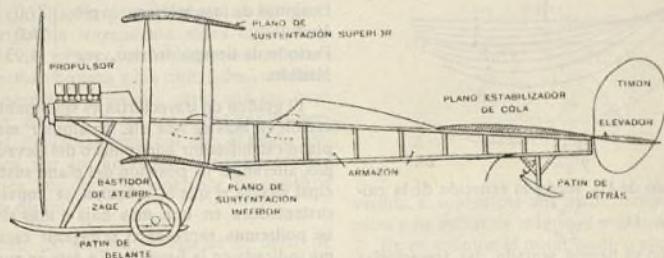


Fig. 1.

sor indicado a la velocidad requerida. La potencia exigida se calcula exactamente como en cualquier otro caso de propulsión o tracción. Además, el ingeniero ha de capacitarse para calcular los esfuerzos necesarios en el proyecto de su aeroplano y estructura del fuselaje y proyectar un armazón apropiado para el aterraje. Por el momento vamos a suponer que disponemos de una máquina de estas condiciones y a tratar con ella de estudiar las particularidades y propiedades de la vía aérea a las que el aparato se ha de adaptar.

nivel. Para esta máquina hipotética existe un número infinito de otras trayectorias o vías aéreas posibles, estando representada la serie entera por la ecuación:

$$\cos \theta = \frac{H}{3H_n} + \frac{C}{\sqrt{H}}$$

Se observará que la serie comprende dos casos especiales, notables: en primer lugar la trayectoria en línea recta n.º 1, en segundo lugar el semicírculo exacto n.º 7. Existe otro caso especial que es cuando el va-

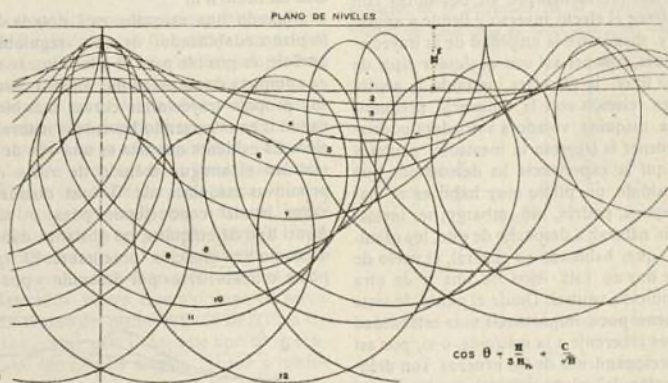


Fig. 2.

En la figura 2 está representada la trayectoria o camino aéreo de una máquina hipotética proyectada según una ecuación matemática. Esta máquina hipotética se diferencia de una verdadera máquina voladora, puesto que la conceptuaremos de dimensiones tan pequeñas en comparación con el radio mínimo de curvatura de su trayectoria que su masa total la consideraremos concentrada en su centro de gravedad, siendo nulo en consecuencia el momento de inercia alrededor de su eje transversal; supondremos también que no experimenta

por de H se convierte en infinito: entonces la trayectoria se convierte a su vez en un círculo de radio $= 2H_n$.

Las trayectorias o «deslizamientos» n.ºs 1 a 6, de menor amplitud que el semicírculo, son los que ofrecen principal interés desde nuestro presente punto de vista; los casos fuera del semicírculo, en que la curva no tiene ningún punto de inflexión y en que el aparato «ojala el anillo» (1) son principalmente sólo interesan-

(1) Algunos traductores traducen libremente «riza el rizo».

tes desde el punto de vista del matemático y del acrobatismo aéreo. Estas curvas con inflexión están trazadas de modo más completo en la figura 3. En ambas figuras, 2 y 3, la velocidad en cualquier punto es la que corresponde a un cuerpo que cae libremente desde la línea básica. De este modo, dada la velocidad normal o natural de vuelo V_n , la escala del gráfico se determi-

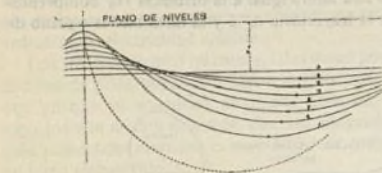


Fig. 3.

nará por el cálculo de H_n según la ecuación de la caída de los cuerpos $H_n = \frac{V_n^2}{2g}$.

Aunque, como ya hemos sentado, las trayectorias dadas en las figuras 2 y 3 representan, rigurosamente hablando, una máquina hipotética que sólo muy débilmente se parece a una máquina voladora real, la diferencia tiene sin embargo una realidad limitada en la validación de estos gráficos. Tengo demostrado (1) que el principal efecto del momento de inercia alrededor del eje transversal es causar la amplitud de la oscilación, de suerte que la máquina pasará por pasos imperceptibles de una curva a otra en el orden con que están numeradas en el gráfico, conduciendo eventualmente a inestabilidad. Tengo también demostrado que el supuesto de una fuerza propulsiva horizontal constante, en vez de una fuerza siempre en equilibrio con la resistencia, ofrece el efecto inverso y tiende a anular una oscilación y disminuye la amplitud de la trayectoria. Podemos, pues, obtener así con cualquier tipo de aparato en vuelo libre, la vía aérea inestable, la neutra o la estable (2) en relación con la influencia predominante. Con una máquina voladora verdadera podríamos también obtener la trayectoria inestable, neutra y estable; pero aquí la experiencia ha demostrado que aún en el supuesto de un piloto muy hábil en el manejo de una máquina, podría, sin embargo, ser inestable su trayectoria natural; a despecho de esto, los cálculos demuestran que, hablando en general, el vuelo de las máquinas de hoy no está lejos de una o de otra vía desde su condición neutral. Desde el punto de vista del ingeniero tiene poca importancia si la estabilidad de la vía aérea es inherente a la máquina, o si, por así decirlo, el perfeccionamiento de las pruebas son debidas a la intervención del mismo piloto.

El punto que deseo aclarar en la presente ocasión es que las curvas trazadas según una ecuación matemática son en efecto aplicables con racional exactitud experimental a modelos y máquinas en vuelo. Así, una perturbación obrando sobre cualquier modelo en vuelo libre, determinará ondulaciones periódicas en la vía aérea, teniendo éstas, dentro de los límites de la observación experimental, el período de tiempo y extensión

de fase correspondientes a sus valores teóricos en relación a la velocidad del vuelo. En el cuadro I que sigue, se dan algunas determinaciones experimentales que demuestran la realidad de esta relación, verificados con modelos en vuelo libre.

CUADRO I

	1	2	3
Velocidad de vuelo.	14,0	14,0	10,0
Longitud de fase teórica. . . pies.	27,0	27,0	15,5
Medido.	26,0	—	—
Período de tiempo teórico, seg ^s .	1,93	1,93	1,55
Medido.	1,9	1,83	1,37

El gráfico de trayectorias es susceptible de útil aplicación en más de una vía. Cualquier movimiento del plano estabilizador horizontal o del elevador, por ejemplo, alterando la posición del plano sustentador principal motiva el que la máquina se convierta en autosustentadora en una más baja o más alta velocidad y así podremos representar semejante cambio en la forma indicada en la figura 4. En ésta se supone un aparato volando a cierta velocidad correspondiente a la altura H_n ; en el punto *a* se modifica la posición del elevador, reduciéndose consiguientemente la velocidad del vuelo que corresponderá entonces a la altura H_n ; esto equivale a alterar la escala del gráfico en aquél punto y la consecuente trayectoria de la máquina estará representada por la curva *a b*. Esta curva podrá sufrir una modificación, sea debida a la estabilidad inherente a la vía aérea o bien a la intervención del piloto como se muestra en la *a c*. En el caso de un tipo de vía aérea inestable, sin ninguna intervención del piloto, la vía aérea se convertirá en otra de amplitud aumentada tal como *a d*.

Cuando una máquina está dotada de un elevador (o plano estabilizador de cola, regulable) de gran superficie, es posible para el piloto tomar semejante carga completa de su máquina; aquella parece proyectar sus propias trayectorias curvas más bien que modificando o entorpeciendo las curvas naturales de la ecuación. Es evidente que ésta es una vía de vuelo; es en realidad el antiguo método de vuelo de Wright, las primitivas máquinas de Wright dotadas de un elevador frontal conduciendo poca o ninguna carga. Aquel tipo de máquina, no obstante, debe ser respetado como una creación precursora. El aparato Wright podía «encabritarse» por descuido y por falta de des-

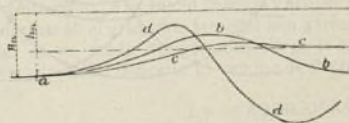


Fig. 4.

treza en cualquier momento y si una vez en velocidad de vuelo caía bajo cierto valor, sea por falta de atención por parte del piloto o bien debido a una ráfaga de viento por el lado de popa o a otra causa cualquiera, el piloto se veía en definitiva impotente para restablecer en su aparato la condición de vuelo normal; por esta razón se ha abandonado el tipo Wright de máquina voladora.

(1) «Aerial Felights», vol. II, § 52.

(2) A esta especie de estabilidad se la llama con frecuencia *estabilidad dinámica*.

Prácticamente el conjunto de las formas distintivas del aparato prematuro de Wright, hoy ha desaparecido; por ejemplo, la máquina sin cola es un objeto del pasado; las máquinas modernas casi todas están dotadas de un plano o cola horizontal estabilizadora. El elevador o timón horizontal emplazado en la parte delantera de la máquina podemos considerarlo ya como anticuado. Al propulsor gemelo ha reemplazado el propulsor sencillo en casi todos los casos. El motor vertical de cuatro cilindros o motor tipo automóvil, ha resultado lo mismo inadecuado. La posición expuesta del piloto, motor, etc., ha desaparecido para jamás volver. El método Wright de lanzamiento sobre corredera y aterramiento sobre patines, es también cosa del pasado. La construcción biplana y las superficies verticales, en parte continúan sobreviviendo; pero, aún así, bajo formas nuevas distintas de las adoptadas por los hermanos Wright. El alabeamiento del ala y el timón vertical accionados por los hermanos Wright mediante una sola palanca, hoy día se accionan por dos registros completamente distintos.

INESTABILIDAD CATASTRÓFICA.—No he de dejar de tratar en este estudio y de prestarle especial atención, sobre un punto que considero muy principal, por mi



Fig. 5.

propuesto durante los últimos doce meses bajo el título de «Inestabilidad catastrófica». Constituye un hecho curioso que, aunque el autor y otros investigadores han estado estudiando la cuestión de la estabilidad por varios métodos durante unos veinte años y otras semejantes como la estabilidad longitudinal, la estabilidad lateral y una forma conocida como asimétrica o *estabilidad rotativa*, ha sido «catalogada» e investigada, tanto teórica como experimentalmente, una forma de inestabilidad que en la práctica puede ser mucho más seria y mortal, que hasta día muy reciente había pasado inadvertida a la observación y al conocimiento. Existen ciertos tipos de aparatos voladores de los que el ordinario «plano lastrado» es un ejemplo, cuya vía aérea es imprecisa. En el caso del plano lastrado de la nota (1) la posición es completamente llana; este tipo de aparato es simétrico, no ofreciendo ningún relieve o resistencia irregular; cuando se lanza en su proporcionada velocidad, vuela sobre la vía n.º 1 (fig. 2) siendo igualmente capaz de volar sobre una vía alternativa intermedia a las 11 y 12, y el único factor determinante modificativo, es la dirección de la reacción de la presión hacia arriba o hacia abajo, en el momento del lanzamiento. Con un poco de práctica en el lanzamiento de estos planos lastrados, se les puede hacer describir la trayectoria de vuelo invertido (fig. 5); también una ráfaga de

aire o perturbación cualquiera obrando sobre un aparato de esta clase, en vuelo, sería suficiente para invertir la trayectoria y determinar la caída. Desde nuestro presente punto de vista, considerando el aire como la «vía fija», la posición es como si el aparato o máquina estuviera continuamente cruzando un número de puntos colocados de frente, no precisamente como sobre un camino de hierro, sino en un sentido vertical (figura 6), de suerte que la máquina está siempre en peligro de ser lanzada sobre una trayectoria de vuelo *aa*, in-



Fig. 6.

vertida, si sobreviene una perturbación aérea de índole recta y de suficiente magnitud y duración (1).

En mi opinión el mejor camino para evitar el peligro de esta causa es el de experimentar en una corriente de aire encauzada, con modelos a escala. De conformidad con la evidencia que hasta el presente ha podido adquirirse, el diagrama de cualquier máquina pasa sin solución de continuidad desde los valores positivos a los negativos y el ángulo de inclinación es una función de simple valuación de la reacción presión *aa* (figs. 7, 8 y 9). El momento de cabezada en algunos casos es una curva de forma semejante a *bb* (fig. 7); en otros casos es de la forma *bb* (figs. 8 y 9) la última de las cuales representa el caso del plano lastrado. En la figura 6, el modelo puede considerarse como catastróficamente estable, pero en las figuras 8 y 9 es inestable; las posiciones o actitudes de la máquina en que el momento de cabezada es cero, son tres, las dos p_1 y p_2 ,

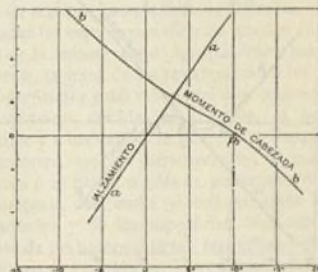


Fig. 7.

definen respectivamente las posiciones estables de vuelo normal y hacia abajo y p_2 marca el ángulo crítico de equilibrio inestable cuando la máquina pasa de un estado al otro.

(1) La naturaleza fatal de esta imprevista inversión de la trayectoria de vuelo, puede apreciarse por el hecho que representa en efecto una reversión completa de gravedad; la máquina se precipita hacia abajo con una fuerza comparable a la que previamente le daba apoyo y cualesquiera utensilios, instrumentos u objetos, libres, incluyendo el mismo piloto, están expuestos a ser arrojados por la máquina, cuya subsiguiente carrera es un vuelo desordenado fuera de todo cálculo. El fatal accidente ocurrido al Mayor Merrick en la «Escuela central de vuelo» (octubre, 3, 1913) confirma la *inestabilidad catastrófica* como causa.

(1) Una lámina rectangular de mica de conveniente espesor (0,006 cm.) y de 20,3 cm. por 5,1 cm. de lado, lastrado en el centro del borde delantero.

En el cuadro II se dan los resultados de algunos experimentos verificados recientemente con una máquina modelo, en el «National Physical Laboratory». Estos no fueron dirigidos precisamente al punto en cuestión, pero incidentalmente los resultados obtenidos constituyen una ilustración adecuada y la base del diagrama de la figura 8.

En las cifras experimentales del cuadro, la evidencia de la inestabilidad catastrófica se manifiesta en la



Fig. 8.

columna de los «momentos de cabezada»; cuando éstos tienen tres cambios de signo, el modelo es catastróficamente inestable.

En relación con la figura 8 se debe observar que el carácter de la curva del momento de cabezada depende principalmente de la forma del plano de sustentación, de la posición del centro de gravedad y del área eficaz de la cola. Alterando el ángulo de la cola (o alterando su ángulo eficiente moviendo el plano horizontal conocido por timón de profundidad o elevador) el plano de niveles o línea de base de la figura 8, se levanta o baja en efecto, pero la forma de la curva misma, materialmente no cambia. Es evidente, sin embargo, que una

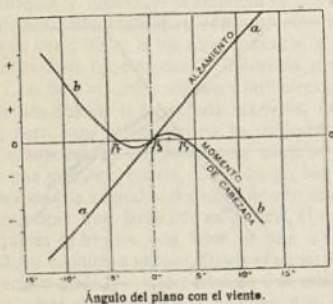


Fig. 9.

máquina dada será catastróficamente estable dentro de ciertos límites del ajuste de su elevador; esto es decir, como podemos observar en la figura 8, que la línea de niveles puede cortar la curva una o tres veces; la extensión de ajuste del elevador que resulta cortando la curva una vez, deja la máquina catastróficamente estable; pero cuando el elevador se ajusta de modo que la línea de base corte la curva tres veces, la máquina es catastróficamente inestable. En caso semejante al representado por la línea de base de la figura 8, en que la máquina es catastróficamente estable, la forma de la curva

CUADRO II

Ángulo de inclinación	Momento de cabezada	
Cuerda como dato		
-14	+0.0264	
-12	+0.0152	
-10	+0.0063	
-8	-0.0015	Ángulo de equilibrio estable hacia abajo.
-6	-0.0059	
-4	-0.0049	
-2	-0.0014	Ángulo crítico de cambio catastrófico de la trayectoria aérea.
0	+0.0030	
2	+0.0070	
4	+0.0102	
6	+0.0210	
8	+0.0218	
10	+0.0127	
12	+0.0072	
14	+0.0026	
16	-0.0043	Ángulo de equilibrio estable sobre camino derecho.
18	-0.0173	

del momento de cabezada está todavía abierta a la objeción. No sólo es siempre posible efectuar la inestabilidad catastrófica por un movimiento, por otra parte

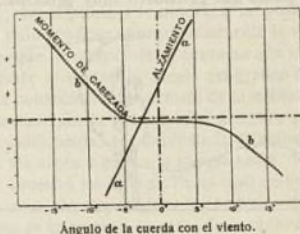


Fig. 10.

bien intencionado, de este elevador, pero el restablecimiento del par de fuerzas mientras dura la cabezada más allá de una pequeña amplitud cesa aún cuando siga aproximadamente la ley de la línea recta, un hecho que inevitablemente compromete la inestabilidad del camino aéreo. Aún cuando como en la figura 10, la

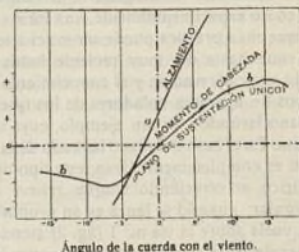


Fig. 11.

curva del momento de cabezada, bb , nunca pasa la horizontal y por consiguiente la inestabilidad catastrófica no es de temer por más largo tiempo, las condiciones no son satisfactorias puesto que puede verificarse un cambio considerable de posición de la máquina sin dar origen a algún par proporcionado de restitución.

El grado no deseable en la curva de momento de

cabezada representado en las figuras 8, 9 y 10, es debido a los movimientos del centro de presión del mismo plano sustentador en relación a la posición del centro de gravedad. El plano estabilizador horizontal de la cola sólo tomará una curva del momento de cabezada del tipo representado en la figura 7, pero el cambio de posición del plano de sustentación en diferentes ángulos de ataque, da origen a una curva del momento de cabezada, cuya forma exacta depende de la posición del centro de gravedad. A un plano estabilizador positivamente cargado correspondería una curva del tipo *bb* (fig. 11); ésta sobrepuesta al estabilizador componente, da a la curva del momento de cabezada de la máquina completa el grado representado en la figura 8.

En cuanto a asegurar definitivamente una curva momento de cabezada satisfactoria para la máquina completa, la curva momento cabezada del plano de sustentación solo, no deberá ofrecer en ningún punto una dirección invertida. Para obtener ésto es necesario llevar el centro de gravedad de un modo sensible frente a una posición más delantera del centro de presión del plano sustentador, de suerte que el equilibrador de

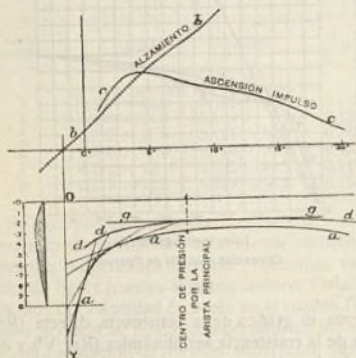


Fig. 12.

cola pueda conducir bajo todas condiciones una carga negativa ligera. Tomando como base que en el punto peor la curva del momento de cabezada para el plano de sustentación solo sería horizontal (la forma de la curva representada en la figura 10), la construcción geométrica dada en la figura 12 es la que se puede emplear para conseguir una situación conveniente del centro de gravedad; aquí el lugar del centro de presión (como se ha determinado experimentalmente) está dado por la línea *aa*, la curva de reacción presión está representada por la línea *bbb*, estando el cero dinámico sobre la línea *OY*. Un número de tangentes a la curva del momento de cabezada, están trazadas según puntos tomados sobre el eje *OY*, y llevadas a una distancia del punto de tangencia igual a la existente entre éste y el punto de origen sobre dicho eje, definiendo los extremos de las tangentes una curva *ddd*. Se traza *gg* tangente a *ddd*, entonces el centro de gravedad estará situado sobre o delante de la línea *gg*. La colocación del centro de gravedad sobre esta línea da una curva de momento de cabezada para el plano de sustentación solo, cuyo punto de inflexión es horizontal (como en la figura 10). Si consideramos la

máquina en vuelo a una velocidad normal correspondiendo a la relación ascensión/impulso, máxima, del plano sustentador (curva *c*), el centro de gravedad en este caso particular es un octavo de la longitud de la cuerda, avanzando sobre el centro de presión. Suponiendo la longitud del plano de cola igual a tres veces la cuerda (como en el tipo *BE 2* de la *Royal Air-Craft Factory*, cuyo diseño en elevación es objeto de la figura 1) esta es equivalente a una carga negativa sobre el estabilizador igual a 0,64 (4 por ciento) del peso de la máquina. Una máquina así lastrada puede ser considerada como absolutamente segura de inestabilidad catastrófica y como si tuviera una curva de momento de cabezada de forma adecuada.

En relación con la presente materia es digno de señalar que, en un plano de sustentación bien proyectado, la posición más adelantada del centro de presión nunca está muy alejada del punto de la razón, ascensión/impulso, máxima; este hecho es de importancia, puesto que permite una considerable extensión de movimiento alrededor de la posición de vuelo normal sin introducir graves irregularidades en la curva de momento de cabezada.

LAS LEYES DE RESISTENCIA.—Habiendo establecido el carácter o forma general de la vía aérea o ruta sobre que la máquina voladora ha de sostenerse, pasamos directamente a la consideración de la ley de resistencia, como determinante del coeficiente de tracción de que depende el gasto de fuerza. Se acostumbra, y ello es correcto, considerar la resistencia encontrada por una máquina en vuelo como producto dependiente de dos partes; en primer lugar, la resistencia directa que varía aproximadamente (1) como V^2 —especialmente aquella forma de resistencia común a las máquinas voladoras, dirigibles, automóviles, buques, etc.;—en otras palabras, la resistencia ordinaria experimentada por cualquier barco o cuerpo a su paso por un fluido; y en segundo lugar, la propia resistencia de vuelo, que sigue un régimen completamente diferente.

Todas las resistencias directas pueden considerarse como de la misma clase agrupándolas juntas—especialmente, la suma de las resistencias de los rozamientos superficiales y del reflujo del aire contra la corriente, producido, debidas al armazón, al bastidor de aterrizaje y a los varios largueros, traviesas, atesadores, soportes, etc., ya pertenecientes al cuerpo de la máquina o al plano o planos sustentadores; también la resistencia del motor (si está expuesto al exterior, del radiador y de las superficies friccionalmente expuestas de los timones, aletas (superficie vertical) y del mismo plano sustentador. La resistencia debida a todas estas causas varía como V^2 y puede representarse por un plano normal equivalente; y este plano normal equivalente es el de la resistencia constante de cualquier máquina dada, representable a su vez por un gráfi-

(1) La ley V^2 , en ningún caso representa exactamente los hechos reales; los puntos de partida según esta ley derivan en varias y algunas veces más direcciones inesperadas. En el caso de resistencia debida al rozamiento de superficies, existen datos suficientes para facilitar el grado de punto de partida según la ley por que debe ser calculada; en otros casos, como por ejemplo, en la reacción presión experimentada por un plano inclinado o plano sustentador, se han demostrado puntos de partida de diferente clase y están siendo gradualmente diluidos por investigaciones experimentales. A despecho de estas reducidas discrepancias la teoría fundamental del vuelo está hoy, y probablemente continuará estando basada en la ley V^2 .

co aa (fig. 13), parte de una parábola, que cubre la extensión de velocidad de que la máquina es capaz.

Desde el punto de vista del piloto, la resistencia aerodinámica bb que va a completar el total cc (figura 13) sigue dentro de límites la ley del cuadrado inverso y varía como kV^2 , en que k es una constante determinada por la forma del plano sustentador; un ángulo crítico define el límite de mínima velocidad de esta ley

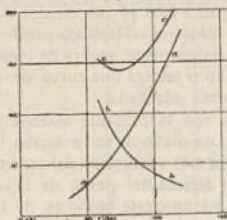
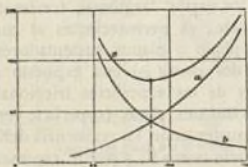


Fig. 13.

o más bien la ley del cuadrado inverso no constituye más que una aproximación; pero es la más exacta que podemos aplicar a una forma indefinida de plano sustentador, aunque cada aparato en particular tiene su manera propia de variación que deberá determinarse por la experimentación. Las determinaciones experimentales para cualquier aeroplano comprende la resistencia aerodinámica, los rozamientos de superficies y cierta cantidad de otra resistencia directa inherente, de suerte que si se toman los valores experimentales, estas resistencias no deben incluirse en la computación del plano normal equivalente.

Desde el punto de vista del proyectista, las cosas toman un aspecto algo diferente debiéndose establecer una completa separación entre dos clases de resistencia directa. En primer lugar está la resistencia del cuerpo que comprende las resistencias del armazón, aparatos de aterrizaje, etc., que son independientes del proyecto del plano sustentador. En segundo lugar está la resistencia directa del plano sustentador, incluyendo el rozamiento de superficies y las resistencias de largueros, montantes, atesadores, etc., que son variables y dependen del área y de la envergadura y además de



Pies por segundo,

Fig. 14.

la misma forma del plano. El proyectista puede reducir la resistencia aerodinámica del plano (como ha demostrado Langley) a un valor tan bajo como le plazca, dentro de los límites exigidos por el peso adicional, dotándole de la amplitud suficiente; pero esta reducción en la resistencia aerodinámica está acompañada de un aumento de rozamientos superficiales y de otra resistencia directa del plano, de suerte que para cualquier aparato dado y velocidad supuesta existe una mayor

extensión de plano sustentador; éste constituye en definitiva un proyecto de menor resistencia.

Tenemos demostrado que tratando el asunto desde

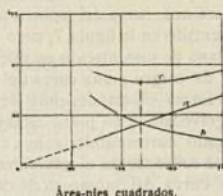


Fig. 15.

el amplio punto de vista de la teoría general, la condición de menor resistencia está conseguida cuando la resistencia directa y aerodinámica del plano de sustentación son iguales entre sí. Esta condición está ilustrada en la figura 14, en la que (como en la figura 13) aa

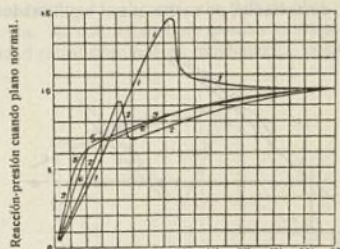
Plano Inclinado (Eiffel).
Cifras dan relación de figuras.

Fig. 16.

representa el gráfico de la resistencia directa ($R \propto V^2$) y bb la de la resistencia aerodinámica ($R \propto 1/V^2$) y cc es la total (ordenadas = resistencia; abscisas = velocidad). En la figura 15 se muestra un resultado semejante, en que la trayectoria está dada por la velocidad constante (abscisa = área).

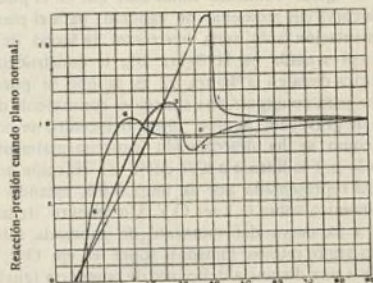
Plano de sustentación comba $1/10$ s. (Eiffel): grados.
Cifras dan relación de figuras.

Fig. 17.

La teoría general sobre la que el resultado precedente está basado, depende y está sujeto a las limitaciones de la ley $1/V^2$ de la resistencia aerodinámica. Esta ley corresponde a la ley de la línea recta como pre-

sión y ángulo correlativos y es una aproximación comprendida entre límites útiles, pero destruida en un cierto ángulo máximo crítico (dependiendo principalmente de la razón de figura) como se muestra en los ejemplos de las figuras 15 y 17.

Tengo demostrado que la condición de menos resistencia, implica para un aeroplano de cualquier razón de figura dada, un valor definitivo del ángulo de ruta β (fig. 18); el ángulo de la cuerda, excepción hecha cuando se emplea una superficie plana es un accidente cuantitativo y no, como se ha supuesto con frecuencia, de una importancia fundamental. En el cuadro III se dan valores calculados del ángulo de ruta β , de menos resistencia. Así, cualquier aeroplano apropiado a la menor resistencia para cualquier velocidad dada de vuelo, se proyectará con corrección para cada velocidad supuesta y su carga por unidad de área variará como el cuadrado de la velocidad de vuelo.

CUADRO III

Valores de β (ángulo de ruta) de menor resistencia

Razón de figura	$\xi = 0.20$		$\xi = 0.015$		$\xi = 0.010$	
	grados		grados		grados	
3	0.189	10.8	0.163	9.3	0.138	7.6
4	0.196	11.2	0.169	9.7	0.138	7.9
5	0.202	11.6	0.174	10.0	0.142	8.1
6	0.206	11.8	0.178	10.2	0.145	8.3
7	0.212	12.15	0.183	10.5	0.149	8.5
8	0.218	12.5	0.189	10.8	0.154	8.8

Se hace posible así formar cuadros de valores de presión media apropiados a la menor resistencia para diferentes velocidades de vuelo y diferentes valores de razón de figura (cuadro IV). Los factores variables adicionales a la velocidad de vuelo en el cuadro IV, representan la razón de figura comprendiendo los valores 3 a 8 y el coeficiente de fricción superficial; los valores dados de 0,01 a 0,02, representan el coeficiente de doble superficie. Estos valores del rozamiento superficial corresponden al lado superior, pero en realidad los valores que se han de tomar representan la resistencia directa total que en la práctica dependen del área del plano de sustentación y que requieren se incluyan en la aplicación útil de la teoría; los valores más altos, generalmente hablando, representan más estrechamente las condiciones del biplano y los valores más bajos son más aplicables al caso del monoplano.



Fig. 19.

Parece, según recientes experimentos, que mis conclusiones, conforme a los cuadros III y IV, aunque justas en lo esencial, necesitan revisión; por lo menos en un sentido cuantitativo. Así trazando los valores de la presión constante derivados del cuadro IV para dife-

CUADRO IV

Aeroplano Pterygoid

Carga (libras) por pie cuadrado de menor resistencia

Velocidad de vuelo Pies por segundo	VALORES DE RAZÓN DE FIGURA					
	3	4	5	6	7	8
5	0.017	0.018	0.020	0.022	0.023	0.025
10	0.068	0.075	0.082	0.089	0.094	0.101
15	0.152	0.169	0.186	0.200	0.213	0.228
20	0.270	0.300	0.330	0.355	0.379	0.405
25	0.390	0.433	0.475	0.511	0.545	0.582
30	0.610	0.676	0.743	0.800	0.852	0.911
35	0.830	0.920	1.01	1.08	1.16	1.24
40	1.08	1.20	1.32	1.42	1.51	1.62
50	1.69	1.88	2.06	2.22	2.37	2.53
60	2.44	2.70	2.97	3.20	3.40	3.64
70	3.32	3.68	4.05	4.35	4.64	4.96
80	4.33	4.81	5.30	5.70	6.07	6.47
5	0.012	0.013	0.014	0.015	0.016	0.018
10	0.047	0.053	0.058	0.063	0.066	0.071
15	0.107	0.119	0.131	0.142	0.150	0.161
20	0.190	0.211	0.234	0.253	0.267	0.287
25	0.298	0.331	0.366	0.396	0.418	0.450
30	0.427	0.475	0.526	0.570	0.601	0.645
35	0.582	0.647	0.717	0.777	0.820	0.880
40	0.760	0.845	0.935	1.01	1.07	1.15
50	1.18	1.32	1.46	1.58	1.67	1.79
60	1.71	1.90	2.10	2.28	2.40	2.58
70	2.32	2.58	2.86	3.10	3.27	3.51
80	3.04	3.38	3.73	4.05	4.27	4.59

rentes valores de la razón de figura y como determinados por la condición de menor resistencia por el

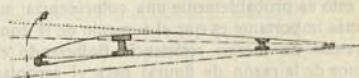


Fig. 18.

National Physical Laboratory (fig. 20), hallamos los dos en perfecta concordancia para la razón de figura = 6; también hallamos que ambos gráficos tienden en una misma dirección y sin embargo dan una más alta constante de presión apropiada a la más alta razón de figura; nosotros, no obstante, no hallamos justificación para la magnitud de la diferencia como la dada en dicho cuadro; la curva de la National Physical Laboratory, hace el efecto como verdaderamente muy pequeña (de hecho, verdaderamente despreciable); la constante de presión para el aeroplano ensayado fué

de 0,32 para todos los valores de razón de figura sin error de importancia.

En la figura 21, la curva de la «National Physical Laboratory», según la figura 20, ha sido trazada por comparación con la curva del plano normal. Es bien

sabido que la constante de presión del plano normal es más grande para planos de formas alargadas; las curvas del plano normal representadas en la figura 21, están basadas en las determinaciones de Langley y Dines y las más recientes determinaciones de Eiffel, siendo mucho más bajos los valores concordantes de esta autoridad. A la izquierda, sobre la línea razón de figura = 1, tenemos el valor para el plano cuadrado como el determinado por la «National Physical Labo-

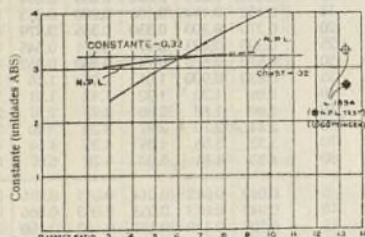


Fig. 20.

ratory», y una curva representada en línea de trazos dirigida hacia este punto como representación la más aproximada que en el presente podemos hacer de la realidad.

La relación de la curva del plano normal con la curva de la «National Physical Laboratory» antedicha, es muy sugestiva; sucede que los valores de las constantes están casi exactamente en la relación de dos a uno; esto es probablemente una coincidencia; un hecho más importante es que el aumento de la constante de presión de menos resistencia (influyendo en los cambios de la razón de figura) para el aeroplano es casi exactamente proporcional al aumento de presión ordinaria en el caso de variaciones de proporción en el plano normal. Esto sugiere que el aumento en los dos casos es debido a la misma causa primitiva; también que el coeficiente del combeo natural de menor resistencia es una cantidad independiente de la razón de figura. Si ésta debiera cambiar, la reducción de la resistencia para planos de alta razón de figura pueden considerarse como debidos enteramente al hecho que, cuando el componente cíclico es más poderoso la inclinación del extremo de carga aumentaría a expensas del de la cola; es decir, el ángulo de la cuerda disminuiría con la razón más alta de figura y con la del ángulo del plano de cola que también disminuirá. Esto está en oposición con los resultados del cuadro III; si cierto, ello nos conducirá a insistir en parte de los supuestos sobre que hemos basado nuestra teoría, o mejor, en la revisión de algunos de los valores de nuestras constantes.

A despecho de la evidencia, el asunto no es tan sencillo como aparece. Se ha observado que cada investigación para determinar el efecto de la razón de figura, debe por necesidad envolver una muy compleja campaña experimental, no simplemente una serie de determinaciones con media docena de modelos; un método semejante está expuesto a resultados engañosos.

En primer lugar cada razón de figura deberá ser instigada por un número de determinaciones empleando planos de combaduras variadas; en segundo lugar,

la sección del plano no deberá ser uniforme de extremo a extremo, sino *graduada*. Los experimentos se extenderán hasta ensayar por lo menos una docena de modelos.

En nuestra opinión, en el estado insuficiente de las cosas, es mejor atribuir un valor uniforme para todos los valores de la razón de figura. Ya consideremos el resultado del «National Physical Laboratory» como válido o no, el hecho saliente es que no tenemos en el presente ninguna evidencia suficiente de que exista ningún cambio en la constante de presión digno de tomar en cuenta. Alternativamente, no estamos muy descaminados si atribuimos las presiones del aeroplano equivalentes a la mitad de la presión sobre el plano normal como se representa en la figura 21.

El hecho más importante con que estamos inmediatamente de acuerdo en relación con la teoría de menor resistencia es el de que la total resistencia del plano de sustentación para el valor más pequeño es casi constante con respecto a la velocidad; es virtualmente una constante exacta como en el problema de un automóvil que necesita poder ascender por una pendiente conocida—una semejanza que comprende el hecho de la resistencia del viento directo o resistencia adicional del cuerpo—en ambos casos. Esta constante es única sin intervención puesto que en un proyecto estudiado con cuidado el valor efectivo del coeficiente de rozamiento

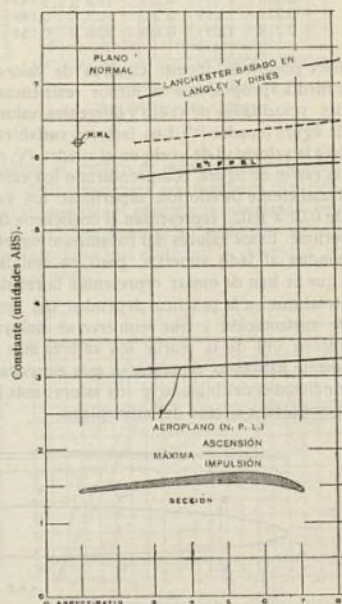


Fig. 21.

de superficie ¿ puede tender a descender adoptando una razón de figura, alta. Los valores teóricos del ángulo de menor deslizamiento (lo que es decir, coeficientes de resistencia) ordenados para valores de ξ y para la razón de figura a partir de una velocidad de treinta pies por segundo, están comprendidos en el

cuadro V. Es de algún interés averiguar con qué extensión estos resultados están en concordancia con la moderna experimentación.

CUADRO V

Ángulo de menor deslización ($=\gamma_1$) (teórico)

n	$\xi = 0.025$		$\xi = 0.02$		$\xi = 0.015$		$\xi = 0.010$	
	grados	grados	grados	grados	grados	grados	grados	grados
3	6.25	1: 9.2	5.6	1: 10.2	4.8	1: 12.0	3.95	1: 14.5
4	5.75	1: 10.0	5.15	1: 11.1	4.4	1: 13.0	3.65	1: 15.7
5	5.3	1: 10.8	4.75	1: 12.0	4.1	1: 14.0	3.4	1: 16.8
6	5.0	1: 11.5	4.5	1: 12.8	3.9	1: 14.7	3.2	1: 17.9
7	4.7	1: 12.2	4.25	1: 13.5	3.6	1: 15.9	3.0	1: 19.1
8	4.5	1: 12.8	4.0	1: 14.4	3.4	1: 16.8	2.8	1: 20.5
10	4.1	1: 14.0	3.65	1: 15.8	3.2	1: 17.9	2.6	1: 22.0
12	3.8	1: 15.0	3.42	1: 16.8	3.0	1: 19.0	2.4	1: 23.9

Tenemos una colección de datos de diversas procedencias; en una serie de aeroplanos de sección Blériot, la razón de figura varía de 3 a 8. Las verificaciones de Eiffel, sobre alas Voisin, la razón de figura fué 6,3. La

CUADRO VI

1	2	3	4	5	6
Razón de figura	Tipo	Verificación de	Experimental	Calculado $\xi = 0.02$	Calculado $\xi = 0.015$
3.0	Blériot sección	N. P. L.	10.1	10.2	12.0
4.0	Id.	Id.	11.5	11.1	13.0
5.0	Id.	Id.	12.9	12.0	14.0
6.0	Id.	Id.	14.0	12.8	14.8
6.0	R. A. F. 6	Id.	14.5	—	—
6.3	Voisin	Eiffel	14.0	—	—
7.0	Blériot sección	N. P. L.	15.1	13.5	15.9
8.0	Id.	Id.	15.5	14.4	16.8
10.0	—	—	—	15.8	17.9
12.0	—	—	—	16.8	19.0
13.3	Autor, 1894	N. P. L. (1)	17.1	—	—
		Id. (1)	17.6	—	—
		Id. (2)	20.0	—	—
		Götting. (2)	16.4	—	—
		Id. (2)	17.3	—	—

(1) Velocidad, 30 pies por segundo.

(2) Valuado en 50 pies por segundo.

(2) Velocidad no fijada.

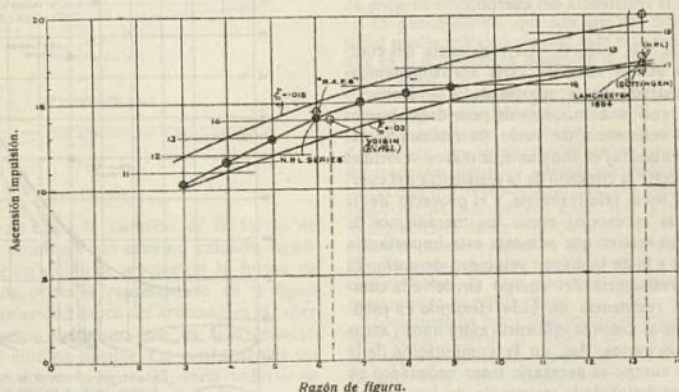


Fig. 22.

del aeroplano «R. A. F. 6» (Royal Aircraft Factory), 6. Los aeroplanos según mi modelo 1894, 13,3 (fig. 19), verificaciones independientes hechas por la «N. P. L.» y en los laboratorios «Göttingen». Todas las anteriores verificaciones figuran en el cuadro VI; las columnas 1, 2 y 3, son, respectivamente, las de la razón de figura, tipo y entidad experimentadora; en la columna 4.ª se dan las verificaciones experimentales y nuestros valores teóricos respectivos; en las columnas 5 y 6 para valores de $\xi = 0.02$ y $\xi = 0.015$. El cuadro VI está demostrado gráficamente en la figura 22, estando representado por curvas trazadas según los valores calculados y los de experimentación, la relación de la razón de figura respecto a la de ascensión/impulsión.

Se observará con respecto al cuadro VI y a la figura 22, que la concordancia es casi completa. Los dos casos de las determinaciones de Eiffel con los aeroplanos Voisin y «R. A. F. 6» se muestran como puntos limítrofes, no estando perfectamente en concordancia con la tendencia esencial de la verificación experimental permanente; se observará, no obstante, que el total

de los valores experimentales se produce entre las dos curvas teóricas adyacentes dadas y la forma general de la curva experimental corresponde a las curvas dadas por nuestras ecuaciones. Es cierto que existe algo en la naturaleza de la convexidad de la curvatura de la curva experimental, cuyos extremos corresponden a un coeficiente de doble superficie, de rozamiento superficial de 0,02, por cuanto la parte central de la curva gira alrededor de la razón de figura = 6, subiendo cerca de la curva superior. Esta peculiaridad del carácter angular de la curva, puede ser una forma real, pero estamos dispuestos a pensar que más probablemente debida al hecho que la mayor parte del trabajo experimental ha sido dado en la región de la convexidad de la curva. Parece probable que si se hubiera empleado igual diligencia en proyectar y ensayar formas con otras razones de figuras, la curva teórica superior ($\xi = 0.015$) se hubiera hallado muy cerrada en la realidad; alguna confirmación de esto se encuentra en el hecho de que el mejor valor para el aeroplano «R. A. F. 6», una forma que ha sido objeto de detenido estudio por la «Roya

Aircraft Factory» y por el «National Physical Laboratory» gravita notablemente alrededor de la curva que representa el curso de otras observaciones.

En el «National Physical Laboratory» se nos manifestó sobre los ensayos de nuestro modelo 1894, que es posible el empleo de una velocidad de 50 pies por segundo en vez de 30 pies por segundo; la cifra obtenida habría probablemente alcanzado la vecindad de 20. Este valor está también trazado como un punto saliente en la figura 22.

Resumiendo la cuestión, es evidente que el esfuerzo tractor necesita vencer la propia resistencia de vuelo—especialmente, la resistencia del plano de sustentación—y no exceder de 1 por 12 á 1 por 14, que es, 7 ú 8 por ciento, empleando una razón de figura aproximadamente igual a 6 y que valores menores que estos se consiguen hoy con las máquinas existentes. Es además patente que si se ha hallado que es práctico emplear en la realidad una razón alta de figura, es muy razonable suponer que un coeficiente de resistencia tan bajo como el 6 por ciento o igual a 5 por ciento probaría ser asequible. Esta es la magnitud de la *pendiente* constante del automóvil análogo. Pasemos ahora a la consideración de la resistencia del cuerpo.

RESISTENCIA DEL CUERPO.—La resistencia del cuerpo, como ya hemos sentado, varía aproximadamente como el cuadrado de la velocidad. Es sin embargo evidente que, con una máquina de peso dado, puesto que la propia resistencia de vuelo (la resistencia del plano de sustentación) es constante, la mayor velocidad de vuelo convierte la cuestión de la resistencia del cuerpo, en la más seria relativamente, y el proyecto de la barquilla y sus accesorios como los mecanismos de aterrizaje, es un motivo que aumenta esta importancia equiparándola a la de la mayor velocidad de vuelo. El cálculo de la resistencia del cuerpo envuelve la computación de la resistencia de cada elemento en particular y en algunos casos la influencia entre unos y otros elementos o sus partes. Así, en la computación de la resistencia del cuerpo es necesario tener ordenados en cuadros los resultados de la resistencia de largueros y travesaños de varias secciones, alambres, ruedas, etcétera, que integran el aparato y sobre los cuales existen hoy una considerable cantidad de datos experimentales.

La resistencia del armazón o *fuselage* es un factor sobre el que, la información útil, hasta el presente es la menos satisfactoria, siendo muy raramente posible por el proyectista adoptar una aproximación concluyente con una forma de línea perfecta sobre la que el coeficiente haya sido ya determinado.

Hace muy pocos años no se conocía la resistencia de la línea prolongada o cuerpo pisciforme. En 1908 y 1909 nosotros mismos hicimos un esfuerzo para inquirir y obtener algunas cifras sobre este punto. Para cuerpos que constituyan una imitación toscas de una buena forma de pez con una relación de longitud al diámetro aproximadamente de 6 á 1, las cifras dadas en el cuadro VII se obtuvieron por las autoridades que en éste designan; las cifras por nosotros obtenidas con varias formas están aquí reducidas a representar la equivalencia del plano normal limitado por la sección transversal máxima.

Resulta según recientes experimentos llevados a

cabo por la «Royal Aircraft Factory» y por el «National Physical Laboratory», que, para una buena forma de línea prolongada, los mejores resultados registrados se aproximaron a 0,07, siendo el coeficiente de finura—longitud/diámetro—alrededor del valor 4 : 1.

CUADRO VII

Entidad	Fechas		Observaciones
Prandtl.....	1908	0.125	Dado solo como aproximado.
Colliex.....	1908	6.100	Según experimentos deficientes de los hermanos Voisin.
Surcouf.....	1908	0.031	Dado como resultado práctico por el coronel Renard.
British Admiralty ..	1909	0.032	Efectiva para agua (proporción aproxim. 3:1)
		0.023	Probable para aire.

La trayectoria representada en la figura 23 está basada en una serie de resultados obtenidos por la

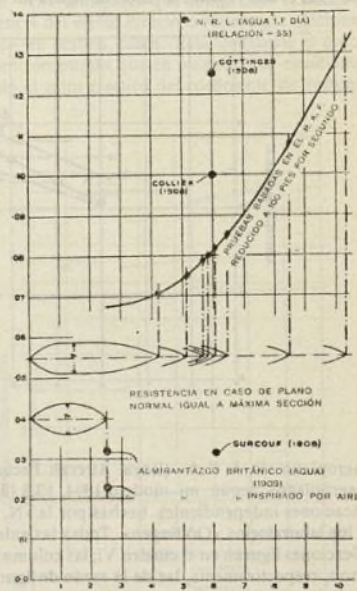


Fig. 23.

«Royal Aircraft Factory», con correcciones (de que nos hacemos responsables) para compensar la diferencia del coeficiente de rozamiento superficial, entre la velocidad de 20 pies por segundo, realmente empleada, y la velocidad atribuida, de vuelo de 70 millas por hora. La curva representa el coeficiente de resistencia para cuerpos de diámetro aproximado de 2 á 3 pies.

Cuando fijamos nuestra atención en la forma de los armazones de las máquinas hoy existentes, hallamos que, aunque es una costumbre conveniente dar al *fuselage* un contorno distinto del pisciforme, es raro que en cada prueba efectiva se adopte un línea alargada definitiva o verdadera forma pisciforme semejante a

la empleada para las determinaciones experimentales más arriba citadas y empleadas comunmente para los globos dirigibles. No es suficiente dar un contorno general tosco al armazón, si se requiere una reducción material en la resistencia; es necesario hacer algo más que esto, hay que evitar tanto cuanto sea posible, aristas, salientes y proyecciones de todo género. En muchos casos, en las formas de los armazones hoy día empleados, la resistencia es casi tan grande como la del plano normal igual al área de la semisección y un cuerpo con un coeficiente menor que 0,5 en vista de la práctica corriente debe ser considerado como excepcionalmente bueno. Como una consecuencia, la resistencia del fuselage y pasajeros solamente es con frecuencia equivalente a unos 3 ó 4 pies cuadrados, mientras un equivalente mucho menor que 1 pie cuadrado debe ser suficiente. No sólo es necesario evitar proyecciones sobrefijas, como los paravientos, etcétera, sino que toda clase de ángulos y salientes deben eliminarse del dibujo; este último punto ha sido parcialmente investigado por el «National Physical Laboratory».

En la máquina Paulhan-Tatin, mencionada en las

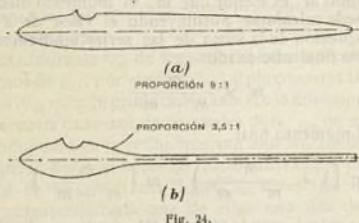


Fig. 24.

investigaciones de Eiffel, la cuestión de la forma del cuerpo ha sido estudiada con extremo cuidado, siendo sustancialmente un sólido de revolución la forma del cuerpo empleada, como el representado en la figura 24 (a). La irregularidad única del armazón es la abertura para la estancia del piloto que ha sido reducida naturalmente al mínimo posible. En concordancia con los resultados dados en la figura 23, sería todavía superior desde el punto de vista de resistencia, proyectar el armazón sobre las líneas representadas en la figura 24 (b), haciendo el cuerpo sólo de suficiente longitud para contener el piloto, motor, etc., y conduciendo los órganos de la cola según una prolongación tubular. Un modelo de esta clase, construido y ensayado en la «National Physical Society» (según proyectos de la «Royal Air-Craft Factory»), dió un equivalente del plano normal aproximado a un quinto de su máxima sección transversal. La forma era imperfecta como cuerpo de línea alargada y la pequeña escala ($1/_{100}$ del tamaño natural) rendía, por otra parte, la resistencia más alta de lo que realmente correspondería.

Es evidente que con experiencia suficiente la resistencia del armazón de una máquina ordinaria de dos plazas sería factible de reducción al equivalente de 1 pie cuadrado de área de plano normal, puesto que un buen modelo de armazón de líneas alargadas de 5 pies cuadrados de máxima sección deberá con la misma ofrecer menos de la mitad de esta resistencia. En adición a esto, tenemos el bastidor de ateraje y superficies auxiliares, cuya resistencia será factible proyectar para un equivalente de 2 pies cuadrados, si el proyecto

se estudia muy detalladamente, haciendo 3 pies cuadrados en total. Sobre la base de 80 millas por hora la resistencia aumentará entonces a 60 libras, o sea, aproximadamente, el 5 por ciento. La resistencia del cuerpo en las máquinas de hoy, es en verdad muy alta, comunmente es el equivalente de a lo menos unos 5 pies cuadrados de plano normal. Eiffel da 1 metro cuadrado (10 pies cuadrados) como usual.

(Concluírá)

F. WILLIAM LANCHESTER.

Física

El rendimiento de los focos de luz

Sean cualesquiera las fuentes de luz y su aplicación siempre puede considerarse el punto capitalísimo de su rendimiento. Es muy exacto que existen otros factores tales como la calidad del calor, la importancia del foco, el brillo intrínseco, la estabilidad de la luz, las características del circuito eléctrico de alimentación, etc.; pero sin embargo todos estos factores son secundarios con relación al rendimiento, que debe calcularse por medio de ensayos fotométricos.

El punto capital que hay que dilucidar es la intensidad media esférica, unidad más práctica que el *lumen* que es el producto en bujías de dicha intensidad media esférica por 4π .

La intensidad a 10° por debajo de la horizontal y la intensidad media hemisférica no son medidas del flujo total y por lo tanto no tienen con él relación directa. Así sucede que la lámpara de cuarzo de arco de vapor de mercurio tiene la misma intensidad a 10° por debajo de la horizontal que la lámpara Mazda, una intensidad media hemisférica cuadruple y una intensidad media esférica doble y todos estos valores pueden modificarse con el empleo de globos y pantallas; lo único que no puede variarse es el flujo total que es siempre característico de cada foco de luz y permite calcular exactamente su rendimiento.

Steinmetz ha publicado recientemente en la «General Electric Review of New York» cinco cuadros en que expone las cualidades de diferentes fuentes de luz consideradas bajo diversos aspectos.

En el primero se encuentra la intensidad media esférica por vatio de diferentes focos luminosos, y sacamos los siguientes valores:

Lámpara Mazda de 1 vatio por bujía horizontal	= 0,80
de gas a 0,5 vatios	= 1,60
Arco en vaso cerrado	= 0,60
» intensivo	= 0,80
» llama blanca	= 2,00
» llama amarilla	= 3,00
» de magnetita	= 1,70
» mercurio tubo cristal	= 1,55
» cuarzo	= 2,00
Luz Moore nitrógeno	= 0,45
» neon	= 1,10

En el segundo se hallan las diferentes luces ordenadas con relación al rendimiento y en él se nota que, en las lámparas de incandescencia, la potencia del tipo tiene poca influencia en el rendimiento; pero que en las lámparas de arco el rendimiento crece notablemente cuando se eleva la potencia.

Como ejemplo daremos los siguientes datos:

300 bajías	
Arco carbón alternativo	620 vatios
» continuo	480
» magnetita normal	300
» especial	250
Lámpara Mazda	470

1000 bujías

Mazda	780 vatios
Arco magnetita normal	700 "
" " especial	550 "
" " llama blanca	520 "
" " amarilla	400 "
Titano	360 "

La radiación del calor a través de las paredes de los hornos eléctricos

La fórmula que se emplea ordinariamente para representar la radiación del calor por las placas o las varillas sólidas es:

$$W = \frac{A}{t} K (T - T_0) \quad (1)$$

Siendo: W, los vatios a que equivale la radiación; A, la superficie de la placa o la sección de la varilla; t, el grosor de la placa o la longitud de la varilla; T—T₀, la diferencia de temperatura entre las dos caras de la placa o entre los dos extremos de la varilla y K, la conductibilidad térmica de la materia de que están formados la placa o la varilla expresada en vatios por centímetro por grados.

Pero en la práctica el calor no se propaga entre superficies paralelas o por lo menos estas superficies no son equivalentes, de manera que en la fórmula, A y t pueden representar variables complicadas, por lo que es mucho más conveniente usar la fórmula:

$$W = S \int_{T_0}^T K dT \quad (2)$$

en lo que: W, es la radiación en vatios; S, un factor que depende únicamente de la forma y del tamaño del cuerpo y de la posición de la superficie por las que penetra el calor en el cuerpo, y K, lo mismo que en la fórmula (1).

Si K es independiente de la temperatura, la integral de (2) se convierte en K(T—T₀) y tenemos, sustituyendo en (2):

$$W = SK(T - T_0).$$

El valor de S sólo puede calcularse exactamente cuando las superficies son planas, cilíndricas o esféricas.

Construcción

Coefficientes de seguridad que deben adoptarse en el cálculo de piezas largas que trabajan a compresión

Las fórmulas que se emplean generalmente dan resultados inexactos cuando se aplican al cálculo de piezas de gran longitud y poca sección transversal sujetas a esfuerzos de compresión. Parece conveniente tener en cuenta, primero la compresión directa con un gran coeficiente de seguridad y después el esfuerzo a que están sujetas las fibras más distantes por acción de la carga perpendicular y de la flexión inicial y final de la pieza.

Sea una pieza de longitud L, peso W y sometida a una carga perpendicular P. Sea d' la flecha debida al peso y el momento flector será:

$$m' = \frac{W L}{8} \quad (1)$$

según la teoría de la flexión tendremos:

$$d' = \frac{5 W L^3}{384 E I} \quad (2)$$

El momento flector debido a la carga P será:

$$m'' = \frac{5 W P L^3}{384 E I} \quad (3)$$

Como la flecha aumenta, el momento resultante es mayor que m' + m''. Admitamos que la curva de los momentos es una parábola si m' es una fracción determinada de m'', la flecha producida será la misma fracción d', sea d'' la flecha debida a m''. Esta nueva flecha dará origen a un tercer momento m''' y a una tercera flecha d''' de modo que el momento final es la suma de las series:

$$x + x^2 + x^3 + \dots = \frac{x}{1-x} \quad (4)$$

Si x es una fracción, la suma es finita y si x es la unidad la suma es indefinida:

$$x = \frac{m''}{m'} \quad (5)$$

Cuando m'' es menor que m', el momento flector final puede calcularse. Sustituyendo el valor de x (5) en la expresión de la suma de las series tendremos el momento final adicionado:

$$m' \times \frac{m''}{m' - m''} \quad (6)$$

Y el momento final:

$$m' \left(1 + \frac{m''}{m' - m''} \right) = m' \left(\frac{m'}{m' - m''} \right) \quad (7)$$

m' se calcula por la fórmula (1) y m'' por la (3) y se substituyen estos valores en la fórmula (7).

La resistencia a la tracción en función de la dureza

Para conocer la dureza de los metales puede aplicarse el método de Brinnell del modo siguiente: se coloca sobre el metal que se ha de ensayar una esfera de acero de 10 mm de diámetro y sobre dicha esfera se ejerce, por medio de una prensa hidráulica, una presión que varía según la dureza aproximada del metal: 3.000 kg. para el acero o 500 kg. para metales más blandos.

La esfera dejará sobre el metal ensayado una depresión tanto mayor cuanto menor sea su dureza y tendremos:

$$H = \frac{P}{\frac{\pi D}{2} (D - \sqrt{D^2 - d^2})};$$

fórmula en la que H = dureza; P = presión ejercida; D = diámetro de la esfera y d = diámetro de su huella.

Conocida ya la dureza se puede deducir la resistencia a la tracción multiplicando dicha dureza por un coeficiente que varía según los casos, para durezas menores de 175 es 0,362 cuando la huella de la esfera se ha obtenido sobre una superficie transversal al sentido del laminado y 0,354 cuando la superficie es paralela al laminado; cuando la dureza es mayor de 175 los coeficientes son 0,344 por el primer caso y 0,324 en el segundo. La huella de la esfera irregular indica una repartición desigual del carbono en la masa del acero.

EL CINEMATÓGRAFO (Véase modelo desmontable)

Con todo y ser el cinematógrafo uno de los productos más maravillosos de la inventiva del hombre, el lado fisiológico de la reconstitución del movimiento es conocido desde muy remoto tiempo. Muchos de nuestros lectores recordarán entre los juguetes que admiraron en su infancia el *Praxinoscopio*, especie de recipiente cilíndrico en forma de copa sembrado de hendiduras por entre las cuales (obturador actual) veíase una cinta de dibujos groseros que remedaba de modo muy rudimentario movimientos que no lo eran menos. Estas bandas representaban el movimiento descompuesto con sus diversas fases. ¿Cómo se produce la ilusión del movimiento? El ojo humano posee la propiedad de retener las impresiones luminosas durante $\frac{1}{10}$ de segundo. Si una impresión dura menos de $\frac{1}{10}$, por ejemplo $\frac{1}{30}$, el ojo conserva la impresión $\frac{1}{30}$ más. Si producimos ante el ojo dos impresiones diferentes cada una de las cuales dura $\frac{1}{30}$ de segundo, producirá en la retina humana una mezcla de ambas impresiones, y si hacemos pasar ante el ojo una sucesión de imágenes casi idénticas sucesivamente pero representando cada una de ellas una fase del movimiento, durando cada impresión $\frac{1}{30}$ de segundo, la segunda imagen aparecerá en nuestra retina antes que de ella haya desaparecido la impresión de la primera, la tercera antes que la segunda y de este modo sucesivamente. Cada imagen se mezclará en la retina con la que le ha precedido, y el ojo humano verá una sola imagen en la cual el objeto móvil parecerá reproducir el movimiento.

Los progresos de la fotografía puede decirse han dado origen a la cinematografía. Cuando el fotógrafo tuvo entre sus manos objetivos suficientemente luminosos y preparaciones sensibles suficientemente rápidas para hacer instantáneas con tiempos de pose o exposición inferiores a $\frac{1}{30}$ de segundo, el aparato fotográfico reemplazó al dibujo manual para reproducir mecánicamente las imágenes necesarias para la reconstitución del movimiento.

La cinematografía actual comprende, pues, tres series de operaciones diferentes:

- 1.ª Toma de vistas.
- 2.ª Obtención de la cinta positiva.
- 3.ª Proyección.

La cinta sensible que se emplea en cinematografía tiene un ancho de 35 milímetros para dar una imagen de 18 milímetros de alto por 24 milímetros de ancho. A ambos lados de la cinta hay, pues, una zona reservada a la perforación. Esta perforación o taladrado longitudinal se practica con máquinas muy perfeccionadas

de diversos sistemas, entre las que citaremos las siguientes: Lux, Prévost, «Optima», Debie, etc.

Para obtener una gran firmeza en la proyección es necesario que cada imagen vaya a ocupar, en el proyector, el mismo lugar que la precedente y para ello es preciso que el arrastre de la cinta se realice con absoluta precisión. Si se hiciese este arrastre por fricción haciendo pasar la cinta entre dos rodillos girando en sentido contrario, en ciertos momentos podría producirse un deslizamiento y el arrastre no sería regular. En mecánica, cuando hay necesidad de tener una rela-

ción constante entre el número de vueltas de dos poleas, emplease el engranaje o la cadena, jamás una polea lisa, susceptible de sufrir desliza-

mientos. En cinematografía se emplea un procedimiento análogo. La perforación lateral es la cadena arrastrada por los piñones dentados de los aparatos de toma de vistas, del aparato para impresionar los positivos y del proyector.

Una de las caras de la cinta recibe la emulsión sensible, muy rápida, bajo las mismas fórmulas conocidas en la fotografía corriente.

APARATOS DE TOMA DE VISTAS

Son diversos, pudiendo citar entre los más conocidos el tipo Gaumont, de cuya marca damos en este número un modelo desmontable de una moderna *Instalación cinematográfica*.

Constan esencialmente de la cámara oscura propiamente dicha, mecanismos de arrastre de la cinta servidos por juego de piñones de engrane con púas equidistantes que se introducen en las perforaciones de las cintas y la dirigen hasta frente del sistema objetivo-obturador con un movimiento seguido rapidísimo. Es-

tos piñones y el obturador funcionan maniobrando la manivela que el aparato posee a la izquierda del objeto que se cinematografía, en forma que la porción de círculo vacío que el obturador posee pase en su movimiento de rotación tantas veces frente del objetivo descentrado con relación al centro o eje del obturador como avances de una imagen realice la cinta en su movimiento; en otras palabras, a cada revolución entera del disco del obturador corresponde exactamente un avance de la cinta de la longitud exacta de una imagen, obteniéndose de este modo sobre la cinta una sucesión rapidísima (30 por segundo) de instantáneas. La cinta sale del chasis almacén, cajita de forma plana rectangular, por una ranurita velada por veludillo que posee en uno de sus ángulos. A plena luz, y velando desde luego una pequeña porción de cinta (unos 2 metros),

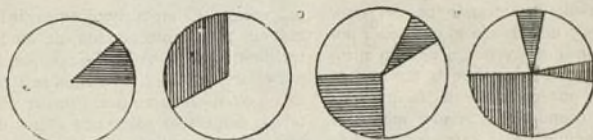


Fig. 1. — Diferentes sistemas de obturadores utilizados en la proyección. Los dos últimos, aumentando el número de períodos de luz y oscuridad, dan mayor firmeza a la imagen.

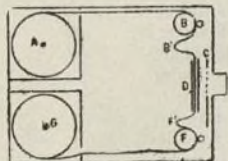


Fig. 2. — Esquema de un aparato de toma de vistas sistema inglés: A, almacén de cinta virgen; B, almacén de cinta impresionada; C, mecanismo de arrastre; D, obturador; E, chasis; F, objetivo.

se engrana por los piñones de arrastre que la conduce al chasis-corredora que la retiene a foco frente del objetivo; de allí pasa al sistema de piñones de arrastre y va a parar al chasis almacén de cinta impresionada, dando un par de vueltas al carrete. De este modo queda el aparato cargado y presto a entrar en acción. Si ésta es de reportaje, opérase de igual modo que con una cámara fotográfica corriente, enfocando con el visor que el aparato posee y disparando el obturador por medio de la rotación de la manivela. Un aparato cuentametros indica exteriormente siempre la cantidad de cinta impresionada y, por consiguiente, la que resta virgen en el aparato, y cuando este contador marca las proximidades de la longitud de la carga, no hay más que retirar el chasis-almacén de cinta impresionada, aplicar otro de vacío, hacer lo propio con otro chasis cargado y volver a operar.

Varios son los sistemas adoptados para la toma de vistas. En ciertos films adóptase como decorado el natural: un parque, un jardín, la playa, la montaña, el bosque y el mar, etc., mientras en otros el fondo que admiramos no es más que un hábil decorado pintado que nos da la ilusión de la realidad. La galería cinematográfica casi no difiere en nada de la fotográfica, fuera de sus dimensiones, muchísimo mayores, y de sus mecanismos varios para trucos y escenas inverosímiles. Las decoraciones han de ser pintadas especialmente en blanco, gris y negro, y se evitan siempre las manchas blancas, que fatigarían la vista del espectador, reemplazándolas por colores claros, como gris, rosa, crema, etcétera.

El aparato de toma de vistas presenta una gran analogía con el proyector, porque el principio es el mismo,

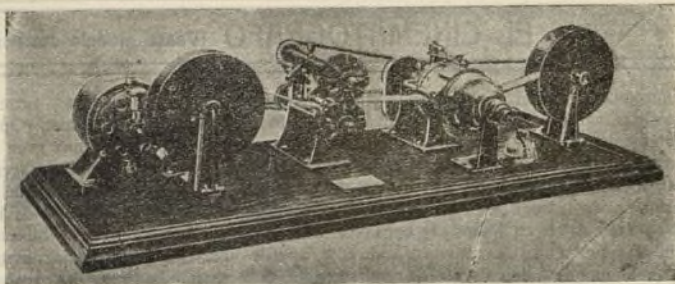


Fig. 6.—Aparato para cepillar las cintas positivas y a la vez marcarlas con el nombre del productor. Sistema Debrle.

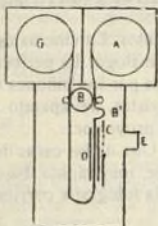


Fig. 3.—Aparato con almacenes intercambiables.

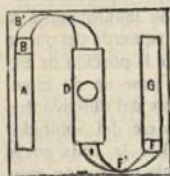


Fig. 4. Aparato con almacenes laterales. Vista de frente.

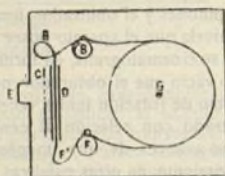


Fig. 5. Aparato con almacenes laterales. Vista de perfil.

Como una cámara oscura fotográfica, el cinematógrafo es un aparato reversible que puede hacer lo mismo el análisis que la síntesis del movimiento. En efecto, en los comienzos de la cinematografía, el mismo aparato que servía para la obtención de vistas utilizábase para la

proyección. El mecanismo encerrábase dentro de una caja completamente cerrada, de modo que la cinta no recibiese otros rayos lumínicos que los que pasaban por el objetivo. La cinta virgen se almacenaba en una caja o chasis-almacén que formaba cuerpo con el aparato y, después de pasar por detrás del objetivo e impresionarse, arrollábase en el carrete receptor. Los progresos de la cinematografía dieron lugar a la construcción de aparatos especiales para la toma de vistas y de otros para la proyección de las mismas.

Todo género de alumbrado usado en fotografía puede ser empleado en la toma de vistas cinematográficas. En estas últimas el campo se nos aparece algo más limitado por el pie forzado de tomar siempre instantáneas rápidas. Pero, por el contrario, podemos abordar asuntos de gran contraste porque el procedimiento de tiraje empleado—el dispositivo transparente—permite distinguir mejor los detalles en las sombras que las fotografías sobre un papel opaco por ejemplo. Los asuntos de este género ganan también en la pro-

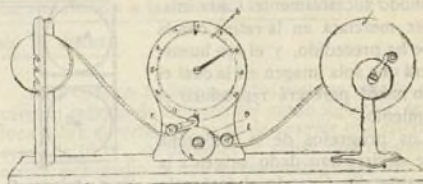


Fig. 7.—Aparato para medir las cintas.

yeción cinematográfica por el relieve que esta última da. De otra parte, las escenas a contra-luz producen un mayor efecto de relieve examinándolos sobre una diapositiva por proyección que sobre una prueba opaca por reflexión.

Las deformaciones que la fotografía presenta por el empleo de un foco corto cuando se toma simultáneamente objetos próximos y objetos alejados no son de temer en cinematografía, porque en ella se emplean solamente objetivos que tienen como foco dos veces por lo menos el ancho de la placa, y luego porque las pruebas se examinan extraordinariamente ampliadas.

Diversos y muy variados son los trucos o trampas utilizados en cinematografía. La aparición o desaparición de un personaje u objeto se opera suspendiendo el movimiento de la manivela y entrando en el foco o retirándose la persona. Las apariciones fantásticas de

una
a no
aban
una
apa-
e im-
Los
cons-
vistas

rafia
ográ-
algo
ins-
emos
cedi-
rente
ubras
mplo.
pro-

ltima
en un
a dia-
opaca

por el
ánea-
on de
un so-
s por
prue-

mpas
apari-
iendo
oco o
as de

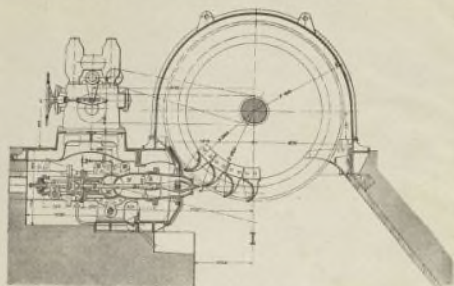


FIG. 1.—Corte transversal de la Rueda.

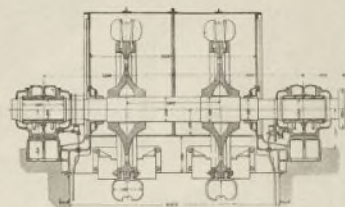


FIG. 2.—Corte longitudinal de la Rueda.

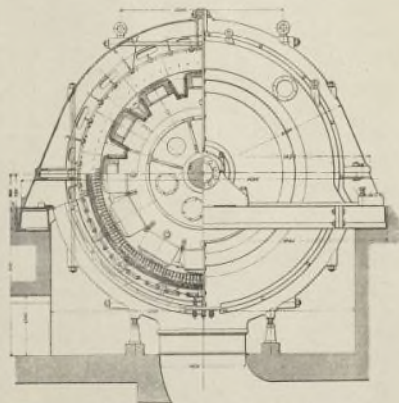


FIG. 3.—Corte transversal del Generador.

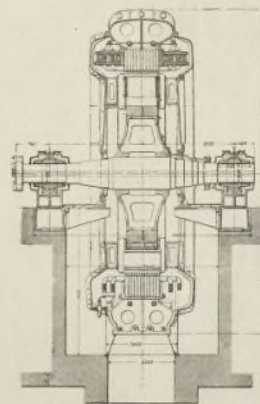


FIG. 4.—Corte longitudinal del Generador.

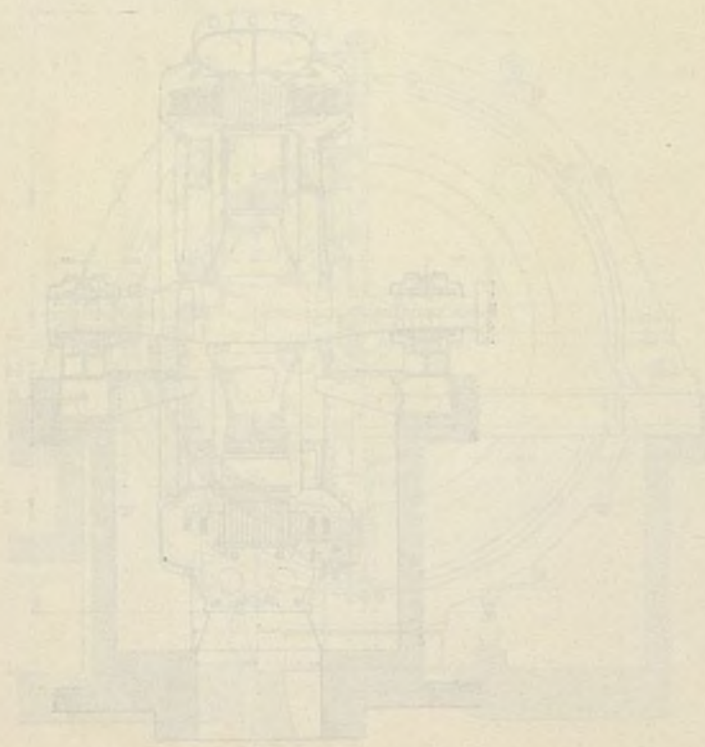
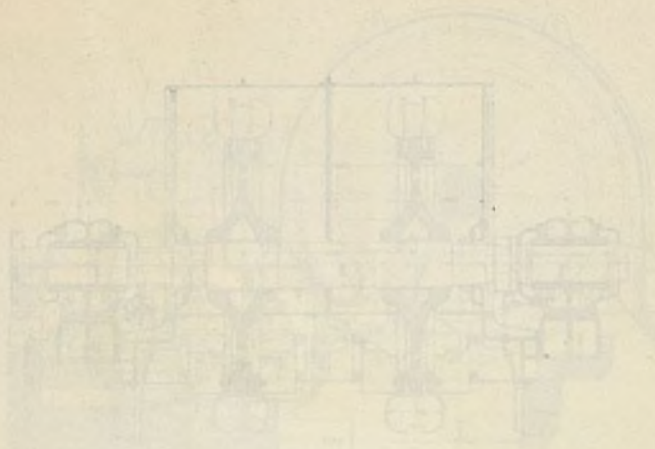


Fig. 3. Vista superior del generador.

12.— Resistencia de velocidad del motor.
13.— Linterna.

Instalación Cinematográfica Gaumont

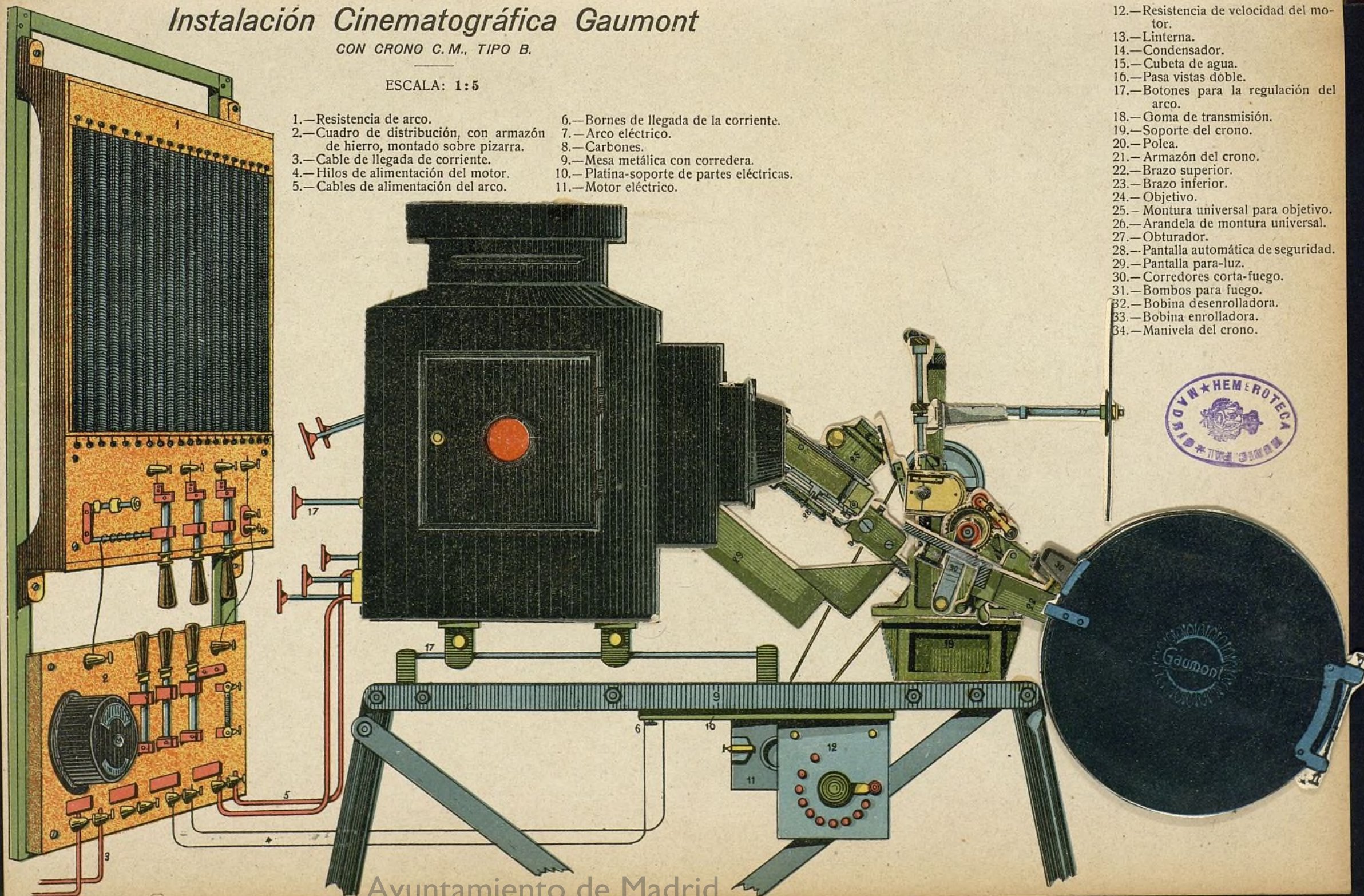
Instalación Cinematográfica Gaumont

CON CRONO C. M., TIPO B.

ESCALA: 1:5

- | | |
|--|---|
| 1.—Resistencia de arco. | 6.—Bornes de llegada de la corriente. |
| 2.—Cuadro de distribución, con armazón de hierro, montado sobre pizarra. | 7.—Arco eléctrico. |
| 3.—Cable de llegada de corriente. | 8.—Carbones. |
| 4.—Hilos de alimentación del motor. | 9.—Mesa metálica con corredera. |
| 5.—Cables de alimentación del arco. | 10.—Platina-soporte de partes eléctricas. |
| | 11.—Motor eléctrico. |

- | |
|--|
| 12.—Resistencia de velocidad del motor. |
| 13.—Linterna. |
| 14.—Condensador. |
| 15.—Cubeta de agua. |
| 16.—Pasa vistas doble. |
| 17.—Botones para la regulación del arco. |
| 18.—Goma de transmisión. |
| 19.—Soporte del crono. |
| 20.—Polea. |
| 21.—Armazón del crono. |
| 22.—Brazo superior. |
| 23.—Brazo inferior. |
| 24.—Objetivo. |
| 25.—Montura universal para objetivo. |
| 26.—Arandela de montura universal. |
| 27.—Obturador. |
| 28.—Pantalla automática de seguridad. |
| 29.—Pantalla para-luz. |
| 30.—Corredores corta-fuego. |
| 31.—Bombos para fuego. |
| 32.—Bobina desenrolladora. |
| 33.—Bobina enrolladora. |
| 34.—Manivela del crono. |



escenas s
confusas
ciones se
grafía pr
hombre
plo. En

Fig.
C.
ar

rio de l
coloca
consigu
presion
traslada
pada p
sionar
tegido
durmie
meram
en las
en su c
nica, y
la que

Ob
50 a 12
mos pr
te, si b
obtene
Las ci
co par
que lo
las esc
los let
que el
listo y
presid
los q
neces
je imp

El
realiz
simpl
de luz
la luz
cada
ra de
gen d
sensi
cinta
yende
impr
desar
hech

escenas sobrepuestas representando sueños que semi-confusas aparecen en un ángulo del telón de proyecciones se obtienen del modo siguiente: Se cinematografía primero la escena que representa ser real; un hombre dormido agitado por las pesadillas por ejemplo. En el ángulo de la escena destinado a ser escena-

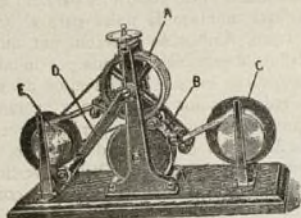


Fig. 8. — Modelo primitivo de máquina perforadora de cintas: C, cinta virgen; A y B, rodillos tangentes perforadores y de arrastre; D, manivela; E, almacén de la cinta perforadora.

rio de los fantasmas que atormentan al durmiente, se coloca un tapiz rojo fuerte, que no impresiona por consiguiente la cinta en la región correspondiente. Impresionada la cinta en la primera fase antes citada, se traslada el tapiz rojo hasta ocupar toda la región ocupada por la escena real, y entonces se vuelve a impresionar la cinta representando en el ángulo antes protegido la escena figurada o el sueño o pesadilla del durmiente. El tapiz rojo protege entonces la parte primeramente impresionada. Igual procedimiento se sigue en las escenas que representan dos personas cada una en su domicilio sosteniendo una conversación telefónica, y viéndose entre ambos una calle populosa por la que discurren público y carruajes.

Obtenida la cinta negativa con trozos que varían de 50 a 120 metros de longitud, se desarrolla por los mismos procedimientos empleados en la fotografía corriente, si bien utilizando aparatos especiales destinados a obtener una perfección y rendimiento extraordinarios. Las cintas negativas se proyectan sobre un telón blanco para apreciar los defectos y separar las imágenes que los presentan, marcar las escenas para interponer los letreros, etc., etc., con lo que el clisé negativo queda listo y dispuesto para la impresión de los positivos, de los que casi siempre hay necesidad de hacer un tiraje importante.

El tiraje del positivo se realiza en un aparato muy simple provisto de un foco de luz, abertura por la que la luz pasa y obturador. A cada movimiento de abertura del obturador corresponde un avance de una imagen de negativo, acoplado y en contacto con la parte sensible de una cinta virgen. Velozmente pasa la doble cinta por delante del obturador, impresionándose y yendo a almacenarse el negativo a un carrete y la cinta impresionada a otro. Después de ello no hay más que desarrollar el positivo de igual modo que antes se ha hecho con el negativo, lavar, secar y proyectarlo.

LA CINEMATOGRAFÍA EN RELIEVE

La fotografía estereoscópica ha dado motivo para buscar incesantemente el medio de obtener el mismo efecto en cinematografía, y han sido muchos los experimentadores que tentados por ello han realizado constantes estudios en busca de la solución. Todos ellos—y aludimos a los que han presentado soluciones factibles, por lo menos en apariencia—se han dejado arrastrar por la proyección doble, buscando en un alarde maravilloso de mecánica un sincronismo prácticamente imposible. Todos ellos se han equivocado y han perdido lamentablemente el tiempo. Obtener una doble cinta negativa, impresionar los positivos, y proyectar ambas cintas a la vez, en teoría parece poder dar sobre la pantalla la ilusión del relieve, pero muchos inconvenientes se oponen en la práctica a la realización de esta idea.

Hoy que el problema parece estar totalmente resuelto (y resuelto por un compatriota), podemos afirmar seriamente que no es por este camino por el que podía y debía buscarse la solución. El inventor la obtiene por medios que podríamos llamar fotográficos, sin combinación de lentes ni prismas, sin proyectores dobles, simple y llanamente con una cinta positiva única, proyectable con los actuales aparatos, que es el objeto principal de la invención.

Hoy por hoy no podemos ser más explícitos atendiendo razonadas súplicas que nos formula el autor, pero ofrecemos a nuestros lectores ocuparnos en breve de esta sensacional innovación que sin ningún género de duda representará el progreso más importante obtenido por la cinematografía, y todo ello de un modo simple, sin la más pequeña complicación y utilizando, como hemos dicho, los mismos aparatos de proyección hoy existentes.

Instalación Cinematográfica Gaumont

(Véase el modelo desmontable)

Una instalación cinematográfica moderna y completa, consta además del aparato propiamente destinado a la proyección y aún mejor dicho, al desarrollo,

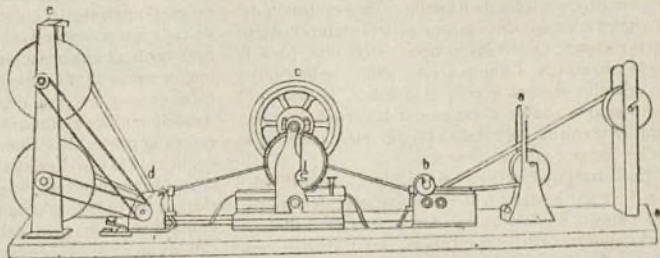


Fig. 9. — Perforadora Lux para dos cintas.

guía y paso de las películas distribuyendo los tiempos y movimientos de éstas ante el objetivo, (en la forma necesaria a la apropiada proyección), de otros elementos auxiliares y complementarios como son las partes eléctricas suministradoras y reguladoras del foco de luz y de la fuerza mecánica para accionar el aparato de proyecciones, la linterna y la mesa metálica. Todos estos elementos están representados en el modelo des-

montable integrando una instalación cinematográfica completa.

Las partes eléctricas están constituidas por una *resistencia de arco* (1), un *cuadro de distribución* (2) montado sobre pizarra, con amperímetro, interruptores y cortacircuitos, en el cual se puede observar la disposición de los cables de alimentación y distribución del fluido, representando los indicados con el n.º 3 los de llegada de corriente, el 4 los de alimentación del motor, el 5 los de alimentación del arco y el 6 los bornes de llegada de corriente; el *arco eléctrico* (7) para alimentar el foco de proyección, con sus carbones (8) y botones de regulación (17); el *motor eléctrico* (11) y finalmente el *reostato de velocidad* (12) con bornes; estas dos últimas partes van montadas en una platina soporte (10) que se une a la mesa.

La *linterna* (13) va montada sobre un carro de regulación unido a la mesa, que se acciona por el botón inferior de los señalados con el n.º 17. La linterna encierra en su interior el manantial de la luz de proyección, en este caso el arco eléctrico, estando dotado de una caja superior con caperuza o chimenea para la salida de los humos. Unos cristales rojos amortiguadores, colocados en dos puertecillas de acero laterales, permiten observar en cualquier momento las condiciones del manantial de luz. Comporta también la linterna, además del para-vistas (16) que en este modelo es doble, dos partes muy esenciales como son el condensador (14) constituido por dos cristales planoconvexos para la formación del haz luminoso de proyección y la cubeta de agua (15) destinada a absorber los rayos caloríficos del haz para que éste llegue lo más frío posible al contacto con la película cuya materia como sabemos se inflama con mucha facilidad.

La *mesa metálica* (9) con corredera y piernas graduables, sirve de apoyo a la linterna, a las partes eléctricas como el motor y la resistencia de velocidad del mismo, mediante una platina (10) según hemos visto y al aparato de proyecciones.

El aparato de proyección de las películas o cinematógrafo propiamente dicho, constituye la parte característica de la instalación cinematográfica y su finalidad esencial estriba en la proyección de la imagen positiva de la película sobre la pantalla y la regulación del movimiento y paso de la misma película ante el objetivo de proyección, en los tiempos adecuados para la visión cinemática. Debido a esto último se ha dado a los aparatos de proyección el nombre de *crono*. El crono se apoya sobre el extremo delantero de la mesa metálica mediante un zócalo (19) también metálico al que se une con tuercas de presión.

En correspondencia con su múltiple finalidad, además de la parte pasiva o armazón que sirve de soporte, lazo y apoyo a todos los órganos, hemos de distinguir en el crono tres partes principales: las transmisiones, el regulador del paso de la película ante el objetivo y el objetivo; debiendo adicionar a éstas, en orden secundario, varios dispositivos de conexión, auxilio y complemento que acaban de dotar al aparato de un conjunto de previsiones y conveniencias mínimas que lo condicionan como órgano perfectamente adecuado para el fin para que ha sido creado.

En este orden, el crono Gaumont puede indistintamente accionarse a mano por una manivela (34) o bien aplicándole fuerza mecánica como la del motor eléc-

trico de que está dotada la instalación objeto de nuestro desmontable. En este caso una goma de transmisión (18) conecta el motor con la polea (20) del crono a la que transmite el movimiento. Existen en el crono dos ejes primarios horizontales de transmisión, uno sobre el que está montado el manubrio (34) para el movimiento a mano y otro superior y paralelo a aquel sobre el que está montada la polea para el accionamiento mecánico. Ambos se conectan por un juego demultiplicador de engranajes, siendo por lo tanto solidarios y recíprocos en sus movimientos de sentido contrario. Desde estos dos ejes parten y se ramifican todas las transmisiones que sirven para poner en movimiento los diferentes elementos del aparato, verificándose siempre por engranajes. Otro eje vertical que engrana a piñón con el horizontal superior completa el sistema principal de transmisiones.

El movimiento de la película se verifica por arrastre que efectúan los tambores armados de dientes laterales y guía de rodillos montados locos sobre ejes fijos, a partir de una bobina de desenrollamiento (32) hasta otra de enrollamiento donde se recoge la película. Estas bobinas van montadas sobre brazos, uno fijo desmontable superior (32) que es el de la bobina desenrolladora y otro inferior (33) articulado, desplazable, que es el de la bobina enrolladora. Sale la película de la bobina superior, arrastrada por un tambor de dientes laterales que coinciden con los taladros de la cinta, montado sobre un eje horizontal en la parte superior del crono e inferior del brazo, que recibe el movimiento directamente del eje vertical de transmisión. De este tambor, pasa la película a la ventanilla por detrás del objetivo, donde recibe el haz de luz procedente de la linterna, resbalando entre un marco de pequeñas piezas metálicas de superficie pulimentada y curva que se adaptan a la de la película a suave presión imprimida por un muelle cuando el marco está cerrado en disposición de funcionamiento normal, y por unos veludillos que suavizan el paso y libran a la película del polvillo e impurezas que puede recoger en su desarrollo; otros dos tambores dentados situados en la parte inferior de la ventanilla arrastran *intermitentemente* la película, imprimiéndola las paradas durante el tiempo necesario delante del objetivo para la proyección visual de cada imagen sucesiva y el movimiento necesario para verificar una rotación en el tiempo restante. La intermitencia de movimiento de estos tambores montados en un eje común está regulada por el dispositivo llamado *cruz de malta* que juega un papel muy esencial en la proyección cinematográfica, como podemos deducir de la teoría expuesta de este aparato, y particularmente en cuanto se refiere a los tiempos de exposición de las imágenes para hacerse sensibles a la vista humana y producción del fenómeno de continuidad con las imágenes sucesivas. La cruz de malta de este aparato consiste en dos discos encerrados en una caja de aceite, uno de los cuales está montado sobre el extremo anterior del mismo eje de transmisión a que está unida la polea y consiste en un círculo segmentado, en una de cuyas puntas existe una pequeña espiga. El segundo disco está cortado por tres segmentaciones curvas o concavidades formando una pieza de tres brazos a manera de triángulo curvilíneo, cóncavo; cada una de estas concavidades dan paso al primer disco en su movimiento de rotación, la espiga del cual hace re-

correr un pequeño arco al anterior que permanece en reposo después de este recorrido hasta que, después de otra rotación de la espiga al tropezar con el brazo siguiente del segundo disco, vuelve a imprimir a éste otro recorrido igual; de modo que por cada tres rotaciones del primero verifica el segundo sólo una con las intermitencias de movimiento referidas. Sobre el eje de este disco es sobre el que están montados los tambores dentados, siendo por lo tanto solidarios de sus movimientos intermitentes, que imprimen a la película delante del objetivo los movimientos y las paradas precisas, como hemos referido. Sobre el eje del manubrio otro tambor dentado de rotación igual y continua con los rodillos guías correspondientes, arrastran y llevan finalmente la película a la bobina enrolladora. Esta bobina recibe su movimiento por un engranaje oblicuo y un eje que conecta a piñón en la proporción conveniente con el eje de transmisión horizontal inferior.

El *objetivo* (24) con montura universal y tornillo de enfocamiento, es susceptible de un desplazamiento en sentido vertical para la más perfecta coincidencia necesaria de los ejes óptico y del condensador.

Restanos mencionar el *obturador*, sobre cuyo papel no hemos de insistir y que en el aparato que representamos consiste en un disco vaciado en tres sectores de arco proporcionado, al que imprime movimiento de rotación un eje en conexión con el vertical de transmisión.

Debido a la gran inflamabilidad de las películas y formando necesariamente parte integrante de estos aparatos un foco de luz más o menos intenso y multi-

plicado por el condensador, ha sido siempre objeto de atención especial la previsión en el más alto grado posible de este peligro, tendiendo a su supresión o evitación total mediante diversidad de dispositivos y perfeccionamientos. Nacida de estos cuidados, tenemos en este crono la *pantalla automática de seguridad* (28) que cierra el paso al haz condensado de luz hacia la película mientras ésta no ha alcanzado en su marcha la velocidad normal para la proyección, abriéndose automáticamente llegado este caso. Este automatismo está logrado por medio de un sistema de palancas a las que imprimen la acción adecuada dos pequeñas masas que dentro de la caja formada por la polea se desplazan por la fuerza centrífuga. Otros dispositivos que obedecen a igual finalidad son los *bombos para-fuego* (31) y los *corredores corta-fuegos* (30); los primeros consisten sencillamente en unas cajas metálicas que aíslan completamente del exterior las bobinas desenrolladora y enrolladora y por lo tanto las porciones de película que contengan; los segundos consisten en unas pequeñas piezas de latón que, fijas a los brazos que sostienen las bobinas, se sitúan inmediatamente a los bombos, recibiendo por un paso muy ajustado, para impedir la combustión y ahogar el fuego en caso de que tal accidente se produzca, la película al salir del bombo de la bobina desenrolladora y acompañándola a su entrada en el bombo de la bobina enrolladora.

La *pantalla para-luz*, sirve para resguardar al operador de los efectos molestos del intenso haz luminoso en su proyección descubierta desde la linterna hasta el crono.

A. MENENDEZ CABALLERO.

Rueda Pelton y generador eléctrico de 13.500 HP. (Véase lámina central)

Las figuras 1 y 2 representan en corte transversal y longitudinal las ruedas Pelton de 13500 HP con sus accesorios. El diámetro exterior de la parte móvil es 3350 mm. y la distancia entre los centros de los fosos de fundación 5000 mm. La velocidad a plena carga es de 250 revoluciones y el consumo de agua es de 3350 litros por segundo. La máxima variación de la velocidad para caídas repentinas de la carga es de 9 % con lo que la máxima presión a la línea más alta es de 12 %. Las turbinas tienen reguladores de presión e inyectores móviles. La obra maestra de esta instalación, además del gran tamaño, es la disposición de los inyectores y el método de regulación de la presión del agua que se ve en esquema en la figura 3.

El dardo A está unido directa y rigidamente con el servo motor de un regulador ordinario de velocidad. El agua pasa a través del tubo cónico N formando el chorro J, que choca con los álabes de la rueda. Cada chorro desarrolla al freno una fuerza de 6750 HP y cada turbina lleva dos chorros y dos ruedas. En las circunstancias ordinarias el tubo cónico o tobera está fijo y la varilla cerrando o abriendo el orificio del mismo y disminuyendo o aumentando el chorro regula la fuerza de acuerdo con el regulador de velocidad. La turbina va además provista de una tobera llamada «tobera desviable», que es móvil y mediante la cual el chorro, en circunstancias especiales, puede desviarse

sobre la rueda, y de este modo todo o parte de él se aprovecha para la generación de la fuerza obrando más o menos sobre los álabes. La tobera móvil se maneja de la siguiente manera: al sobrevenir repentinamente un aumento de fuerza, el regulador de velocidad tiende a cerrar el acceso del agua moviendo la palanca B en la dirección de la flecha C. Si se cierra de repente el paso del agua, la inercia de la columna de agua puede ocasionar grandes presiones que pueden ser causa de rotura en la tubería de la línea. La tobera móvil subsana este inconveniente de un modo efectivo. Si la palanca B sufre un movimiento repentino, el aceite contenido en el depósito F no puede pasar con rapidez a través del orificio del pistón G y dicho recipiente se eleva, con lo que se evita que la presión del agua penetre en la cámara H a través de L. Como consecuencia la presión que existe en la cámara H se encuentra disminuida en la misma proporción que aumenta la de la cámara K, haciendo que la tobera o el chorro se muevan a través de la rueda, reduciendo así la fuerza desarrollada por el agua en relación exacta con el efecto del regulador. Como consecuencia del movimiento del tubo cónico no se mueve la aguja que regula el chorro de agua con lo que el gasto de ésta no varía, evitándose así un aumento de presión en la canalización.

Al mismo tiempo el aceite pasa a través del dia-

fragma del depósito, causando una disminución en el agua contenida en la cámara H. La presión varía por consiguiente, normalizándose, y la tobera vuelve poco a poco a su posición inicial. Mientras el regulador permanece en la misma posición, la tobera continúa inmóvil; pero la aguja puede adelantar o retroceder, variando su posición relativa con lo cual la descarga de agua se altera a pesar de quedar la tobera en su primitiva posición horizontal. El orificio del diagrama puede variar y con él el tiempo empleado en el movimiento de la tobera, con lo que es posible limitar convenientemente el aumento máximo de presión del agua.

Los dos generadores trifásicos se ven en corte en las figuras 4 y 5; están contruidos por la casa Siemens-Schuckert de Berlín y cada uno de ellos va directamente acoplado con una turbina de las descritas. Desarrollan 12,000 kilovatios-ampieros y su tensión de trabajo es 12500 voltios con 25 períodos. El peso neto de cada generador completo es de 165 toneladas poco más o menos y el del rotor de 65 toneladas. Para facilitar el transporte, el estator y las fundaciones y basamento constan de cuatro piezas, ninguna de las cuales pesa más de 40 toneladas. La cubierta del estator es de fundición y de sección en forma de caja. El núcleo de hierro del estator está formado por placas, separadas las espiras entre sí por medio de papel aislante y provistas de canales de paso de aire para su ventilación y refrigeración, las placas están unidas por gran número de tirantes aislados y por placas terminales más gruesas. El estator tiene las espiras aisladas del núcleo, con mica. Los extremos de los arrollamientos están conectados a una plancha terminal de la cual la corriente pasa a las escobillas a través de barras de cobre fijas por aisladores.

Como ya se ha dicho, los alternadores están provistos de auto-ventilación para lo cual los *estatores* van completamente cerrados dentro de un caparazón dispuesto al efecto y en el que hay los conductos de aire necesarios.

El rotor, como en todos los casos en que los generadores trifásicos van accionados directamente por turbinas, está dispuesto de modo que puede sufrir aumentos de 1,8 % de velocidad sobre la normal que es de 450 revoluciones por minuto. Las escobillas son de carbón y los porta-escobillas de resorte como en todos los casos. Los cojinetes son de metal blanco con lubricación por medio de anillos.

Termodinámica

Empleo del vapor de mercurio para producir fuerza motriz

Se sabe que el rendimiento de una máquina térmica viene dado por la fórmula $\frac{T_2 - T_1}{T_2}$ en la que T_1 y T_2 son las temperaturas absolutas respectivas del foco de calor y del cuerpo caliente cuando cesa su acción sobre el émbolo o pieza móvil de la máquina.

En el caso de las máquinas de vapor T_1 es la temperatura del agua del condensador o del vapor de

escape y T_2 tiene por valor máximo 1350° con los combustibles industriales que arden en contacto del aire: de lo que se deduce que el rendimiento teórico es bastante pequeño. Se ha procurado mejorar este rendimiento, y para esto se ha recorrido a presiones más elevadas, correspondiendo a mayores temperaturas; pero la presión crece demasiado rápidamente con relación a la temperatura y además no pueden aplicarse las grandes presiones a las turbinas de vapor.

Parece pues interesante el aumentar el valor de T_2 utilizando en vez de agua un líquido cuya temperatura de ebullición sea mayor de 100°. Recientemente se han llevado a cabo, en América, ensayos de una máquina mixta de agua y mercurio en el que este último es el que recibe el calor producido en el hogar. Siendo la temperatura de ebullición del mercurio 358° a la presión atmosférica y 236° en un vacío de 710 mm es este cuerpo muy a propósito para aumentar, como se desea, el calor de T_2 .

El procedimiento consiste en vaporizar el mercurio en una caldera a una presión algo superior a la atmosférica; su vapor se expansiona en una turbina especial y después pasa a un recinto en el que se ha hecho el vacío y que contiene un haz de tubos por los que circula agua. El mercurio se enfría y se condensa y el agua se vaporiza a su vez y su vapor obra en una turbina o sobre su émbolo.

La temperatura de los gases al salir de la caldera de mercurio es más elevada que la del vapor de agua obtenido en las calderas ordinarias, y se aprovecha: 1.° para recalentar el vapor de agua antes de su acción sobre el aparato receptor; 2.° para calentar el mercurio condensado antes de su vuelta a la caldera; 3.° para elevar la temperatura del agua de alimentación.

Las principales ventajas del mercurio son: 1.° Las temperaturas de vaporización a la presión atmosférica y en el vacío práctico son apropiadas para su utilización; 2.° El gran peso específico del mercurio permite asegurar su vuelta a la caldera, una vez condensado, por la sola acción de la gravedad; 3.° a estas temperaturas el mercurio y sus vapores no ejercen ninguna acción química sobre los materiales con que ha de estar en contacto ni sobre el aire, el agua y las materias orgánicas; 4.° El poder evaporador de la caldera no disminuye por no formarse ni depósitos ni incrustaciones; 5.° Por la gran densidad del vapor de mercurio la turbina sobre la que obra tendrá dimensiones pequeñas; y 6.° El rendimiento del condensador de superficie es mayor que el de una caldera por lo que se refiere a la transmisión del calor al agua. Se puede considerar al mercurio como un sencillo agente de transmisión del calor entre el hogar y el agua; la energía producida por la turbina de vapor de mercurio puede considerarse como un *subproducto* cuyo valor se añade al rendimiento del condensador. Este procedimiento puede aplicarse a las instalaciones con o sin condensación de vapor; en este último caso el rendimiento sobrepasaría al de las mejores instalaciones actuales con condensación.

Si se empleara el vapor de mercurio a una presión de 700 gramos por cm.² con condensación de mercurio a un vacío de 720 mm, se obtendría una ventaja de 44 % en energía desarrollada con igual consumo de combustible. Se necesitaría para esto vaporizar aproximadamente 10 kg. de mercurio por kilogramo

de agua vaporizada a 12,5 kg. por cm.² el vapor de agua sufriría un calentamiento de 65° y los gases del hogar serían evacuados a 170°. La velocidad del vapor de mercurio sería de 400 m. por l, y la turbina podría tener un solo rotor.

En el estado actual de la cuestión se necesitarían 50 pesetas de mercurio por cada caballo de vapor desarrollado y verosimilmente esta cantidad podrá disminuir bastante.

Los yacimientos de mercurio son lo bastante ricos para que sea de tener una elevación de precio si el sistema alcanzase gran desarrollo.

Una instalación de 500 HP no sería más voluminosa que las instalaciones de vapor de agua mejor estudiadas.

El único punto débil y nuevo del sistema es el generador de vapor de mercurio. El tipo primitivo ha sufrido ya considerables perfeccionamientos. En un principio, se componía de tubos verticales con un núcleo cilíndrico hueco que tenía por objeto reducir el volumen ocupado por el mercurio conservando una gran superficie de calefacción que era la del tubo.

El hueco del núcleo aseguraba la circulación; las primeras pruebas se hicieron con aparatos de cristal que proporcionaron gran número de enseñanzas. El primer generador metálico tenía todos los tubos unidos a un colector; pero la unión no pudo resistir las diferencias y elevaciones de temperatura. Los generadores en uso actualmente se caracterizan por sus tubos muy planos y curvos para resistir los efectos de la dilatación y unidos a colectores de acero; cada generador consta de varios elementos formados por dos colectores unidos entre sí por gran número de tubos verticales; la unión está hecha por medio de la soldadura autógena; el conjunto de elementos está reunido a dos colectores laterales y el conjunto instalado en un macizo de mampostería como las calderas multitubulares de vapor de agua.

Metalurgia

Chimenea colectora de chispas - Osborn -

Perjuicios de consideración son a menudo causados en los edificios próximos a las fundiciones por las chispas desprendidas de los hornos o cúpulas de transformación de metales. La caída de estas chispas sobre los tejados, si no ocasiona daños mayores, tiene al menos el inconveniente de ensuciarlos rápidamente, obligando los propietarios a verificar frecuentes operaciones de limpieza.

La chimenea colectora representada en perspectiva y en sección por las adjuntas ilustraciones tiene por objeto evitar tales inconvenientes impidiendo la proyección de las chispas en la atmósfera. Consiste en una tubería de hierro dividida en segmentos cuyo conjunto forma aproximadamente un semicírculo. El primer segmento se coloca a modo de sombrero sobre la parte superior del horno y el último se junta con la tubería descendente por donde las chispas, detenidas en su vuelo, caen en un cenicero. Todos los segmentos de la tubería están revestidos interiormente con ladrillos

refractarios, a excepción de los que componen la tubería de bajada; están unidos unos con otros por medio de collares exteriores formados por hierros angu-



Fig. 1.

lares y atornillados entre sí. En la parte superior de la curva que forma la chimenea hay una abertura por donde los gases pueden escaparse libremente; las par-

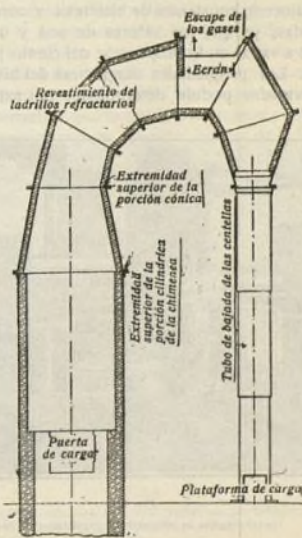


Fig. 2.

tículas sólidas, en cambio, tropezando con una placa perpendicular al eje de la corriente y reduciendo a la mitad del diámetro de la chimenea, han de seguir una

trayectoria horizontal para ir finalmente a caer en la tubería descendente.

La cantidad de partículas sólidas recogidas en el cenicero, según los resultados de los experimentos practicados en varias fundiciones que emplean este sistema, alcanza en término medio a una tonelada por cien toneladas de hierro elaborado, cifra que permite juzgar de la importancia de los trabajos de limpia que hubieran sido necesarios si tal cantidad de desperdicios se hubiese depositado libremente sobre los techos.

Electricidad

Determinación de las pérdidas en el núcleo de los transformadores

INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL SOBRE LA VARIACIÓN DE LAS PÉRDIDAS POR LAS CORRIENTES VAGABUNDAS Y POR HISTÉRESIS AL SOLIDIFICARSE LA FRECUENCIA Y LA DENSIDAD MAGNÉTICA

Es evidente la importancia que tiene, en los estudios relativos a los transformadores, un conocimiento perfecto de las propiedades del hierro empleado en la construcción de tales aparatos. No pueden, en efecto, considerarse como aplicables a todos los casos, con suficiente exactitud, las curvas de magnetización que se encuentran en los manuales de construcción de maquinaria eléctrica con la indicación «hierro para transformadores». Es imposible elegir, para ser aplicadas indistintamente, constantes de histéresis y corrientes vagabundas, ya que los valores de una y otras están sujetos a variar en la proporción del ciento por ciento o más. Las propiedades magnéticas del hierro de un transformador podrán determinarse por experimenta-

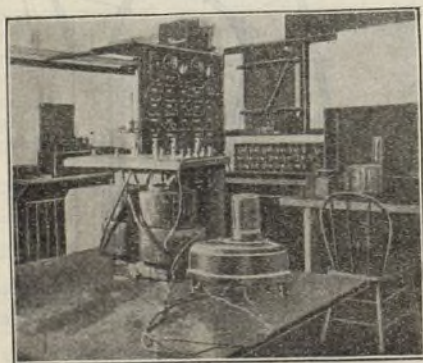


Fig. 1.
Transformador de laboratorio y registrador de flujo.

ción siempre que sean conocidas las dimensiones del núcleo y las condiciones del devanado; es posible, alguna vez, obtener estos datos del constructor de la máquina.

La pérdida total en el núcleo de un transformador, con diferentes densidades de flujo, puede determinarse midiendo con un vatímetro la absorción por uno de los devanados, suministrándole la energía bajo diferentes voltajes, mientras el otro devanado queda en circuito abierto. La absorción indicada por el vatímetro comprende juntamente las pérdidas por histéresis y las que

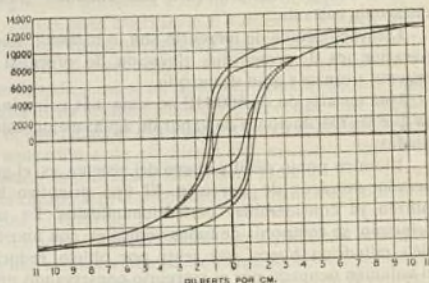


Fig. 2.

Curvas de histéresis tomadas en un transformador de 2,5 kilovatios.

resulten de las corrientes vagabundas, así como una pequeña pérdida I^2R que tiene lugar en el cobre del circuito primario y de que, en las condiciones ordinarias, puede hacerse caso omiso. La separación de las pérdidas por histéresis y por las corrientes vagabundas puede efectuarse por diferentes métodos. Uno de éstos tiene por base el hecho, dado por cierto, de que la pérdida por histéresis varía como la potencia 1,6 de la densidad máxima de flujo. Si bien no es ésta una hipótesis gratuita, hay que tener en cuenta, sin embargo, que el valor de la constante 1,6 no es más que un término medio deducido de numerosos ensayos realizados sobre diferentes muestras de hierro y puede muy bien no ser aplicable al hierro que se haya de emplear en un caso determinado.

Otro método se funda en el hecho de que las pérdidas por las corrientes vagabundas varían como el cuadrado de la frecuencia, mientras que la pérdida por histéresis varía como la primera potencia de dicha frecuencia. Para la aplicación de este método, cuyos resultados son tachados siempre de alguna incertidumbre, son precisas mediciones reiteradas de las pérdidas realizadas en condiciones de frecuencia muy variadas. Un tercer método, teóricamente correcto, consiste en medir directamente la pérdida por histéresis, tomando por base las superficies de cierto número de circuitos de histéresis determinados en una muestra del hierro, con varios tipos de inducción máxima. Los resultados obtenidos prácticamente con estos tres métodos están consignados gráficamente en las adjuntas curvas.

Para la realización de los experimentos durante el curso de los cuales fueron trazadas dichas curvas, se empleó un transformador para alumbrado, del tipo corriente, de núcleo de 2,5 kv., provisto de un devanado especial de 25 vueltas, con acometidas a las dos, cinco, diez y veinte vueltas, para ser utilizado en unión de un aparato para la medición del flujo, o galvanómetro balístico. Sobre el transformador se montó un cuadro y a los bornes dispuestos sobre el mismo fueron dirigidos

todos los conductores. El transformador y el aparato para la medida de flujos están representados por la figura 1.

Ofrecen interés los resultados de la serie de experimentos sobre las pérdidas en el núcleo, realizadas en

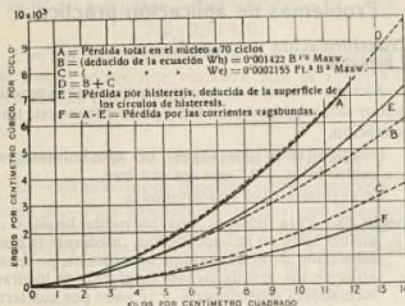


Fig. 3.

Curvas de pérdida en el núcleo del transformador, determinadas por el cálculo y por la observación.

el Instituto Agrícola de Obregón, experimentos cuyo objeto era dar cuenta explícitamente de la histéresis magnética y de las corrientes vagabundas, así como de las pérdidas de energía resultantes de dichos fenómenos. Al transformador sobre el cual se verificaron las observaciones, eran aplicables las siguientes constantes:

Sección transversal del núcleo, superficie	36'4 c/m²
Longitud media del trayecto del flujo	73'7 c/m
Espesor de las láminas del núcleo	0'0356 c/m
Peso del hierro	20'6 kg.
Volumen del hierro	2670'00 c/m³
Devanado primario: Compuesto aproximadamente de 2.800 vueltas de hilo n.º 18.	
Devanado secundario: Compuesto de 281 vueltas de hilo n.º 8.	
Resistencia primaria	22 ohmios.
Resistencia secundaria	0,18 "

Para determinar los círculos de histéresis en el núcleo del transformador, se empleaba un registrador de flujo, aparato con el cual se halla grandemente simplificada una operación que, de otro modo, resulta habitualmente laboriosa y complicada. El registrador de flujo es, esencialmente, un galvanómetro balístico muy sensible. Las desviaciones, en este aparato, son independientes de la rapidez de las modificaciones, pudiendo por lo tanto hacerse las observaciones sin precipitación. Empleando este instrumento, las lecturas relativas a un círculo de histéresis completo pueden verificarse sucesivamente en el espacio de un cuarto de hora, y si se ha tenido al hacerlas el cuidado necesario, los resultados obtenidos deben coincidir, con diferencias que no pasen del 1 por ciento. Ocho circuitos de histéresis, tres de los cuales están figurados en el circuito n.º 2, fueron obtenidos por este procedimiento en el núcleo del transformador, oscilando la densidad de flujo entre 4.000 y 14.000 maxwells por centímetro cuadrado. Las superficies de estos circuitos fueron cuidadosamente medidas por medio de un planímetro,

sirviendo los resultados obtenidos para establecer la curva E de la figura 3. La curva A del mismo gráfico indica la pérdida total en el núcleo, expresada en ergios por centímetro cúbico y por ciclo, medida con un vatímetro indicador de Thompson, estando el transformador bajo la influencia de una fuerza electromotriz sin ondas con una frecuencia de 70 ciclos. Adoptando la hipótesis a que se ha aludido antes, esta curva puede descomponerse en dos elementos: pérdida por corrientes vagabundas y pérdida por histéresis. Esta separación se realizaría eligiendo sobre la curva dos puntos teniendo las ordenadas W_1 y W_2 ; entonces:

$$W_1 = \eta_1 B^{1.6}_1 + f t^2 B^2_1,$$

y:

$$W_2 = \eta_2 B^{1.6}_2 + f t^2 B^2_2.$$

En estas ecuaciones, f representa la frecuencia y t el espesor de las láminas que constituyen el núcleo. Las constantes η_1 y η_2 han sido determinadas partiendo de dos ecuaciones de este tipo y el valor hallado para las mismas ha sido de 0'00142 y 0'000215 respectivamente. Introduciendo estas constantes en las conocidas fórmulas para el cálculo de la histéresis y de las corrientes vagabundas, se obtienen las curvas B y C, cuya suma da la curva D que coincide casi exactamente con A. Sin embargo, de esta curva se desprende un valor demasiado pequeño para la pérdida por histéresis y un valor demasiado grande para la pérdida por las corrientes vagabundas. Restando de la curva D la curva E, y de la curva A la curva F, se obtienen los verdaderos valores de las pérdidas por la histéresis y por las corrientes vagabundas respectivamente.

El método de separación llamado de las dos frecuencias se funda en el hecho de que la pérdida de energía por ciclo debida a las corrientes vagabundas varía con la frecuencia, mientras la pérdida por ciclo debida a la histéresis es independiente de la frecuencia. Esto equivale a decir que la pérdida de potencia debida a las corrientes vagabundas varía con el cuadrado de la frecuencia y que la pérdida de potencia resultante de la histéresis varía en relación directa de la frecuen-

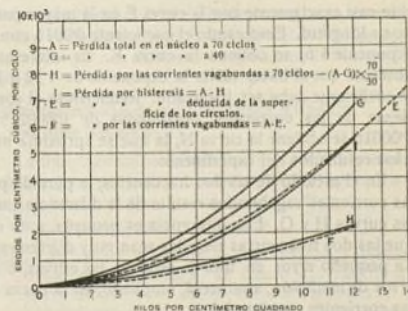


Fig. 4.

Curvas de pérdida en el núcleo del transformador, determinadas por el cálculo y la observación.

cia, expresándose en este caso todos los valores en ergios por centímetro cúbico y por ciclo.

La curva A que representa la pérdida total por ciclo en el núcleo, a setenta ciclos, es reproducida en la figu-

transformar una corriente monofásica en otra bifásica trifilar, ¿qué voltaje se obtendrá entre los conductores de baja tensión, sabiendo que la corriente monofásica era a 6.000 voltios y cada transformador reduce a 220?

Aplicando la regla 24 tendremos que el voltaje entre conductores será:

Entre dos contiguos o sea por fase de la red bifásica, la mitad del que puede dar un transformador, o sea:

$$220 : 2 = 110.$$

Entre el conductor central y uno cualquiera de los laterales, el voltaje que resultará será el anterior 110 multiplicado por 1,41

$$110 \times 1,41 = 155 \text{ voltios.}$$

Transformación de monofásica a trifásica

La regla práctica de conexión en este caso será:

Regla 25.—Para transformar una corriente monofásica en otra trifásica tomaremos los arrollamientos primarios de dos transformadores, y una vez reunidos en serie, los conectaremos por sus terminales libres a los dos conductores monofásicos de la alta tensión.

Los arrollamientos de la baja tensión se verificarán siguiendo la regla 15 o sea agrupándolos en **T**.

El voltaje por arrollamiento primario será igual al de la corriente monofásica dividido por 1,41 y el de la baja tensión se determina por el que da el sistema de acoplamiento en **T**.

EJEMPLO:

Dos transformadores monofásicos cuyos arrollamientos secundarios están en condiciones de ser acoplados en **T** ¿qué voltaje desarrollarán entre fases de la baja tensión en la corriente trifásica que engendrarán si la corriente monofásica es a 6.000 voltios y el transformador mayor reduce de 6.000 a 220 voltios?

Aplicando la regla 25 tendremos que conocido el voltaje 6.000 entre conductores de la corriente monofásica, bastará dividirlo por 1,41:

$$6.000 : 1,41 = 4.251.$$

para tener el voltaje en el arrollamiento primario.

Una vez conocido el voltaje de la corriente en cada arrollamiento, será necesario para determinar el voltaje en la baja tensión conocer la relación de transformación del mayor transformador. Esta relación viene dada en la placa, o sea:

$$6.000 : 330 = 27$$

por lo que el voltaje en la bobina mayor de la baja tensión, será igual al voltaje de la bobina de alta tensión, dividida por la relación de transformación:

$$4.251 : 27 = 157$$

Por estar acopladas en **T**, las bobinas de baja tensión, éste valor hallado será el voltaje entre fases de la corriente trifásica a baja tensión obtenida.

Transformación de bifásica a monofásica

Regla 26.—Para transformar una corriente bifásica con tres o cuatro hilos, en monofásica, se unen en serie todos o parte de los arrollamientos secundarios, conectándose en los dos terminales libres los dos conductores de la línea monofásica.

El voltaje que se obtendrá en la monofásica resultante será igual a la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de los voltajes, que los dos secundarios pueden dar.

EJEMPLO:

Tenemos conectado en una línea trifásica trifilar dos transformadores a fin de obtener una corriente monofásica, ¿qué voltaje tendrá esta corriente sabiendo que los que pueden dar los transformadores son 100 y 70 voltios?

De la aplicación de la regla 26 se puede obtener el valor deseado; para ello formaremos los cuadrados de 100 y de 70, operándose como sigue:

$$100^2 = 100 \times 100 = 10.000$$

$$70^2 = 70 \times 70 = +4.900$$

$$\text{Suma.} \dots 14.900$$

extrayendo la raíz cuadrada de este valor:

$$\sqrt{14.900} = 122 \text{ voltios.}$$

Como que en algunos casos podrá ser necesario buscar el voltaje que deberá tener uno de los transformadores cuando se conoce el del otro y el de la corriente monofásica que se desea, deberemos establecer la regla que nos de este valor, el cual se determina por la

Regla 27.—Conocido el voltaje de la corriente monofásica que se desea y el que dará en la baja uno de los transformadores, el que tendrá que dar el otro transformador será igual a la raíz cuadrada de la diferencia de los cuadrados de los voltajes deseados y del que conocemos.

EJEMPLO:

Tenemos un transformador monofásico que da para la baja tensión un voltaje de 106, ¿cuál será el voltaje que tendrá que dar el otro a fin de que la corriente monofásica que se obtenga sea de 122 voltios?

En la regla 27 hemos expuesto el modo de hallarlo y para ello determinaremos los cuadrados de 106 y de 100.

$$106^2 = 106 \times 106 = 11.236$$

$$100^2 = 100 \times 100 = 10.000$$

hallando su diferencia:

$$11.236$$

$$- 10.000$$

$$1.236$$

y extrayendo su raíz cuadrada:

$$\sqrt{1.236} = 36 \text{ voltios}$$

tendremos el valor del voltaje de un segundo transformador monofásico que acoplado convenientemente con el de 100 nos dará una corriente monofásica a 106 voltios.

Transformación de una corriente bifásica en otra trifásica

La transformación de una corriente bifásica en otra trifásica debe ser hecha de modo distinto según que la línea primaria bifásica sea tetrafilar o trifilar.

En el primer caso seguiremos la

Regla 28.—Para transformar una corriente bifásica trifilar en otra trifásica, se toman dos transformadores monofásicos cuyos arrollamientos estén en condiciones de ser acoplados en **T**, y luego se conectan los arrollamientos primarios a las líneas de la corriente bifásica tetrafilar.

EJEMPLO:

Deseamos obtener una corriente trifásica a 220 voltios, ¿qué transformadores tendremos que emplear si la corriente bifásica es a 6.000 voltios?

Según la regla 28, habremos de tomar dos transformadores uno de 6.000/220 y otro cuyo arrollamiento secundario cumpla la condición de la regla 15, o sea que el voltaje de la corriente transformada sea el 86 % es decir:

$$220 \times 0,86 = 190 \text{ voltios.}$$

Conectaremos primeros los arrollamientos primarios en los conductores de la línea bifásica, y luego uno de los terminales del secundario del segundo transformador en el punto medio del secundario del primero.

El voltaje resultante, aplicando la regla 19, será el que dará el mayor transformador o sea 220 voltios.

En el segundo caso en que la línea bifásica es trifilar, la conexión se verificará según la:

Regla 29.—Para transformar una corriente bifásica trifilar en otra trifásica, se tomarán tres transformadores monofásicos iguales. Uno de los arrollamientos primarios es cortado en dos partes iguales, unidas en sentido invertido a cada uno de los primarios de los otros dos transformadores, los cuales a su vez están reunidos entre sí. La línea trifásica trifilar va conectada a los dos bornes libres de los dos semiarrollamientos primarios, y el tercer conductor en el punto de sección de los dos arrollamientos enteros.

Los arrollamientos secundarios van acoplados en estrella o en triángulo dependiendo el voltaje de la baja tensión del sistema de acoplamiento adoptado.

Transformación de trifásica en monofásica

La transformación de una corriente trifásica en otra monofásica, se logrará mediante la

Regla 30.—Para convertir una corriente trifásica en otra monofásica se tomarán dos transformadores cuyos arrollamientos primarios sean susceptibles de ser acoplados en T; una vez efectuado esto, bastará reunir en serie los secundarios para que la corriente que se obtenga en la baja tensión sea monofásica.

El voltaje entre los conductores de la baja tensión se obtendrá multiplicando por 1,41 el que daría uno de los secundarios.

Transformación de una corriente trifásica en otra bifásica

La transformación de una corriente trifásica en otra bifásica comprenderá dos casos resueltos por las reglas siguientes:

Regla 31.—Para obtener de una corriente trifásica una bifásica con 4 hilos, se toman dos transformadores aptos para conectar sus arrollamientos primarios en T, y luego se une a los terminales cada arrollamiento secundario a dos cables diferentes que constituyen las dos fases.

El voltaje que se obtiene en la baja tensión, viene dado por el que señala la placa de cada uno de los transformadores monofásicos empleados.

Regla 32.—Para obtener de una corriente trifásica otra bifásica con solo 3 hilos, o trifilar, se toman tres transformadores monofásicos iguales en los cuales se acopla en triángulo sus arrollamientos prima-

rios, luego se corta uno de los secundarios en dos partes iguales y se unen estos trozos a los otros dos secundarios, los cuales a su vez van reunidos entre sí. Los conductores de la baja tensión se conectan, dos de ellos en los terminales libres de los semiarrollamientos, y el tercero en el punto de unión de los dos arrollamientos que han quedado enteros.

El voltaje resultante es igual a la raíz cuadrada del cuadrado del voltaje que da uno de los transformadores más el cuadrado del voltaje del otro, menos el cuadrado de la mitad del tercero.

EJEMPLO:

Si los arrollamientos secundarios dan 100 voltios cada uno ¿cuál será el voltaje de la corriente bifásica que se obtendrá?

Aplicando la regla 32 tendremos que deberemos operar así:

Cuadrado del voltaje de un arrollamiento	100 ² = 10.000
Cuadrado del voltaje del otro idem.	+ 100 ² = 10.000
	20.000
Cuadrado del voltaje del semi arrollamiento	50 ² = 2.500
Diferencia	17.500

extrayendo la raíz cuadrada de este valor tendremos:

$$\sqrt{17.500} = 133$$

que será el valor del voltaje de la corriente bifásica deseada.

Transformación de corrientes trifásicas en otra exafásica

De los varios sistemas que pueden ser empleados en esta transformación, hay dos que por no exigir transformadores especiales pueden ser logrados con suma facilidad.

Estos son el *diametral* y el en *estrella exagonal*. El primero se logra mediante la siguiente regla:

Regla 33.—Para transformar una corriente trifásica, en otra de seis fases, se reúnen los arrollamientos primarios de tres transformadores monofásicos en estrella o en triángulo, y se dispone luego los arrollamientos secundarios para que trabajen independientemente.

Los voltajes que se obtienen son los correspondientes a cada secundario.

En el segundo caso, o sea en *estrella exagonal*, se seguirá la

Regla 34.—Para transformar una corriente trifásica en otra exafásica, se reúnen los arrollamientos primarios de tres transformadores en estrella o en triángulo, y luego se disponen los arrollamientos secundarios de modo que trabajen independientemente, añadiendo una nueva conexión, que reúna los puntos medios de los tres arrollamientos secundarios.

Además hay otras disposiciones en doble estrella, en doble triángulo y en doble V que exigen transformadores especiales y cuyas disposiciones hemos detallado antes.

Telefonía

Comunicaciones telefónicas entre puntos muy distantes

(Continuación) (*)

Los dos aludidos cables eran del tipo de cuatro núcleos formando dos circuitos completos; pero los dos pares de núcleos podían también servir simultáneamente para formar un tercer circuito que ha sido llamado «circuito fantasma». A este fin los circuitos estaban, en sus extremidades, conectados mediante transformadores a sus respectivos transmisores o receptores (fig. 3), de tal modo que podían utilizarse los dos hilos del primer circuito como conductor de ida y los del segundo circuito como conductor de regreso, al objeto de establecer la comunicación telefónica independiente por el tercer circuito «fantasma». Además, podían introducirse devanados de carga especiales en este circuito que resultaba, para el caso que se considera, superior a los otros dos porque sus conductores contenían doble cantidad de cobre. Existe también otro procedimiento para «cargar» el cable: es el sistema «continuo» o «uniforme» de Krarup, fundado real-

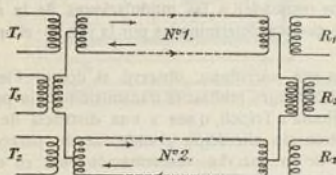
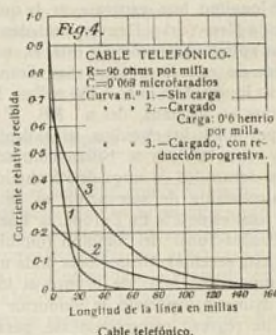


Fig. 3.—Conexiones para circuito fantasma.

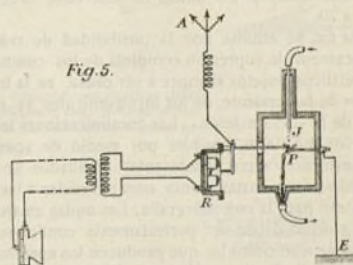
mente en una inversión de la idea original de Heaviside. Se ha observado, en efecto, que si se disponen alrededor de un cable formado de torcidos de cobre una armadura consistente en numerosas vueltas de hilo de hierro dulce, la inductancia, la capacidad y la resistencia de este cable se hallan todas aumentadas, mientras, por otra parte, la constante de atenuación queda reducida. Para investigar más completamente la cuestión todavía discutida de la eficacia de este método de «carga continua», el Gobierno francés ordenó en 1912 la colocación a través del canal de la Mancha de un cable de este sistema. Su peso era aproximadamente doble del de los demás cables (300 libras por milla, en vez de 160) y su constante de atenuación era solamente ligeramente superior. El cable de mayor longitud de este tipo es el que pone en comunicación Nanainio (Isla de Vancouver) con la costa de la Colombia británica; su longitud es de 31 millas. Otros dos cables, de mayor importancia todavía, en que se aplicarán los mismos principios, están ahora en construcción o en proyecto; partiendo ambos de la costa de Inglaterra, pondrán este país en comunicación, uno

con Holanda, otro con Alemania: la longitud del primero será de 125 millas y la del segundo de 250 millas por lo menos.

La unión de cables submarinos cargados con cables terrestres del tipo ordinario ofrece una seria dificultad debida a un reflujo que se produce en el empalme de las dos líneas, fenómeno análogo al de los espejismos que se observan en las llanuras cuando



la superficie del suelo y la capa de aire en contacto con ella se hallan fuertemente calentadas por el sol, mientras que las capas más elevadas de la atmósfera permanecen relativamente frías. La observación de las cuerdas vibrantes ayuda a comprender este fenómeno. Si se colocan sobre la cuerda, de trecho en trecho, separados por intervalos que representen la longitud de una media onda, glóbulos sólidos comparables a los granos de un rosario, se observa que casi todas las vibraciones rebotan y se repercuten hacia atrás en vez de propagarse más allá de aquéllos. En cambio, colocando en medio de la cuerda un grueso glóbulo y, a cada lado de éste, una serie de granos más pequeños, de volumen tanto más reducido cuanto se hallen más apartados de aquél, la onda atraviesa el conjunto sin sufrir más que una reducida pérdida.



Por esta razón, la carga de los cables se dispone de tal modo que alcance su máximo en la parte central de éstos, decreciendo progresivamente hacia las extremidades. Del examen del gráfico n.º 4 se desprenden las ventajas obtenidas por la aplicación a los cables de cargas reducidas progresivamente del centro a las extremidades. La atenuación total, esto es, el producto

(*) Véase páginas 279 a 281.

de la constante de atenuación por la longitud del cable, es un dato igualmente importante. Su valor no debe, en ningún caso, exceder de 4'5 y, para la perfecta transmisión de la palabra, debe alcanzar a lo sumo 2'5.

La transmisión de la palabra es actualmente posible hasta 100 millas de distancia por cables submarinos, hasta 500 millas por cables subterráneos y hasta 2,000 millas por líneas aéreas. La línea aérea cargada de mayor longitud hoy existente es la que pone en comunicación New-York y Denver, ciudades distantes 2,000 millas aproximadamente, y está en proyecto la prolongación de esta línea hasta San Francisco, aumentando su longitud en unas 1,350 millas. El hilo de cobre de que es formada, del n.º 8 B, W - G, pesa 435 libras por milla; los circuitos se hallan reunidos por pares y sobre la línea se hallan colocados, cada ocho millas, devanados de carga de 6'5 ohmios y 0'265 henrios. La constante de atenuación es de $\frac{1}{100}$ y la atenuación total es de 2'5. En Europa, la línea Berlín-Francfort-Basilea-Túnel del Simplon (uniformemente cargada en esta sección); Milán-Roma mide unas 1,300 millas; la forman dos hilos de bronce al fósforo de 4'5 mm de diámetro, sirviendo de conductor de ida y conductor de regreso respectivamente, pesando 500 libras por milla y colocados a 42 centímetros aproximadamente uno del otro. En Inglaterra, las líneas telefónicas cargadas que funcionan en la actualidad suman una longitud de 30,000 millas, entre líneas y cables subterráneos, comprendiendo un total de 12,448 devanados de carga; se están ahora estableciendo nuevas líneas cuyo recorrido alcanzará 45,645 millas y serán guarnecidas de 17,767 espirales de carga. El cable subterráneo de mayor longitud hoy existente es el de Hull-Leeds-Newcastle, cuya longitud es de 154 millas; la atenuación total observada en este cable es de 2'32. De Londres a Birmingham y Liverpool se está verificando la colocación de otro cable del mismo sistema, de 3 pulgadas de diámetro, conteniendo cincuenta circuitos; el conjunto se descompone en 2 circuitos de 300 libras por milla, 14 circuitos de 200 libras por milla, 12 circuitos de 150 libras por milla y 24 circuitos de 100 libras por milla; los devanados están colocados a 2'5 millas de intervalo; la S/C es igual a 20.

Por fin, se estudia hoy la posibilidad de realizar prácticamente la supresión completa de los conductores metálicos, sujetos siempre a ser causa, en la transmisión de la corriente, de los inconvenientes ya señalados de la «deformación». Las comunicaciones telefónicas son, en efecto, posibles por medio de aparatos de transmisión aérea; interesantes resultados se han obtenido ya con instalaciones muy parecidas a las que se utilizan para la radiotelegrafía. Las ondas emanadas de las antenas deben ser perfectamente continuas, de alta frecuencia, como las que producen los aparatos de Goldschmidt, Poulsen, Marconi, Moretti y otros; su longitud debe alcanzar 5 millas, por lo menos, sin exceder nunca de 10. Si se empleasen las descargas por chispas, la frecuencia de éstas no debería ser inferior a 20,000 por segundo. Las ondas así obtenidas estarían fuera del alcance del oído y una serie no interrumpida de ondas no afectaría directamente al teléfono. Pero si las amplitudes de las ondas varían en relación con la frecuencia más baja de la voz, estas

oscilaciones de la amplitud en la onda de alta frecuencia afectarán el receptor del teléfono. En los experimentos a que se refería el conferenciante, el micrófono del aparato de transmisión se hallaba colocado entre la antena y la tierra, teniendo que llevar, por consiguiente, las grandes corrientes oscilatorias que circulaban por la antena en uno y otro sentido. En este caso, el mayor obstáculo con que se tropieza en la práctica estriba en la construcción de micrófonos capaces para llevar de 5 a 50 amperios, en vez del medio amperio que requieren los aparatos ordinarios. A este objeto especial tiende la construcción del micrófono de Vanni (fig. 5) en el cual un chorro de agua acidulada, J, cae desde un gollete de ebonita sobre una de las dos placas metálicas P; una de estas placas es móvil y conectada con la antena A y el diagrama del micrófono R, estando la otra fija y en comunicación con la tierra. El líquido, rebotando de la primera placa sobre la segunda, establece una comunicación eléctrica entre las dos. Por otra parte, las vibraciones del diagrama determinan en la columna líquida comprendida entre las dos placas una serie de oscilaciones y modifican el espesor y la resistencia de las películas de conexión. En el punto de recepción, la antena está acoplada con un circuito condensador comprendiendo un receptor de cristal o del tipo de válvula y el aparato telefónico. La válvula rectifica la corriente continua recibida, pero la corriente uniforme que resulta de ello no afecta por sí el teléfono: las modificaciones originales en el aparato receptor responden a las modulaciones de la amplitud, las que son determinadas por la voz en el aparato emisor.

Con este micrófono, observó el doctor Fleming, aquel autor logró realizar la transmisión de la palabra desde Roma a Trípoli, o sea a una distancia de 1,000 kilómetros sin alteración grande, según parece, del timbre de la voz. La «deformación» es, en efecto, reducida puesto que todas las ondas eléctricas se transmiten a través de la atmósfera con igual rapidez y que el coeficiente de atenuación es el mismo para todas.

Numerosos ensayos de comunicación por teléfono sin hilos han sido realizados con éxito, por diferentes procedimientos, en varios países; entre otras posibles modificaciones del tipo ordinario de aparato de transmisión puede citarse la que consiste en la colocación del micrófono dentro del circuito de excitación de un alternador de Goldschmidt.

No existe, en principio, obstáculo insuperable a la transmisión de despachos telefónicos por encima del Atlántico por medio del teléfono sin hilos y, probablemente, no es muy lejano el tiempo en que podrán sostenerse por este método, conversaciones entre Londres y San Francisco. Sin embargo, mucho antes de que se consiga tal resultado, el teléfono sin hilos deberá utilizarse para poner en comunicación con la tierra los buques navegando en alta mar.

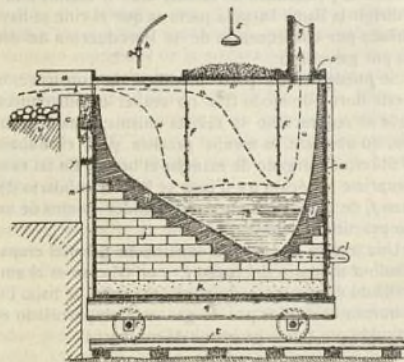
Aunque han transcurrido treinta y ocho años desde el día en que el uso del teléfono ha entrado en la práctica comercial, el campo está abierto aun a las investigaciones y numerosos problemas planteados en este ramo de industria esperan todavía una solución.

A. FERRER, ingeniero.

Procedimientos industriales

Condensación de los vapores de cinc en líquido en presencia de gases inertes

Se concibe fácilmente la dificultad que presenta recoger el cinc destilado en estado líquido por producir siempre este metal un polvo más o menos oxidado conocido bajo el nombre de polvo azul. Este efecto se atribuye a la oxidación, y a este efecto se han emitido mil diferentes hipótesis, más o menos acertadas. Otras



Condensador de cinc.

Corte transversal perpendicular a la retorta
(Longitud del condensador igual a la máxima longitud de la retorta)

a, tapa de la retorta; b, entrada al condensador; c, cubierta exterior; d, junta de arena; e, guarnición; f, f', diafragmas de vidrio hialido; g, salida al lavador; h, mechorero de gas para calentar la parte alta del condensador; i, guarnición refractaria; j, mampostería; k, materia aislante; l, salida; m, cubierta metálica; n, n', placas existentes encima de los diafragmas; s, llegada del agua; u, recorrido de los gases; z, baño de cinc fundido.

fuerzas químicas deben indudablemente intervenir; la presencia de metales extraños tiene igualmente influencia en el fenómeno.

No pueden echarse en olvido las fuerzas mecánicas, y en primer lugar las fuerzas atómicas y moleculares, que se traducen por una producción de calor.

La condensación es un fenómeno esencialmente complejo, pero lo que no puede variar es la temperatura a la cual es posible la condensación.

El problema de regular la temperatura de un condensador se resume en tres puntos:

- 1.º Recoger excesivo calor al principio de la operación;
- 2.º Conservar el calor durante el trabajo normal. El condensador debe ser todo lo mayor posible;
- 3.º Suministrar y dispersar el calor localmente como se desee.

Se ha ideado el condensador representado en la figura. El gas utilizado en el condensador será óxido de carbono casi puro; este gas arrastra el polvo azul, que puede ser recogido en el lavador, y el gas lavado se almacenará (por cada tonelada de cinc reducido

fórmase 392 kg. correspondientes a 310 metros cúbicos de Co). Para el lavaje, se propone un recipiente de plancha, constituyendo en la parte inferior 8 compartimientos con grifos; un recipiente superior vierte el agua en forma de lluvia en tres tubos verticales por los cuales llega el gas, que pasa en seguida por los tubos de menor diámetro existentes en la parte inferior. La disposición tiene por objeto evitar los torbellinos y corrientes opuestas del gas. Cada tubo puede estar tapado por un tapón de caucho y la comunicación a la retorta puede ser cerrada por un registro. El gas lavado es recogido en un gasómetro.

La soldadura autógena del níquel

El níquel es soldable, como el hierro y la mayor parte de los otros metales. Si se golpea con el martillo sobre un yunque caldeado dos piezas de níquel llevadas a la temperatura deseada, prodúcese una soldadura directa cuya estructura y propiedades físicas no difieren de las del metal primitivo.

Del mismo modo que en los procedimientos de soldadura usuales para el hierro, se saca partido de la propiedad que tiene el níquel de soldarse directamente, en la reparación de los lugares porosos en las planchas y otras piezas de níquel. Hasta ahora estas piezas debían desecharse y no tenían otro valor que el del metal viejo, lo que representaba una pérdida apreciable en razón del coste de fabricación que sobre dichas piezas pesaba ya.

La figura 1 muestra cómo estas partes porosas pueden ser mejoradas de un modo muy sencillo haciendo uso de la soldadura autógena.

El lugar poroso es limpiado de modo que en la parte interior no queden materias extrañas. Después

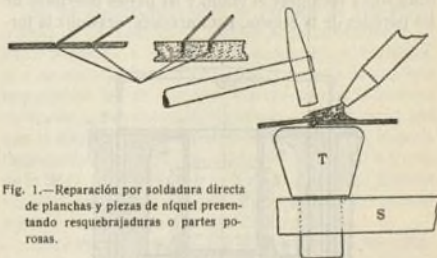


Fig. 1.—Reparación por soldadura directa de planchas y piezas de níquel presentando resquebrajaduras o partes porosas.

Fig. 2.—Soldadura de planchas de níquel puro.

T, yunque caldeado a 800° C. aproximadamente, sobre fuego de carbón vegetal; S, soporte.

de un caldeo conveniente de la plancha alrededor del punto que se trata de soldar, introdúcese en la abertura un alambre de níquel puro, que es fundido por el soplete, mientras se golpea moderadamente sobre la soldadura. Durante este trabajo la plancha debe apoyarse sobre un yunque caldeado previamente al rojo oscuro.

La figura 2 representa la operación de soldar piezas simples, como planchas por ejemplo. El yunque,

caldeado por cualquier medio, sirve de apoyo a la pieza que cae debajo.

Después de haber limado las piezas que han de unirse, se las caldea con el soplete y se las golpea con el martillo, obteniendo con este medio una soldadura perfecta.

En la soldadura de tubos de níquel se procede del mismo modo reemplazando el yunque por un mandril.

He aquí algunas precauciones que deben tenerse en cuenta para obtener buenos resultados:

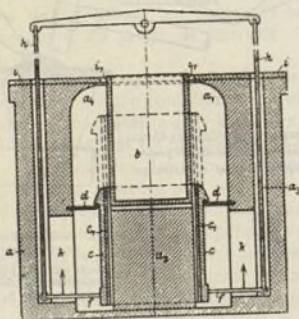
1.º El trabajo debe efectuarse sirviéndose de un martillo de mango largo, de peso 500 gramos aproximadamente, reposando las piezas sobre un yunque caldeado a 700-800° C.;

2.º Las superficies por soldar deben hallarse absolutamente desprovistas de grasa o aceite. El metal debe limpiarse;

3.º La acción del martillo no debe dar principio hasta que las piezas de níquel se hallen o alcancen el rojo blanco y cuando la temperatura del yunque no sea inferior a 700° C.

Horno de galvanización, sin la formación de costras de cinc

La formación de costras de cinc en los baños de galvanización es debida, de una parte, al sobrecaldeo del cinc fundido, y de otra a la presencia de una aleación resultante de la inmersión de objetos de hierro en el baño. De estas dos causas, la más frecuente y la que a la vez presenta mayores inconvenientes es el recaldo del cinc. Con los actuales hornos de galvanización el accidente es inevitable; cuando se sumerge un objeto en el cinc fundido, hay en los puntos de contacto un brusco enfriamiento; para evitarlo, se viene obligado a recalcar el fondo y las partes inferiores de las paredes de la retorta. Esta práctica ocasiona la for-



Horno de galvanización

mación de un 50 por 100 de desperdicios de cinc que, con el horno imaginado por el autor, puede reducirse a 3-8 por 100. Este horno está formado de una cámara de caldeo *a*, y de un emparrillado anular *d*. Debajo de este emparrillado se halla el cenicero, en el centro del cual existe un zócalo *e*, de hierro o mampostería. Sobre este zócalo reposa la torta de cinc *b*.

Un cilindro hueco *c* provisto de algunas aletas verticales *c*, rodea el zócalo *a*, a la vez que la parte inferior de la retorta. Puede levantarse hasta ocupar la posición indicada por el apuntillado, por medio de los brazos *f* que le rodean y los cables *h*. Los brazos *f* se desplazan en las hendiduras de la mampostería y terminan en la canal vertical *a*. Los cables *h* son fijados sobre una palanca que se ve claramente en la parte superior de la figura, sobre la cual se obra para hacer subir o bajar el cilindro hueco. Sobre el horno reposa una placa *i* con un hueco *i*, para el paso de la retorta. El cilindro hueco no tiene contacto con la retorta más que por las aletas; en su posición inferior, impide al fondo de la retorta de ser excesivamente caldeado. Maniobrando este cilindro hueco se tiene al alcance de la mano la posibilidad de caldear más o menos alto y de dirigir la llama hacia la parte en que el cinc se haya enfriado por consecuencia de la introducción del objeto por galvanizar.

Se puede de otra parte modificar la construcción de este horno de modo que no sea el cilindro hueco el que se mueva, sino la retorta misma; esta disposición, no obstante, es menos práctica para el trabajo del obrero encargado de manejar el horno. En tal caso se suprime el zócalo *a* e o bien se le hace solidario del brazo *f*, de modo que pueda descender dentro de un foso practicado debajo.

Una tercera disposición consiste en hacer el emparrillado *d* solidario del brazo *f*, y en tal caso es el emparrillado el que en caso necesario sube o baja. En los hornos caldeados por el gas este emparrillado es sustituido por tubos provistos de mecheros.

Procedimiento de impregnación y coloración de maderas y otras materias fibrosas

El procedimiento se refiere al tratamiento de la madera o de una materia fibrosa análoga susceptible de ser utilizada en la industria en numerosas aplicaciones por el hecho de no estar sujeta a las alteraciones que podrían resultar de las condiciones atmosféricas u otras; tiene a la vez por objeto la obtención de un color homogéneo y permanente en toda la masa de la madera o fibra. El dibujo figura 1 muestra, a título de ejemplo, una de las aplicaciones de tal materia, es decir, a la obtención de cojinetes y superficies anejos a los mismos, lubricándose ellos mismos y conservando su lubricante.

El invento tiene por objeto la fabricación de una madera por medio de un tratamiento tal que ésta conserve una superficie en estado perfectamente lubricado, prácticamente indestructible y desgastable, conservando sus propiedades lubricantes en todas las condiciones de empleo.

Tiene también por objeto la obtención de madera o fibra coloreada, absolutamente impermeable a la humedad y al color en toda su masa, impregnando completamente la madera o fibra y utilizando un colorante que simultáneamente mantenga las materias impregnantes.

No es nuevo ni mucho menos en la industria, tratar las maderas y fibras por un colorante, ni lo es tampoco impregnar estas materias en una medida más o

menos grande, de un compuesto que las lubrifique y las haga impermeables o bien incombustibles, todo y presentando un efecto de penetración más o menos pronunciado. La impregnación y tintura efectuadas hasta el presente no obraban más que sobre un cierto espesor de la materia. Por ejemplo, en la impregnación y tintura de la madera, la superficie y lo que podría llamarse una película de variable espesor, son las que sufren el tratamiento, pero si se secciona esta superficie véase que falta la homogeneidad lo mismo en las condiciones de la tintura que en las de la impregnación. Dedúcese de ello que en la aplicación de un tal método, las piezas por tratar deben ser de dimensiones determinadas y la impregnación sobre todas las partes del objeto es entonces uniforme hasta una cierta profundidad a partir de la superficie exterior.

Por el contrario, con el presente procedimiento búscase un resultado más amplio que la simple tintura o engrase superficial de la madera o fibra. La materia operada es penetrada uniforme y completamente por la sustancia impregnante, que se fija en la fibra, de modo que hay siempre engrase completo y eficaz sin que sea de temer que la materia impregnante pueda desprenderse en ninguna de las partes de la estructura.

Se impregna la materia completamente, en toda su masa, teniéndola al propio tiempo al grado deseado para el uso a que sea destinada. En la realización del procedimiento, utilízase, como primera materia operada, madera o materia fibrosa análoga que debe hallarse sustancialmente en estado seco para dar los resultados mejores y más rápidos. La madera convenientemente secada al aire o en estufa, es tratada por una combinación de ceras de diversa naturaleza, de origen mineral, vegetal o animal, con todos los productos derivados de los aceites volátiles u obtenidos por oxidación de hidrocarburos, como las resinas y ácido estearico o sus éteres o glicerinas o estearina que se encuentra en el comercio bajo el nombre de ácido estearico. Estas materias son utilizadas con colorantes apropiados, preferentemente los solubles en los aceites, por ejemplo un colorante a base de indulina hecho soluble con la estearina u oleína.

Excelentes resultados han sido obtenidos mezclando una cierta cantidad de cera de carnauba con parafina, resina y una materia colorante.

Los ingredientes varían algo con el tratamiento por obtener, pero en todos los casos las ceras y las resinas representan el papel de vehículo para impregnar completamente la materia con la sustancia colorante y, combinados como se dirá, obran como fijadores para retener la materia colorante, de modo que la materia tratada conserva una cantidad definida constante de materias impregnantes y de colorante.

Diversos efectos artísticos pueden obtenerse en el tratamiento de la madera y de la fibra utilizando diversos colorantes que produzcan efectos de maderas ricas, ébano, caoba, nogal, sicomoro, laurel, etc., y una vez operada la madera, puede ser pulimentada sin otra operación de tintura. Además, este tratamiento ofrece la gran ventaja de denunciar todas las imperfecciones de la materia por tratar. Así, por ejemplo, cuando la madera es de textura imperfecta y presenta defectos de grano apretado y otros, el colorante denuncia inmediatamente el hecho de no haber sido la madera impreg-

nada convenientemente, ofreciendo a la vista ligeras estrías.

Es posible determinar antes de la utilización del producto terminado si la pieza de madera es perfecta y puede aplicarse a los trabajos artísticos, como obtención de chapas, etc. En la realización del procedimiento utilízase los ingredientes siguientes:

Hidrocarburo saturado de la serie $C^n H^{2n+2}$, bajo forma sólida, por ejemplo la parafina de punto de fusión comprendido entre 40° y 60° C. y punto de ebullición 120° C. o más;

Una cera animal, mineral o vegetal, preferentemente la cera de carnauba;

Un hidrocarburo oxidado de punto de fusión poco elevado, por ejemplo la resina;

Ácido estearico;

Materias colorantes, preferentemente solubles en el aceite y en el disolvente utilizado para la saturación.

Estos ingredientes son mezclados en proporciones variadas, habiéndose obtenido excelentes resultados por medio de una mezcla constituida como sigue:

Parafina.	100	kgs.
Cera de carnauba.	20	—
Resina.	20	—
Colorante.	3'52	—

empleando en ciertos casos una proporción relativamente débil en peso de ácido estearico.

Estos ingredientes son reducidos sometiéndolos al calor en un recipiente adecuado, hasta que alcancen el punto de ebullición. Hácese entonces hervir la materia por tratar en la mezcla obtenida hasta que su densidad haya sido llevada a un valor suficiente para que descienda al fondo de la caldera, que es la mejor indicación de que la materia se halla completamente impregnada.

Se ha comprobado que la madera de este modo tratada no se modifica de manera apreciable cuando se halla sometida a condiciones atmosféricas variables, que no absorbe humedad y que la materia de que está impregnada no se evapora. Parece ser que la materia colorante y la materia impregnante se combina la una con la otra en la fibra de la madera y que la materia impregnante arrastra completamente el color a través de la fibra, de suerte que la madera puede ser cortada en todos sentidos y muestra siempre un color uniforme a la vez que una impregnación completa.

La proporción de los ingredientes puede ser variada y hacer sustituciones sin separarnos del principio del procedimiento.

Las figuras que insertamos representan como ejemplo, para demostrar la eficacia del procedimiento, un producto establecido bajo forma de cojinetes en fibra de madera. Estos dibujos ponen de relieve las ventajas de la aplicación de este procedimiento para obtener materias para los cojinetes antifricción de auto-engrase.

La figura 1 muestra un bloque de madera de textura defectuosa, cuyos defectos fueron denunciados por el tratamiento.

La figura 2 un bloque de madera de perfecta textura después del tratamiento.

La figura 3 representa en corte un cojinete de madera imperfectamente tratada.

La figura 4 es una vista análoga de un cojinete convenientemente ejecutado.

Para fabricar los cojinetes, utilízase un bloque conveniente de madera bien seca o de fibra análoga y se le somete al tratamiento en una masa hirviente de hidrocarburo saturado, como parafina, cera y de un hidrocarburo oxidado teniendo un débil punto de fusión, por ejemplo la resina, infundiendo en esta mezcla un



Fig. 1.

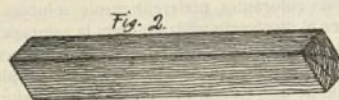


Fig. 2.

pigmento o color de preferencia soluble en el aceite, es decir, un pigmento a base de indulina hecho insoluble con estearina y oleína. En ciertos casos utilízase también ácido esteárico en el baño.

Hácese hervir la madera o fibra en este baño hasta que su densidad sea tal que descienda al fondo del recipiente, que es la mejor indicación de que la operación ha terminado.

Es ventajoso someter la materia por tratar en un baño en el que el pigmento es uno de los elementos de constitución.

La figura 1 muestra un bloque de madera o fibra análoga *a*, presentando bandas *b* de variadas proporciones extendiéndose sobre la superficie o a través de la madera. Estas bandas son debidas al «grano apretado» o «grano de savia» que ordinariamente no aparecen en la materia y no serían, pues, denunciados por los procedimientos actuales de utilización.

Cuando se somete un bloque semejante al trata-

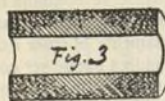


Fig. 3.

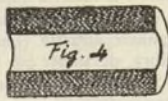


Fig. 4.

miento, las estrías indicadas por la letra *b* resaltan en colores claros. Las materias impregnantes no penetran en estas partes, y como son las que conducen el colorante, estas partes no se tiñen y muestran fácilmente si el bloque de madera puede o no ser utilizado.

La figura 2 muestra un bloque de madera o fibra análoga *c* sin defectos, que es perfectamente aplicable a la fabricación de cojinetes, lanzaderas u otros objetos en los que se persiga la uniformidad, densidad y lubricación de la madera.

En los cojinetes descritos hay una lubricación homogénea y permanente de la materia, aparentemente debida a la fijación del colorante por las materias impregnantes.

La figura 3 muestra la distribución irregular del

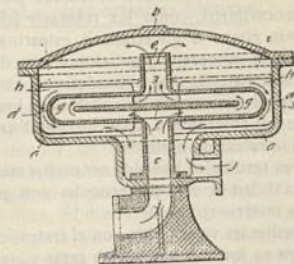
lubrificante. Esta figura es un corte de un cojinete recto tratado simplemente por un aceite impregnante. Se ve que el aceite se ha eliminado en las partes centrales *e* y que hay exceso de lubricación en las extremidades *e'* y *e''*. Se ha podido comprobar que prácticamente todos los cojinetes de madera tratados por un lubricante por los procedimientos conocidos hasta el día comportábanse de este modo. De hecho, el aceite o grasa de la materia impregnante se escapa por ebullición hacia las extremidades *e'* y *e''*, dejando el centro completamente seco.

La figura 4 muestra en corte un cojinete *f* tratado por el procedimiento objeto de las presentes líneas, el que ofrece una saturación homogénea y completa de la materia por el lubricante fijado al pigmento, de tal modo que no hay eliminación alguna de colorante en ningún punto. Además, puede ser tratado como una pieza metálica homogénea y una vez ajustado y terminado queda perfectamente equilibrado.

Se ve por lo que precede que los cojinetes engrasándose por sí mismos obtenidos de este modo pueden construirse de forma y equilibrio perfectos y que no existe pérdida resultante de la utilización de materias de textura defectuosa, como muestra la figura 1.

Dispositivo para la purificación de los gases producidos por electrolisis por medio de un agente catalítico

El aparato comprende un recalentador constituido por un disco *f* rodeado por una cámara interna *d* en forma de cápsula. Los gases penetran por el tubo *c*,



Dispositivo para la purificación de los gases

circulan a través de la cámara *d*, en la cual el disco *f* forma ratonera, salen por el tubo *e*, se pone en contacto con la materia purificante dispuesta sobre los platillos *h* y salen del aparato por el tubo *j*.

Cola de almidón

Se prepara con 12 á 15 kilogramos de agua por 1 kilog. de almidón, operando del modo siguiente: triturar el almidón en un poco de agua fría para obtener una pasta densa exenta de grumos. Dejar caer sobre esta masa, removiendo sin cesar, un chorro delgado de agua hirviente hasta obtener una mezcla transparente.

La Industria española y la guerra en Europa

Hoy que, desgraciadamente, la guerra se enseñorea de los centros productores más potentes del universo; hoy que, felizmente debido a sus especiales condiciones geográficas, puede España permanecer aislada de la lucha, es ocasión de hacer un balance de lo que somos y de lo que podríamos ser si aprovecharíamos la ocasión que se nos presenta para recuperar nuestra dignidad nacional puesta en tela de juicio por alguna de estas naciones que tan triste espectáculo dan ante el mundo civilizado.

Desangrada España por las continuas guerras que durante el pasado siglo enrojecieron su suelo; no interesada en el pleito que se ventila en estos momentos trágicos sobre quien poseerá la hegemonía mundial, la única situación verdaderamente digna que nos convenía adoptar consistía en conservar la más estricta neutralidad, y en esta ocasión se ha puesto en práctica la famosa frase de Joaquín Costa: «*que precisaba cerrar con siete candados el sepulcro del Cid*».

No sólo debemos estar alejados de la contienda, sino que nuestros esfuerzos han de encaminarse a obtener el mayor partido posible, en aras del bien pátrio, fomentando la agricultura—base de todo bienestar nacional—y la industria, que es lo que da idea del grado de cultura de una nación.

La agricultura, que en la mayor parte de los países ha constituido una de las principales preocupaciones, y que fué considerada por Bismark como la fundamental para el completo desarrollo de Alemania, hay que reconocer que en España está en estado rudimentario. Si descartamos las soberbias vegas de Valencia, Granada y Murcia, las tres cuartas partes del país son improductivas.

Esas grandes superficies de terreno en manos de contados propietarios, esos latifundios tan renombrados destinados a cotos de caza, son una de las principales calamidades que nos azotan, pues abandonadas feraces regiones, se ven obligados los campesinos al cultivo de otras menos fértiles en que las condiciones de vida son difíciles en alto grado.

Como consecuencia de ello reina la más espantosa miseria en la inmensa mayoría de la gente del campo y entre los agricultores en general, que a duras penas pueden sobrellevar las cargas que sobre ellos pesan. Muchos se han visto obligados a emigrar a otros países, los cuales se han hecho grandes y prósperos con la ayuda de los brazos que tanta falta aquí hacen. Los que no han emigrado arrastran una vida por demás precaria; no tienen ni siquiera medios de procurar la más rudimentaria instrucción para sus hijos, a los cuales las necesidades de la vida les obligan a dedicarlos, desde su más tierna edad, a las rudas tareas del campo. Otra de las plagas que arruinan al agricultor es la usura, tan extendida por desgracia en las comarcas pobres. Pero con ser tan manifiestas las causas expuestas, la más abominable es el abandono intelectual a que se les tiene sujetos. Los propietarios de estos terrenos, los magnates o los caciques que dominan en la región,

sólo se acuerdan de esos hombres para solicitarles, y en último término exigirles, su sufragio en épocas electorales, a lo que acceden sin darse cuenta que muchas veces, inconscientemente, son causa ellos mismos de su ruina.

Amantes de nuestra Patria, ansiamos su engrandecimiento; por ello cuando vemos que políticos de todas las opiniones y de todos los matices, desde el rojo al blanco, alardean constantemente de su amor a España; cuando vemos que, desde remotos tiempos, dedicados exclusivamente a sus luchas políticas y personales, han olvidado por completo que su misión no consiste en hacer derroches de elocuencia y de palabras huecas, sino en preocuparse de algo útil y beneficioso para el país; cuando vemos que los momentos culminantes en que su actuación podría ser determinante de una perfecta orientación olvidan sus deberes, el desaliento se apodera de nosotros y pensamos si realmente la regeneración de España es una utopía.

Sin embargo, no es así, pues sobran medios para salvar el escollo en que naufragan las mejores iniciativas. La laboriosidad e inteligencia existen en nuestro país; sólo falta que, aunados nuestros esfuerzos, anulemos de una vez a esos políticos que tantas pruebas han dado de su ineptitud; que exijamos se destruya esta tradicional incultura de la gente campesina y que se les inculque la idea de que de ellos depende, en gran parte, la prosperidad de la patria.

Destruir la incultura nacional parece un sueño, y sin embargo es uno de los problemas más precisos para el resurgimiento de España. Hay que demostrarles que si alguna nación es grande y potente, es porque su agricultura es rica; hay que hacerles olvidar los re-sabios antiguos y enseñarles que con las modernas prácticas de cultivo la producción es mayor en cantidad y mejor en calidad. Logrado esto, mediante el establecimiento de verdaderas escuelas agronómicas provistas de sus campos de experimentación, los resultados no tardarían en producir sus efectos. Entonces, percatados de que la ciencia les es verdaderamente útil, desearían una mayor ilustración, desaparecería el analfabetismo y, rechazando la tutela política, exigirían de sus representantes en las Cortes que en vez de asistir solamente (como ahora ocurre) a los debates políticos, concurrirían a la discusión de los proyectos útiles a la patria, estudiarían con detenimiento los presupuestos anuales, base de los impuestos que agobian al país, y tomarían la iniciativa para implantar leyes protectoras para la industria en general. Entonces podrían también exigir que en vez de estos miles de millones que se invierten en armamentos navales y terrestres—que cuando una nación está decayida y pobre de nada le sirven—, fuesen destinados (sin esos expedientes y trámites que en nuestro país no tienen fin) a la construcción eficaz y rápida de caminos vecinales, carreteras y vías férreas que enlazasen esas regiones que hoy se ven aisladas e imposibilitadas de transportar sus productos a los centros de consumo. Con la creación de pantanos que

recogieran las lluvias invernales y la canalización de los principales ríos se lograría que casi todo el terreno de España fuera cultural y tanto o más productivo, debido a sus especiales condiciones, como el mejor de Europa.

La base principal de la riqueza de nuestro suelo consiste en anular la incultura atávica de la gente del campo e inculcarles el lema belga: «L'union fait la force» a fin de que, agrupando sus energías, fuese una realidad la realización de las obras antes expuestas e imitando por un momento, no a las potencias europeas, que el europeísmo será en breve sinónimo de barbarie y brutal desenfreno, sino a la antigua raza árabe que dominó nuestro suelo, y ante su mágico recuerdo, acabásemos de construir por toda España lo que aquéllos edificaron en las feraces vegas de Murcia y Granada; evitando finalmente la constante vergüenza de que comarcas enteras vean perdidas sus cosechas por pertinaz sequía y a dos pasos de las mismas circulen las aguas de caudaloso río o plácido arroyuelo. No debemos olvidar que si la ejecución de estos proyectos tiene que ser en gran parte obra del Estado, la iniciativa de los mismos corresponde por completo al pueblo, pues cuando éste quiere algo, si realmente es justo y necesario, se impone a los mismos gobernantes.

Conseguido lo que llevamos expuesto referente a la agricultura, no dudamos que sus prósperos resultados levantarían el espíritu del país y que en plazo no lejano sería convertida la España de hoy, tan mísera y pobre, en una nación rica y feliz y se evitaría el cruel azote de la emigración que nos aniquila. Esta emigración continúa la comparamos con una guerra constante en que los beligerantes son y han sido los gobiernos españoles de una parte y los braceros de otra. No se usan armas mortíferas, no se derrama sangre, no se lucha; sólo hay de una parte la inercia y de otra la miseria. Vencida ésta y no pudiendo soportar la vida en su patria se pasa al enemigo, y con sus brazos y su inteligencia ayuda a los que son o serán nuestros competidores en el comercio y en la industria.

Hemos señalado como principales responsables del atraso en que vivimos a los políticos y a los gobiernos españoles. Pero debemos confesar sinceramente que la causa fundamental está en el pueblo que ahora y siempre concede sus sufragios sin conocer la aptitud del candidato. Muchas veces por compromisos, otras deslumbrados por palabras de relumbrón de algunos vividores, y las más por no perder el sustento con que se ven amenazados, dan su voto a hombres que no reúnen las condiciones para que son destinados, sin contar a los que sólo procuran medrar a costa de la nación.

Al indicar, a nuestro juicio, lo que es base del mal-estar actual, nos vemos obligados a dar sobre este asunto un consejo práctico. Consiste en que el pueblo tenga, y si no lo tiene se esfuerce en tenerlo, un criterio propio; que conozca la situación del país; que estudie las causas de nuestro atraso intelectual y de nuestra decadencia industrial. Entonces, y sólo entonces, podrá conceder su sufragio al hombre que a su juicio reúna aptitudes para ser útil al país. Puede ocurrir y ocurrirá al principio que vea defraudadas sus esperanzas y que sea sorprendida su buena fe. Para evitar o prevenir se repita el abuso daremos una solución: constitúyase en cada pueblo una comisión destinada anualmente a estudiar la labor del candidato elegido; reúnanse

antes de nuevas elecciones un miembro de cada una de estas comisiones en la ciudad cabeza del distrito y allí, sin apasionamientos, examínese la labor de su representante en las Cortes. Si ha cumplido con su deber, hay que demostrarle nuestra satisfacción; si sólo ha procurado su medro personal o su enaltecimiento político, estamos obligados a formular una protesta en la que conste sus defectos, sus abusos o su ineptitud e imprimirla y repartirla por todos los pueblos de la comarca. Sólo de este modo, y con perseverancia, podría-se, al cabo de pocos años, reunir en las Cámaras hombres útiles al país.

La segunda rama que podría salir altamente beneficiada de la guerra europea es la industria nacional, y sin embargo, con pena en el alma y amargura en el corazón vamos presenciando el cierre de fábricas y talleres y cómo entra la miseria en gran número de hogares.

La producción española hemos de confesar que está en mantillas y subordinada a la industria extranjera, en forma tal, que sin ella la vida comercial aquí es imposible.

Rápida ojeada, sin distinción de regiones ni comarcas, nos da la convicción de que somos esclavos de la tutela de otros países y es suficiente la presencia del actual estado anormal para que tengan de paralizarse gran número de industrias por falta de primeras materias como si España no estuviera en condiciones de producir las.

La industria algodonera, en todas sus manifestaciones, está en crisis: ¿es que los países productores y consumidores están en guerra? Nada de eso: sólo que verificando sus compras y ventas por conducto de las naciones combatientes, los fabricantes e industriales españoles se hallan desorientados y no saben cómo suplir las facilidades mercantiles que les daban los especuladores extranjeros. Lo que principalmente falta es dinero para las compras de algodón en Norte América y agentes directos para la venta, pues siendo el consumo el mismo, sería de gran utilidad acaparar estos mercados sudamericanos que hoy se ven imposibilitados de surtir de nuestros competidores.

La carestía de algodón tiene por causa fundamental la falta de cultivos algodoneros nacionales, que nos obliga a aprovisionarnos en los centros de especulación de América e Inglaterra, como si las feraces comarcas del Sur de España, Canarias y las posesiones del Golfo de Guinea, no fuesen aptas para producir, en calidad y cantidad suficiente para nuestro consumo, esta preciosa fibra que es la base del ramo de la industria textil. La incultura y la falta de medios materiales es la causa de que no se haya logrado aclimatar este cultivo, que si rico cuando está en plena producción, no rinde producto alguno durante los años que precisan para alcanzarla.

Aparte de la inferioridad de la industria nacional con la extranjera a causa del aprovisionamiento de las materias primas, hay otra de orden interno y de más difícil solución: es la de *ventas* y de *crédito*. Hasta hoy la mayor parte de la exportación se verificaba por agentes que, domiciliados la mayoría de ellos en el extranjero, servían de enlace entre el productor y el consumidor, encadenamiento indispensable y que

actualmente la guerra ha troncado de golpe. ¿Es qué este eslabón mercantil no puede suplirse? En parte sí y de otra nó, porque dada la manera de ser del industrial español es preciso haya quien se preocupe de las ventas y se haga responsable de los cobros, y aún más, que les abone el importe de sus mercancías antes de que el consumidor lo haya efectuado. El plazo adoptado por el comercio sudamericano de pago a 4 y 6 meses no pueden concederle la mayoría de los productores, por la negativa rotunda de nuestros Bancos de aceptar documentos al descuento.

La crisis actual, más que de orden externo, es completamente interna; la falta de capital en los industriales, la restricción del crédito y el espíritu rentista de nuestra clase media que confía sus capitales al papel del Estado en vez de destinarlo al desarrollo de la Industria, son los factores principales que han creado la anormalidad en la vida comercial presente.

Si se aprovechara esta época, una de las pocas que España ha tenido para lograr su hegemonía interna, podríamos recoger todas las ventajas. Poco hay que hacer; basta para ello tener voluntad de hacerlo. Los grandes terratenientes, introduciendo en sus fincas el cultivo de las primeras materias necesarias para la industria, entre ellas el algodón y procurar arrancar del Estado la concesión del libre cultivo del tabaco que tanto enriquecería algunas regiones. En cuanto a los trabajadores del campo, amoldarse a las nuevas necesidades de los modernos cultivos ya que de ello depende la vida nacional; por parte de todos aglomerar nuestros pequeños capitales, insignificantes aisladamente, grandes en conjunto, y aboliendo de una vez el individualismo, fundar con los actuales pequeños talleres, de vida lánguida, grandes centros de producción que per-

mitan trabajar en las mejores condiciones; fundar, si es necesario, verdaderos Bancos que, destinados exclusivamente al fomento de la industria y del comercio español, extiendan sus sucursales a los países de consumo. Así se ha hecho grande Alemania; así, y sólo así ha logrado, apenas en medio siglo, extender su comercio por todo el mundo: lo hecho por ésta, ¿no podemos intentar hacerlo nosotros?

Pasando a otro orden de ideas, es preciso que no despreciemos la ciencia; que oigamos con amor a estos seres que se pasan días y años absorbidos por una idea, resolviendo un problema; sería muy útil atender a los inventores que estudian la implantación de industrias nuevas que libren de la tutela extranjera al consumo nacional; ellos han hecho grandes a Francia, Inglaterra, Norte-América y Alemania y fueron el punto de partida para alcanzar la importancia industrial que hoy día se les reconoce; es hora de que hagamos algo por ellos, que les prestemos ayuda; que no vean en el resto de sus conciudadanos un obstáculo a sus aspiraciones, sino al contrario, que en sus horas de insomnio creador puedan alentar la esperanza de que una vez afeitados sus estudios y proyectos por personas capaces y ajenas a intereses mezquinos, encontrarán las facilidades indispensables para llevarlos a la práctica.

Logrado el apoyo para la ciencia inventiva moderna; sobreponiendo el Presupuesto de Obras Públicas a todos los otros gastos (la mayoría inútiles) de la nación y dando las facilidades imprescindibles para el desarrollo de la Industria en general, en plazo no muy lejano España estaría al nivel de los países industriales más importantes del mundo.

F. FELIU.

La máquina voladora como punto de apoyo mecánico⁽¹⁾

RESISTENCIA TOTAL.—La figura 25 representa gráficamente el principio en que se ha basado el proyectista; la línea horizontal *aa* representa un plano de sustentación cuyo coeficiente de resistencia es de 7 por ciento. La curva 2 representa (según *aa* como línea de base) el coeficiente adicional debido a la resistencia del cuerpo en el supuesto de una máquina de 1,200 libras de peso en la que la resistencia del cuerpo tiene el área de 2 pies cuadrados equivalente del plano normal; la curva 3 representa de modo semejante la resistencia del cuerpo adicionado sobre una base de 3 pies cuadrados; líneas 4 y 5, 7 y 10, representan 4, 5, 7 y 10 pies cuadrados respectivamente; curva 5, tomada empíricamente representa la práctica mejor en el presente. Es evidente que, en tanto que las velocidades de vuelo se han limitado a 40 millas por hora o menos, como ha sido el caso hasta hace pocos años, la resistencia del cuerpo permanecía como una cuestión de mínima importancia; de hecho, en la máquina Wright y en otras distintas máquinas de aquellos días, el piloto se colocaba con una perfecta exposición y poco o ningún intento se hizo para disminuir la resistencia, mien-

tras que con velocidades de 80 millas por hora, la resistencia del cuerpo deseada, si no se toma gran cuidado en el proyecto, excederá considerablemente la propia resistencia de vuelo. La figura 22 no representa la resistencia de una máquina dada, volando a diferentes velocidades, sino más bien la resistencia de una serie de máquinas de peso dado, cada una proyectada para menor resistencia en su propia velocidad particular y con resistencia de cuerpo equivalente al aérea indicada.

Con referencia a la figura 25 se habrá visto que el coeficiente de tracción total en el caso de la curva 5 a 80 millas por hora, es empíricamente del 15 por ciento siendo por consecuencia el ángulo de deslizamiento 1 a 6,7; éste es ligeramente superior a las mejores cifras efectivas obtenidas en las pruebas militares de 1912. La más alta velocidad en las pruebas militares no alcanzó a 70 millas por hora, de suerte que, sobre la base dada, el ángulo de deslizamiento debería de haber sido superior que el establecido; no se ha hecho ninguna concesión al arrastre del propulsor y es posible que la diferencia se deba a este factor.

La cuestión de resistencia del cuerpo ha sido en ocasiones asunto de cuidadoso estudio con el apoyo

(1) Véase páginas 290 a 301.

de la «Royal Aircraft Factory» y sabemos que en algunos de los más recientes modelos el área del plano normal equivalente se ha reducido considerablemente. Si tomamos un coeficiente para el plano de sustentación de 7 por ciento y una curva que represente 3 pies cuadrados para el plano normal equivalente, hallamos

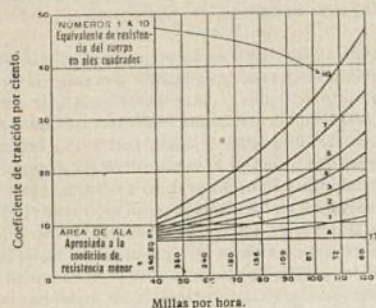


Fig. 25.

que a 80 millas por hora el ángulo de deslizamiento, o el coeficiente de resistencia será aproximadamente 12 por ciento, o a 60 millas por hora 10 por ciento. Creemos que esta cifra no ha sido todavía efectivamente alcanzada.

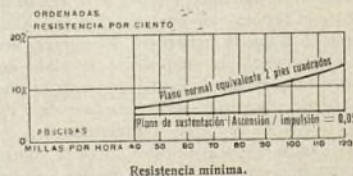
Si nosotros, ahora, a la luz de los presentes datos, tratamos de ver en el futuro, parece probable que la limitación del ángulo de marcha o más bien el mínimo coeficiente total de resistencia aun sería materialmente menor de 1 por 10; así, si es posible, a pesar de las dificultades de estructura, obtener resultados iguales en una máquina verdadera a los obtenidos en las pruebas de los modelos reducidos sobre la columna de aire—especialmente, un coeficiente de resistencia para el plano de sustentación aproximado a 5 por ciento—y si el área equivalente del cuerpo, para una máquina de 1,200 libras, peso bruto, se redujera eventualmente a 2 pies cuadrados, resultaría muy a los alcances de un coeficiente total de resistencia tan bajo como 8 por ciento; si los sacrificios necesarios para obtener en la práctica semejantes resultados, están justificados, solo el porvenir lo decidirá. La solución de todo problema de ingeniería es siempre en el mismo grado un asunto de compromiso y sería temerario sugerir que en el caso de la máquina voladora no existen consideraciones de suficiente importancia para presentar como imprudente el traspasar el 1 por ciento último, reducción en esfuerzo de tracción. En la figura 26 se da un gráfico representando sobre esta base el coeficiente de resistencia. El coeficiente de tracción del aeroplano está apreciado en 5 por ciento, como antes, el peso de la máquina se considera de 1,200 libras y el total atribuido de 8 por ciento corresponde a una velocidad de vuelo de cerca de 80 millas por hora.

Antes de terminar sobre esta cuestión de resistencia necesitamos saber algo relativo a la inclinación o grado de la pendiente de ascensión o potencia ascensional necesaria. Una máquina capaz solo de vuelo horizontal es evidentemente inservible. Es bien sabido asimismo, que una máquina, con un grado de ascensión insuficiente es intrínsecamente peligrosa; no solo se ve obligada a permanecer largo tiempo a poca altu-

ra, donde cualquier racha de aire la puede conducir al desastre, sino que en un temporal, azotado el aparato en todos los sentidos, por el viento, un piloto se encontraría completamente incapaz de ganar altitud si este margen inicial de potencia era insuficiente.

La proporción de subida de que se ha de dotar en cada caso a los aparatos depende muy particularmente del servicio que haya de prestar la máquina. Para las necesidades ordinarias del aeronauta cuyos deseos son verificar vuelos a través de los países en condiciones de buen tiempo, un margen de potencia representado hasta un grado de 5 o de 6 por ciento parece ser suficiente; para servicios militares o navales son casos en los que todo depende de la rapidez con que la máquina haya de alcanzar altura. Respecto a este punto lo mejor que podemos hacer es citar la explicaciones dadas por el superintendente de la «Royal Aircraft Factory» para dos tipos de máquina especialmente el aeroplano de reconocimiento RE1 y el aeroplano de ametralladora FE3. Para el primero de éstos la proporción de subida pedida es de 600 pies por minuto, o tomando la velocidad de vuelo normal de 70 millas por hora (la descripción da el máximo de 78 millas y el mínimo de 48 por hora) tenemos una inclinación de subida del 10 por ciento aproximadamente. Para la máquina ametralladora la velocidad es de 75 millas por hora y la proporción de subida 350 pies por minuto, que expresado como inclinación ascensional, es una insignificancia, inferior a 5,5 por ciento. Evidentemente una máquina portadora de un arma de cierta clase y de una provisión adecuada de municiones y acaso unos cuantos pies cuadrados de plancha de blindaje, necesita sacrificar algún tanto la cuestión de la potencia ascensional.

Existe una buena razón para suponer que si se exigen mayores velocidades que las alcanzadas hasta el presente, podrá lograrse en el porvenir; esto dependerá en gran parte de nuestra habilidad en construir las más pesadas y más grandes. Con relación a las figuras 25 y 26 se observará que aumentando las velocidades de vuelo, la cuestión de resistencia del cuerpo se convierte en un factor desproporcionado; es manifiestamente imposible en una máquina de dimensiones dadas, reducir el área del plano normal equivalente más allá de cierto punto, pero es evidente que aumentando el peso y potencia de la máquina el efecto



Anticipando el límite de posibilidad.

Fig. 26.

de las resistencias de cuerpo semejante se volverá menos importante, puesto que un aumento en potencia y peso no requiere, proporcionalmente, un aumento serio en las dimensiones de los miembros a que es debida la resistencia del cuerpo. También puesto que el cuadrado del producto de l y V varía directamente como el peso (donde l representa la dimensión líneas

del plano de sustentación) el valor de ϵ es también una función del peso y disminuye ligeramente como el peso aumenta.

PROPULSIÓN.—Estamos ahora en situación de poder estudiar la cuestión de la propulsión. Si apelamos a la experiencia o a la teoría se hará manifiesto que el único método de propulsión útil es la hélice. El problema de la propulsión, sea aeronáutica o submarina, es esencialmente el mismo; las leyes de semejanza dinámica, con ciertas restricciones, son estrictamente aplicables. Hablando en términos genéricos, las condiciones de empleo de los propulsores en el agua y en el aire, pueden ser comparadas simplemente conociendo las densidades relativas de los dos medios (aproximadamente 800 a 1). Las leyes de semejanza dinámica indican que esta relación no es exacta, pero cualquier refinamiento de la teoría sobre este motivo es de importancia más bien académica que práctica. Separadamente de los puntos claros de este aspecto, existe una limitación

que convierte a los propulsores aéreo y marino en no estrictamente comparables. Esta limitación es debida a la aparición del fenómeno conocido en la ingeniería naval por *cavitación*. La ley de la relación de la presión a la velocidad para la menor resistencia se aplica a la paleta de la hélice precisamente lo mismo que sucede con el plano de sustentación del aeroplano, de suerte que si un propulsor está proyectado para menos resistencia, la presión por pie cuadrado en cualquier punto de la pala deberá resistir su relación constante al cuadrado de la velocidad de la paleta por el fluido en aquel punto. En el caso del propulsor marino estos resultados han alcanzado cierta velocidad (20 ó 25 nudos marinos aproximadamente) en que la de las extremidades de las paletas es igual que la presión negativa (sobre el dorso de la pala) basada en la ley de resistencia menor es mayor que la presión hidrostática absoluta. Bajo estas condiciones se forma un vacío en la vecindad del extremo de la pala y el sistema de flujo disminuye; esta es la condición de cavitación incipiente y como la velocidad aumenta progresivamente, el vacío invade más y más el área de la pala, hasta convertirse en ineficaz la mayor parte de ella. Desde la velocidad crítica hacia arriba el proyecto del propulsor marino se convierte en un compromiso. El extremo de la pala se proyecta primero más ancho para evitar el desarrollo de preveces suficientes para que se inicie la cavitación, y entonces, adecuado al rozamiento adicional de la superficie de este modo comprendido, se hallará deseable adoptar una relación del paso al diámetro más alto para prevenir que los extremos corten el agua con velocidad excesiva. Eventualmente el propulsor para pequeñas em-

barcaciones de gran velocidad se convierte en uno de paso extremadamente tosco, con palas de forma corta o semejante a la de una concha o platillo. Ningún efecto semejante a la cavitación se experimenta en el propulsor aeronáutico. Si necesitáramos dar a un propulsor de palas velocidades aproximadas a la del sonido podríamos hallar analogías debido a la alta rarefacción del aire, pero al presente el proyectista aeronáutico no necesita conocer ninguna cuestión de cavitación.

Con frecuencia se dice que la teoría de la hélice es completamente empírica e insuficiente; no es esta nuestra opinión. La teoría de la hélice, basada en la del plano de sustentación aérea, como la hemos expuesto en nuestra «Aerodinámica», satisface completamente las necesidades del proyectista aeronáutico. De acuerdo con esta teoría, la pala propulsora se considera y se trata como un plano de sustentación; su razón P/V^2 en cada punto de la pala se fija por la misma ley que se ha dado para el plano; en este orden el ángulo de deslizamiento de la pala propulsora es constante conforme

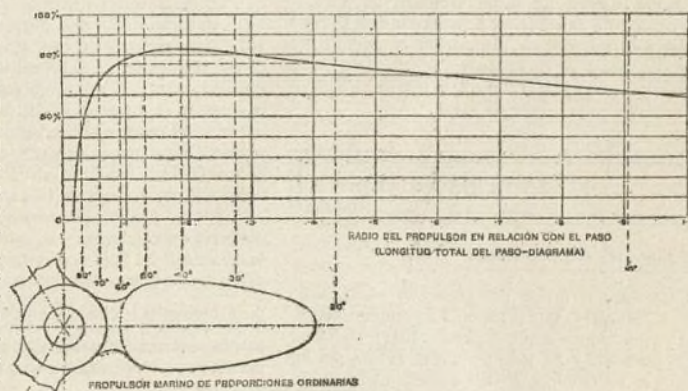


Fig. 27.

a la raíz de la extremidad. La sección de la pala se proyecta en cada punto como un plano de sustentación en que la superficie helicoidal verdadera corresponde al plano horizontal en vuelo. Bajo estas circunstancias, hemos demostrado en nuestra obra que cada punto de la pala de propulsión tiene en sí mismo eficacia propia y está representada por una curva como la trazada en la figura 27, que corresponde a un ángulo de deslizamiento de 6 grados o aproximadamente 10 por ciento. Dentro de estas condiciones se observará que la zona de eficacia máxima es más de 81 por ciento. Desgraciadamente no podemos emplear solo la zona de eficiencia máxima; necesitamos emplear la pala de longitud considerable y por consecuencia algunas partes de la pala tienen una eficacia inferior a la máxima. Si consideramos un propulsor de proporciones corrientes cuyo peso es 0,25 veces el diámetro, que será semejante a la pala representada en la figura 27, veremos que la ingeniería naval se inclina a emplear una parte de la pala con una eficacia menor que el 92 por ciento aproximadamente, del máximo, que es decir, la eficacia de diferentes puntos de la pala varía de 77,5 a 81 por ciento, o teóricamente, el límite de eficacia de un propulsor semejante debería oscilar alrededor del 77 por

ciento. Por desgracia, un propulsor «al serlo» no puede componerse solo de palas, necesita un cubo y una unión entre el cubo y las palas y al impulsar estas partes inútiles funcionalmente, por el agua, es inevitable, además, una pérdida considerable. Probablemente a esta razón es debido que la real eficacia de un propulsor marino raramente excede del 70 por ciento. En nuestra mencionada obra damos un proyecto de un propulsor aéreo basado en la teoría anterior, en que se ha hecho un cálculo muy prudencial del ángulo de deslizamiento. Si en el punto de vista del presente estudio suponemos las palas del propulsor de una proporción de figura correspondiente a la de nuestro modelo de 1894, el ángulo de deslizamiento o coeficiente de resistencia será aproximadamente de 5 ó 6 por ciento, y podremos anticipar un límite teórico a la eficacia del propulsor de 88 ó 90 por ciento. Tenemos, pues, aquí, como en el propulsor marino, que proveer un cubo y brazos, necesitando tener en cuenta el hecho de que la práctica no recompensa el tomar el diámetro completo que indica la teoría (es mejor sacrificar un poco el tanto por ciento de eficacia y economizar peso). Todo considerado, estamos en disposición de suponer un límite de eficacia de un propulsor aeronáutico, en 85 por ciento: este es más alto que el que se ha hallado como posible en la ingeniería naval.

Electricidad

Algo sobre las altas tensiones

Toda línea recorrida por corrientes eléctricas da lugar, en el espacio que la rodea, a un campo electrostático y a un campo electromagnético. Este último tiene más importancia y ha sido tenido en cuenta por los técnicos en los circuitos de baja tensión y gran intensidad. Se representa, en un plano perpendicular a una línea compuesta de dos hilos paralelos, por círculos cerrados rodeando cada uno de los hilos. La energía del campo magnético es $\frac{Li^2}{2}$. El campo electrostático

se representa por arcos de círculo que van de un conductor al otro y que son normales en todos los puntos al sistema de círculos representativos del campo magnético; la energía del campo electrostático es $\frac{Ce^2}{2}$. El

conocimiento de este campo tiene una gran importancia hoy día como consecuencia de las grandes tensiones empleadas. Un campo magnético mal establecido puede llevar a importantes pérdidas de energía y un campo electrostático en malas condiciones ocasionará la destrucción o anulación de todos los aparatos y dispositivos aisladores. La variación de tensión por unidad de longitud en una línea cualquiera es análoga a la fuerza magnetomotriz.

Si una sustancia como el cristal se pone en serie con un intervalo de aire, la variación de potencial por unidad de longitud será más grande en el aire que en el cristal. Dicha variación puede representarse como una tensión interna del dieléctrico que provoca su ruptura cuando pasa de un valor dado. Sea un intervalo de 4 cm. entre platillos que tienen una diferencia de

potencial de 50 kv. La variación de potencial por unidad de longitud será de 12,5 kv. por cm.

Supongamos la distancia llena la mitad por aire, cuyo poder inductor específico (k) es igual a 1 y la otra mitad llena por un dieléctrico que tiene un valor de k igual a 4. La diferencia de potencial soportada por el aire será 40 kv. por 2 cm. y la variación de potencial por unidad de longitud será 20 kv.; en el dieléctrico la variación de potencial por unidad de longitud será 10 kv. por 2 cm. o sea 5 kv. por cm. La variación de potencial por unidad de longitud en un punto dado es $g = \frac{de}{dx}$.

Para dos hilos paralelos se tiene:

$$\frac{de}{dx} = \frac{e}{2r \log \frac{s}{r}}$$

siendo e la tensión entre los conductores, r el radio de los mismos y s la abscisa del punto considerado.

Para conductores distantes entre sí 1 metro, de 1 cm. de radio y con una diferencia de potencial de 100.000 v. el tercio de esta tensión se halla a 12 cm. de este conductor. En el primer centímetro a partir de cada conductor, el *gradiente* (variación de potencial por unidad de longitud) es de 18 kv. y no es más que 0,6 kv. en el centro del intervalo. Cuando los conductores están próximos, se produce el fenómeno llamado *corona* (espacio luminoso alrededor del conductor) y saltan chispas disruptivas. La corona es buena conductora, por lo que puede considerarse que aumenta el diámetro del conductor, y si este aumento disminuye la intensidad del flujo no hay carga disruptiva; en los casos en que la corona aumenta la tensión interna del

dieléctrico salta la chispa disruptiva. Si $\frac{s}{r}$ es grande, la

corona se forma hasta una región en que la intensidad del flujo es inferior a la intensidad de descarga y cesa allí; si $\frac{s}{r}$ es pequeño (inferior a un valor crítico) salta

la chispa porque la corona no puede llegar a una región en la que sea estable. Estos fenómenos son de ionización del aire que pasa a ser conductor con producción de ozono y de vapores nitrosos. El *gradiente* para el que comienza la corona visible o salta la chispa es mayor para los conductores de poco diámetro que para los gruesos. El punto de ruptura para hilos separados por una distancia s y de radio r mide la rigidez aparente del aire. Es igual a:

$$g_v = \frac{e_v}{r \log \frac{s}{r}}$$

A una distancia X del centro de uno de los hilos tendremos:

$$g = \frac{e_v}{X \log \frac{s}{r}}$$

e_v es la tensión en kilovoltios entre los hilos de fase y el conductor neutro; en el caso de corriente alterna sencilla es igual a la mitad de la tensión.

Para todas las dimensiones de hilos existe un *gradiente* particular g_v que es constante, igual a 30 por centímetro y está colocado a una distancia de la superficie del hilo igual a $0,301 \sqrt{r}$.

Se ha encontrado experimentalmente que:

$$g_v = g_0 \left(1 + \frac{0,301}{\sqrt{r}} \right)$$

Para ondas sinusoidales, el *gradiente* constante debe tomarse igual a 21,2 kv. por centímetro.

El aspecto de las descargas varía según la polaridad, y cuando se trata de corrientes alternas puede observarse mediante el estroboscopio. En los hilos lisos la corona luminosa es regular y cilíndrica y en los conductores ásperos las más pequeñas irregularidades de su superficie determinan en la corona protuberancias e irregularidades.

Con corrientes de frecuencia próxima a 60 periodos la pérdida por kilómetro de hilo sencillo es

$$p = af(e - e_0)^2 \times 10^{-5}$$

fórmula en la que e es la tensión eficaz de kilovoltios, entre los conductores y el neutro; f es la frecuencia, a viene dada por la expresión

$$a = \frac{844}{\tilde{z}} \sqrt{\frac{r}{s}}$$

en la que r = radio de los conductores en cm.; s = distancia entre los conductores y \tilde{z} = factor de la densidad del aire que es igual a 1 para 25° y una presión de 76 cm. de mercurio; e_0 es la tensión disruptiva entre los conductores y el neutro, viene dada por la fórmula

$e_0 = g_0 m_0 \tilde{z} r \log \frac{s}{r}$ de kilovoltios; $g_0 = 21,2$ kv. para ondas sinusoidales; $m_0 = 1$ para hilos lisos; $m_0 = 0,93$ a 0,98 para hilos rugosos y $m_0 = 0,87$ a 0,83 para cables.

La prudencia aconseja trabajar a tensiones más bajas de e_0 con buen tiempo, pues al sobrevenir tiempos tempestuosos, si la tensión fuera e_0 o mayor, las pérdidas serían considerables.

Cuando el medio que rodea a los conductores es líquido, es muy difícil determinar exactamente el punto de ruptura, pues la corona no se presenta antes de la descarga a no ser que el valor de $\frac{s}{r}$ sea muy grande.

La distancia disruptiva es de 4 a 10 veces mayor que en el aire, para esferas de 6 a 7 cm. el *gradiente* g_0 es 100 kv. eficaces por cm. La humedad disminuye rápidamente el aislamiento, pues las gotitas de agua son atraídas hacia los campos intensos.

En los cuerpos sólidos la resistencia eléctrica es comparable a la elasticidad; hay que considerar el límite eléctrico, y las pérdidas por efecto Joule y las ocasionadas en los dieléctricos por los campos alternativos. Para una sustancia cualquiera el valor $\frac{e}{x}$ crece cuando el espesor disminuye y es mayor en las muestras laminadas pues en éstas la homogeneidad de estructura es mayor.

En la práctica se hacen ensayos de ruptura en un minuto, después se toma el 65 % de la tensión de ruptura y se le aplica otro minuto, se eleva la tensión un 5 % y se le aplica otro minuto y así sucesivamente hasta obtener la descarga que nos da el valor del coeficiente de ruptura para ensayos prolongados. Las sustancias aislantes son capaces de resistir, sin ruptura, una tensión muy elevada o instantánea (frente de onda abrupto); pero en este caso sufre la sustancia una fati-

ga que no le permite resistir muchas veces el mismo esfuerzo. La energía perdida en los aislamientos sometidos a corrientes de alta frecuencia aun con tensión débil, los deteriora rápidamente; además la alta frecuencia es peligrosa cuando hay resonancias por las grandes tensiones que pueden aparecer.

Cuando se instalan aisladores complejos hay que estudiar el caso con gran cuidado. Así, por ejemplo, si tenemos dos esferas colocadas en el aire a 2 cm. de distancia, con tensiones de 40.000 v. no hay chispas visibles, colocamos entre dichas esferas un cartón aislador comprimido de 2 mm. de grueso y capaz de resistir 35.000 v.; parece que la resistencia del sistema aislador debería ser 38.000 + 35.000 v., y a pesar de esto salta la chispa debido al gran poder inductor específico del cartón comprimido que hace que el flujo eléctrico haya aumentado y que la tensión de 40.000 v. esté retenida casi completamente por el cartón que no es capaz de resistirla. Cuando se revisten los cables de diversas capas de sustancias aislantes distintas es necesario que la sustancia de mayor poder inductor específico esté colocada más próxima al alma del cable que las otras.

Las tensiones que pueden adoptarse en una línea son inversamente proporcionales a las presiones atmosféricas que dicha línea deba sufrir, lo que hay que tener muy en cuenta en la instalación de líneas de transporte de fuerza que deban atravesar comarcas montañosas de regular altura sobre el nivel del mar.

El límite probable de las tensiones en las líneas de transmisión de energía eléctrica es 200.000 v. En efecto, no se pueden aumentar indefinidamente las tensiones porque en una cadena de aisladores los más próximos a la línea están sometidos a mayores diferencias de potencial. Por otra parte las distancias que con tensiones menores de la citada puede franquearse, son ya con mucho, suficientes en la práctica.

La regulación de la tensión en la línea debe hacerse manteniendo constante la tensión en el punto de partida, admitiendo en la línea pérdidas de tensión fijas y regulando automáticamente el campo de los motores sincrónicos establecidos en las estaciones de distribución.

La absorción de la corriente magnetizante por las máquinas o su producción por ellas mismas permite solucionar el problema y no hay medio de emplear otras soluciones por no poderse cargar la línea con corriente *desvaviada* cuando la carga útil se anula y en estos casos la tensión en la línea puede llegar al doble de la existente en la central generadora.

Actualmente, para evitar accidentes, hay que hacer todos los acoplamientos sobre barras *ómnibus* a baja tensión y no poner en paralelo líneas ni grupos generatrices sino a través de reactancias aptas para limitar la potencia de los cortocircuitos.

J. B. DE AQUILAR-AMAT.

Métodos para asegurar la continuidad del servicio en las redes del transporte de energía en comunicación con la tierra

Siendo de actualidad la discutida cuestión de las ventajas y de los inconvenientes que pueda presentar la comunicación con la tierra en las redes de alto vol-

taje, no está desprovista de interés la descripción de algunos métodos nuevos que han sido puestos a prueba prácticamente en la instalación de tales redes. En una nota publicada en la «General Electric Review» en junio de 1914, una autoridad en la materia, el Dr. C. P. Steinmetz, puso de manifiesto los peligros que, a su entender, pueden derivarse del hecho de estar en comunicación con la tierra el conductor neutro corres-

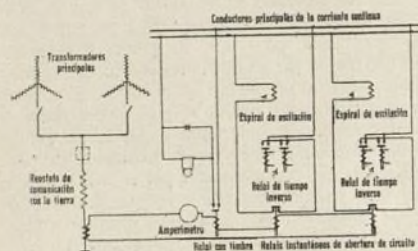


Fig. 1.

pondiente al transformador en una instalación de la cual depende solamente un corto número de cables de distribución, opinando que en este caso la red debe estar completamente aislada. Pero los inconvenientes apuntados por el Dr. Steinmetz pueden evitarse, y a evitarlos tiende precisamente la disposición de la central de transmisión descrita en el presente artículo y figurada esquemáticamente por los adjuntos gráficos. Han sido previstos, en efecto, en esta instalación, aquellos inconvenientes, y se han ideado los medios necesarios para contrarrestar sus efectos; así se ha logrado realizar un conjunto que presenta todas las cualidades de los sistemas de distribución con toma de tierra, sin ninguno de sus defectos.

INTERRUPCIÓN DEL SERVICIO A CAUSA DE UN CONTACTO EN LA LÍNEA

Todo contacto que se produzca en una línea; en cuyo conductor neutro exista una toma de tierra muerta, tendrá por efecto abrir automáticamente el interruptor que se halle intercalado en dicha línea.

Si la toma de tierra se hace mediante un reostato, el interruptor podrá abrirse también automáticamente por una combinación de la corriente de carga y de la corriente de tierra actuando sobre unos *relais*, o lo abrirá el operador al observar que ha sido alcanzado el límite de temperatura que permite el reostato.

Para impedir que se abra automáticamente el interruptor de la línea, ha sido adoptada la disposición representada por la figura 1. Comprende un transformador en serie dispuesto sobre la derivación que pone el reostato en comunicación con la tierra, estando el secundario de dicho transformador conectado con un *relai* corta-circuito instantáneo, funcionando en caso de sobrecarga; los contactos de este *relai*, por otra parte, están intercalados en el circuito oscilante comprendido entre los *relais* principales del interruptor de la línea y el devanado de oscilación de dicho interruptor. El objeto a que tiende esta disposición es que el circuito oscilante se abra por medio de los *relais* instantáneos antes de que los *relais* de tiempo inverso tengan

cerrados sus contactos. La existencia de un contacto accidental en la línea y su importancia son puestas en evidencia en este caso por un timbre de alarma, una lámpara señal y un amperímetro.

Esta disposición permite al operador aislar la línea averiada sin que se interrumpa el servicio. Para ello, se procede del siguiente modo: Si un contacto se produce, el operador maniobrará uno de los interruptores del circuito (siendo doble la línea); si la avería se halla sobre la línea correspondiente a este interruptor, esta línea se abrirá por su otro extremo mediante los *relais* de potencia inversa de las sub-centrales. Si, al contrario, la avería se halla sobre la otra línea, el timbre de alarma seguirá tocando, debiendo entonces el operador volver a cerrar el primer interruptor y maniobrar el otro, con cuya intervención la línea quedará libre para la continuación del servicio. Para mayor seguridad, los *relais* de potencia inversa podrán instalarse por pares.

Si un contacto se produce en una línea sencilla y el efecto de esta avería no ha sido contrarrestado automáticamente por la quemadura resultante de la elevación de temperatura permitida por el reostato, el conductor interesado deberá ser puesto en comunicación con la tierra mediante un interruptor de aceite, abriéndose el conductor neutro del transformador. Puede entonces procederse a las necesarias reparaciones de este conductor y reponerlo en condiciones normales de funcionamiento, sin interrupción del servicio.

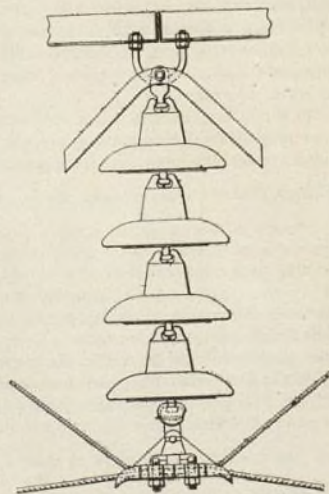


Fig. 2.

INCERTIDUMBRE ACERCA DEL FUNCIONAMIENTO DEL REOSTATO DE COMUNICACIÓN CON LA TIERRA

Ofrece las mayores dificultades la construcción de un reostato que pueda soportar el alto voltaje de una red de alta tensión y ofrezca a la vez una seguridad suficiente contra el riesgo de descarga brusca. Esta dificultad ha sido hasta cierto punto vencida constituyendo el reostato de cinco secciones distintas conectadas en serie, colocadas dichas series sobre aisladores

de alto voltaje y encerrados cada uno en un cajón de mampostería de ladrillo. Esta disposición permite construir cada sección del reostato para soportar la quinta parte solamente del voltaje indicado, resultando por lo tanto aumentadas proporcionalmente la seguridad que ofrece el aparato y las probabilidades de regularidad en su funcionamiento. No es muy de temer el riesgo de que un tal reostato dé lugar a la formación de arcos oscilantes, a pesar de que el conjunto de la red está en comunicación con la tierra. Si existiera alguna duda sobre la continuidad de su eficacia, la red podría transformarse instantáneamente en un sistema aislado, con sólo abrir, por medio de un interruptor de aceite, el conductor neutro del transformador.

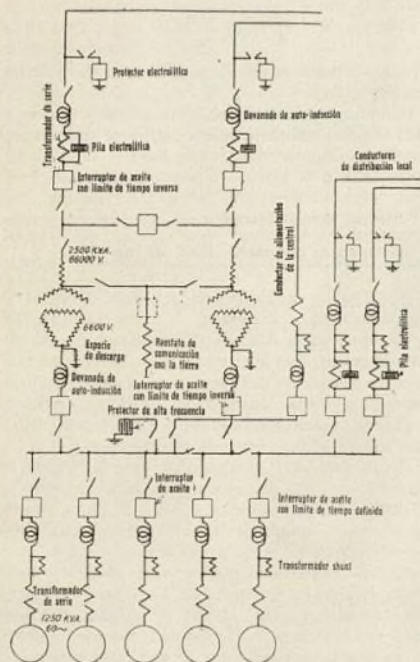


Fig. 3.

AVERÍAS EN LOS AISLADORES POR CHISPAS

El peligro de que los aisladores sean averiados por chispas en forma de arco es habitualmente mayor en una red con *tierra* que en una red completamente aislada; pero este peligro puede evitarse en absoluto colocando encima y debajo de los aisladores varillas que, en el caso de descargas bruscas, desvíen los arcos, apartándolos de las piezas expuestas a ser averiadas. Estas varillas constituyen además, por el denso campo electrostático existente alrededor de sus extremidades, que terminan en una lámina corriente, una especie de válvula auxiliar que hace más eficaz aún la protección de los aisladores.

Los varios principios antes expuestos han sido objeto de aplicación práctica en las instalaciones de la

«Compañía Peninsular de Energía» de Iron Mountain (Estados Unidos), cuya disposición representa la figura 3. Es de observar que además del equipo antes descrito, la instalación ha sido provista, como medio adicional de protección, de devanados reguladores (choque coils) en cada circuito conectado con los conductores principales procedentes de los transformadores. Estos devanados están formados por hierro de Suecia oponiendo una alta resistencia óhmica a las ondas de alta frecuencia que se precipitan en los conductores de distribución local, de baja tensión. Por la misma razón, cada transformador en serie, sobre las líneas que se dirigen hacia el exterior, está puesto en *shunt* mediante una pequeña pila electrolítica y un *arrester* con condensador de alta frecuencia dispuesto sobre los conductores de baja tensión, además de los corrientes *arresters* electrolíticos y devanados reguladores colocados habitualmente sobre las líneas dirigidas hacia el exterior.

La línea de transmisión, que es doble, de 40 millas de longitud con tensión de 66.000 voltios, está provista en todo su recorrido de un conductor auxiliar formado de un doble hilo (n.º 2 Brown y Scharpe) cubierto de cobre, colocado a unos 3 metros encima de la línea, destinado a asegurar la comunicación con el suelo. En cada una de las torres que soportan la línea existe una *toma de tierra* mediante placas fijas a los pies de la torre y extendiéndose por debajo de los cimientos de hormigón de la misma.

Con la disposición que se acaba de describir fue asegurado el servicio durante la temporada de alumbrado de 1913. Las interrupciones o desarreglos que en el mismo se presentaron son los que están consignados en el adjunto cuadro:

Interrupciones en el servicio de alumbrado durante el año 1913

FECHA	Duración de las tormentas — Horas	Número de interrupciones	Duración total de las interrupciones — Segundos	Aisladores averiados
Abril	2	4.5	0	0
Mayo	3	2.0	0	0
Junio	5	6.0	0	0
Junio	18	6.0	1	0
Julio	1	2.0	0	0
Julio	3	3.0	0	0
Julio	4	2.5	0	0
Julio	5	2.5	0	0
Julio	26	6.5	0	0
Julio	31	1.5	2	0
Agosto	3	4.0	0	0
Agosto	7	3.0	0	0
Agosto	8	3.0	1	0
Agosto	14	1.5	0	0
Agosto	16	2.0	0	0
Agosto	28	1.5	0	0
Septiembre	2	5.0	0	0
Septiembre	6	1.0	0	0
Octubre	10	2.0	0	0

Del examen de las cifras de este cuadro se desprenden con evidencia que durante diez y nueve tormentas de más de tres horas de duración por término medio, acompañadas de relámpagos, se produjeron solamente

cuatro interrupciones del servicio, no pasando la duración de éstas de un segundo, lo que permite decir que prácticamente no hubo interrupciones. Un hecho muy significativo es la ausencia completa de averías en los aisladores, tanto más cuanto que es notoria la violencia de las tormentas que barren el territorio atravesado por la línea de referencia.

Es interesante notar también los servicios prestados durante la construcción de la línea de transmisión por el reostato de tierra conectado con los interruptores de la línea que se ha descrito antes. Esta línea había sido establecida en primer lugar con circuito trifásico sencillo a fin de que el servicio pudiera asegurarse mediante máquinas de vapor de funcionamiento intermitente. En seguida después de la colocación de este primer circuito, se procedió a la instalación de otro sobre las mismas torres. Procurando mantener los conductores del segundo circuito constantemente en comunicación con la tierra, los obreros empleados en las minas de la línea no sufrieron daño alguno y el servicio pudo continuar prácticamente sin interrupción, a pesar de haberse producido accidentalmente una cincuenta de cortocircuitos por el hecho de que, a causa de los fuertes vientos reinantes, el contacto se establecía frecuentemente entre los hilos de ambas líneas.

De los datos precedentes, se deduce que en una red en comunicación con la tierra y provista del equipo antes descrito, la continuidad del servicio puede quedar prácticamente asegurada sin riesgos para el material.

M. H. COLLBOOM, Ingeniero.

Método para determinar la flecha de un conductor aéreo

Los conductores de las líneas aéreas deben estar tendidos de modo que cuando la temperatura del ambiente sea la mínima y su contracción, por consiguiente, la máxima, no se hallen sometidos a esfuerzos de tracción superiores a $\frac{1}{4}$ de la carga de ruptura correspondiente a su sección.

La tensión de los hilos se regula a medida que se instalan, ya por medio de un dinamómetro, ya de un modo indirecto midiendo la flecha y calculando la tensión con la ayuda de tablas especiales.

Dreisbach ha ideado un método muy práctico de verificación rápida de la flecha de los conductores, que puede aplicarse lo mismo a las líneas en construcción que a las ya instaladas y que no requiere más aparato que un cronómetro.

Consiste en hacer oscilar el hilo empujándolo periódicamente por un procedimiento cualquiera a poca distancia de un soporte.

El número de oscilaciones n que efectúa el hilo en un minuto viene dado por la fórmula:

$$(1) \quad n = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{g \cdot M \cdot d}{I}}$$

siendo g = aceleración de la gravedad; M = masa del hilo; d = distancia del centro de gravedad del sistema al eje de oscilación; I = momento de inercia del sistema pendular.

Suponiendo, para mayor sencillez, que la curva del hilo es parabólica, el momento de inercia del sistema

será: $I = \frac{8}{15} M f^2$ siendo f = flecha. Además se tiene

$d = \frac{2}{3} f$ y sustituyendo en (1) tendremos:

$$n = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{M \cdot g \cdot \frac{2}{3} f}{\frac{8}{15} M f^2}} = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{5}{4} \frac{g}{f}}$$

y como $g = 980$ cm. tendremos:

$$n = \frac{35}{3,14} \sqrt{\frac{1}{f}} = 11,1 \sqrt{\frac{1}{f}}$$

de donde:

$$f = \left(\frac{11,1}{n} \right)^2$$

siendo f la flecha en cm. y n el número de oscilaciones por minuto.

Como que en esta fórmula no entran ni la masa ni la longitud del hilo, puede aplicarse a cualquier metal y a cualquiera longitud de línea.

El mayor turbo-alternador

y los mayores condensadores del mundo

En la nueva central generadora cuya construcción está ultimando la Compañía de Electricidad de Fildelfia, funcionarán dos turbo-alternadores de extraordinaria potencia; en la misma fábrica se instalan también condensadores de superficie de dimensiones hasta ahora no igualadas. Estos transformadores, a pesar de la enorme superficie de su tubería (50.000 pies cuadrados) son del tipo de evacuación central única.

Estos dos turbo-alternadores, uno de 35.000 kilovatios a 13.200 voltios y sesenta ciclos, el otro de 30.000 kv. a 13.200 voltios y veinticinco ciclos, constituirán todo el equipo de la nueva central. La primera de estas potentes máquinas es la mayor unidad generadora de electricidad que se haya construido hasta ahora. Es del tipo horizontal de la «General Eléctrica»; sus dimensiones serán: 18^m,95 de longitud; 6^m,50 de ancho y 4^m,50 de alto. El peso de la máquina completa con generador y excitador, será de 600 toneladas.

El vapor será suministrado a la turbina, que será del tipo Curtis de trece grados, bajo una presión de 215 libras y recalentado de 150° Fahr; su evacuación se hará en un condensador de superficie de 50.000 pies cuadrados, cuya disposición aparece en el esquema adjunto.

El vapor penetra en la envoltura del condensador por su parte superior y, atravesando los grupos de tubos aproximadamente en el sentido de sus radios, alcanza el centro de dicho condensador, en donde se realiza la separación del aire. Como puede verse, este trayecto es el más corto que el vapor pueda seguir en su paso al través de los grupos de tubos. Este condensador es, por consiguiente, una modificación del condensador de dos pasos; su disposición es tal que el agua de condensación vaya cayendo sobre los tubos más calientes para reunirse en la parte más baja del aparato de donde puede ser recogida a una temperatura inferior de pocos grados a la del vapor de escape.

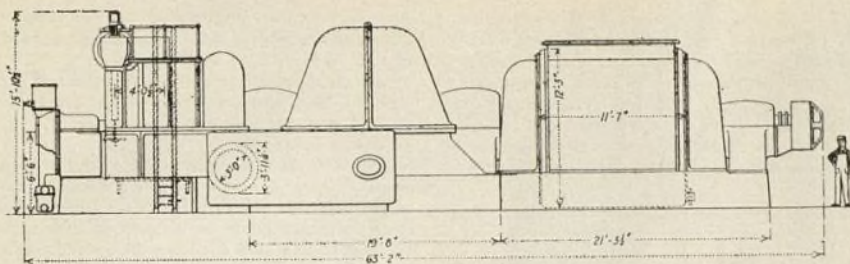


Fig. 1.—Turbo-alternador horizontal de 35.000 kv. para la nueva central de la Compañía de Electricidad de Filadelfia.

El grupo exterior de tubos, o grupo anular, constituye la primera parte del trayecto, cuya segunda parte es formada por el grupo central.

La potencia prevista del generador es de 13.200 voltios, sesenta ciclos y 35.000 kv.; su rendimiento en corriente deberá ser de 1.460 amperios por fase en plena carga, con factor de potencia igual a 90 por 100. El devanado tendrá una «reactancia» interior de 10 por 100. El campo rotativo hexapolar girará con una velocidad de 1.200 vueltas por minuto y sobre su eje estará montado un excitador con devanado shunt de 150 kv., 200 voltios y 600 amperios cuyas partes fijas estarán soportadas por una consola partiendo del cojinete del generador.

Para que pueda evitarse fácilmente toda elevación excesiva de la temperatura en la máquina, el devanado estará provisto de termómetros eléctricos que se co-

a 25.000 kv., que es la que asegura la mayor eficacia será de 1 kv. por cada 11,9 libras de vapor consumido. Con la carga máxima de 35.000 kv. el gasto de vapor sería aproximadamente de 12,6 libras por kv.-h.

Radiografía

Aplicación de las corrientes polifásicas a la radiotelegrafía

La producción de oscilaciones continuas en una antena destinada a la transmisión de la energía por radiación, es un problema que desde algunos años ha sido objeto preferente de estudio por parte de muchos ingenieros, y varios métodos han sido propuestos para su resolución. El fin a que principalmente se encaminaron estos estudios fué casi siempre reducir la merma en el aparato de transmisión, ya que, lograda esta ventaja, se derivarían probablemente de ella consecuencias prácticamente favorables, como una reducción de la absorción atmosférica, la armonización perfecta del aparato y la supresión eventual del rectificador, o «detector» químico del circuito de recepción. No es inútil recordar que, tratándose de oscilaciones continuas y para ciertos fines, bastaría que dichas oscilaciones fueran *prácticamente* continuas, pudiendo considerarse como línea divisoria la frecuencia de grupo análoga al límite de percepción en acústica. Los buenos resultados obtenidos con las oscilaciones continuas son debidas no solamente a que el aparato de transmisión emite series de ondas no amortiguadas, sino también en parte a que resulta innecesaria la rectificación de las señales recibidas por medio de un «detector», salvándose con ello las pérdidas que siempre resultan del empleo de tal aparato.

Para llevar a cabo los experimentos encaminados a averiguar hasta qué punto las corrientes polifásicas podrían utilizarse para la producción de ondas, se empleó una máquina construida para este determinado objeto y presentando al efecto ciertos caracteres especiales.

En este alternador polifásico, el devanado y el campo giran en sentidos opuestos, siendo accionados uno y otro por un motor de 1 caballo con devanado en serie, conectado directamente con el eje y pudiendo girar con una velocidad de 3.000 a 3.500 vueltas

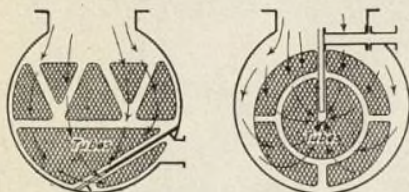


Fig. 2.—Disposición de los tubos en los condensadores de superficie: tipo corriente y tipo perfeccionado.

nectarán con instrumentos indicadores dispuestos a la vista del encargado de la vigilancia.

La otra turbina de grandes dimensiones que se construye para la compañía de electricidad de Filadelfia es una máquina de 30.000 kv. a 13.000 voltios y veinticinco ciclos, con una velocidad de 15.000 vueltas por minuto. Su devanado ha sido previsto por una «reactancia» interna del 8 por 100, con facultad de aumentar ésta del 4 por 100 más, por adición de devanados externos. Esta máquina, que se contará también entre las mayores existentes en la actualidad, estará provista, como la anterior, de un excitador propio, conectado directamente. La instalación eléctrica contará además con un excitador auxiliar accionado por una turbina de 500 kv.

Realizándose la condensación con un vacío correspondiente a una altura de 1,5 pulgada en las columnas de mercurio, se cree que el rendimiento del generador de 35.000 kv., trabajando con una carga aproximada

por minuto. La corriente alterna puede ser recogida de una u otra de las partes rotativas, devanado o campo. El núcleo de la armadura está compuesto de láminas de 5 m/m. de espesor. Todas las piezas que constituyen el campo y la armadura, incluso los devanados, son fácilmente desmontables y pueden cambiarse unas por otras. Esta particularidad tiene su razón de ser en los trabajos de laboratorio a que la máquina había de ser

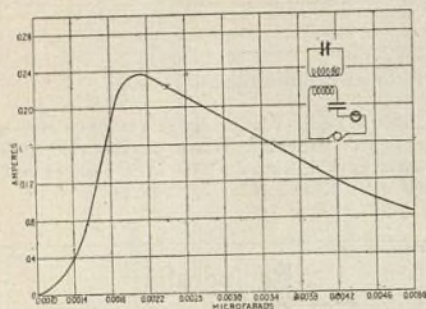


Fig. 1.—Curva de resonancia de un transformador de 6.000 ciclos.

dedicada; pero la mayor parte de las varias combinaciones a que se prestan sus elementos podrían ser también de aplicación práctica en máquinas de uso corriente. Este alternador puede suministrar corrientes alternas a 6.000 ciclos, sea monofásicos, sea bifásicos o trifásicos, pudiendo dar también corriente monofásica a 9.000 o a 18.000 ciclos, aunque la potencia que puede obtenerse con esta última frecuencia es muy pequeña.

La instalación de que se trata no puede considerarse como una verdadera red trifásica en el sentido que se da a esta denominación en la práctica corriente de las distribuciones de corriente alterna, ya que las fases se hallan conectadas individualmente con sus transformadores independientes. Constituye sencillamente esta instalación un juego de tres elementos monofásicos funcionando cada uno a 6.000 ciclos y dispuestos de tal modo que las descargas tengan lugar en rotación regular, consistiendo en 36.000 chispas por segundo cuando el alternador alcanza su velocidad máxima.

Parece, teóricamente, que los mejores resultados deberían obtenerse cuando la frecuencia del grupo igualara la frecuencia natural de la antena. Esta igualdad puede realizarse; pero teniendo en cuenta que la resistencia de radiación de las antenas normales crece rápidamente cuando la longitud activa de ondas excede en mucho a la fundamental, no siempre resulta ventajosa dicha circunstancia. Por ejemplo, en el caso citado en que la frecuencia del grupo es de 36.000, la longitud de ondas que, en la práctica, resultaría más eficaz sería precisamente la derivada de la frecuencia del grupo, o sea:

$$\lambda = \frac{300.000.000}{N} = 8.333 \text{ metros}$$

ecuación en la cual λ = la longitud de ondas en metros y N la frecuencia del grupo por segundo. Pero, para la afinación de una antena ordinaria, con una onda de tal longitud, sería necesario aumentar su «in-

ductancia» en tales proporciones que su resistencia total haría imposible la emisión de energía por radiación.

Aunque el aparato necesario para realizar el experimento puede parecer complicado, el sistema es, en realidad, muy sencillo, como se desprende del esquema de los circuitos (fig. 2).

Ya que en las instalaciones a 500 ciclos resulta muy difícil conservar una nota clara, era natural suponer que el experimentador tropezaría aquí con análogo obstáculo, encontrando las mayores dificultades para mantener en su pureza una misma nota sobre cada fase de modo que el conjunto produzca el silencio en los teléfonos receptores. Sin embargo, y contra lo que se esperaba, la obtención de la nota no presentó seria dificultad y puede ser interesante exponer cómo el problema fué resuelto mediante la selección cuidadosa, por vía de ensayo, de las convenientes constantes de transmisión.

El núcleo de cada transformador comprende un haz de cintas de acero al silicio, curvado de modo que forme un anillo no completamente cerrado. El primario consiste de una sencilla capa de hilo n.º 20 arrollado en una longitud de algunos centímetros en la porción central del anillo. El secundario consiste en un devanado de hilo n.º 24, cubierto con doble capa de algodón y teniendo, mientras no contenga hierro, una

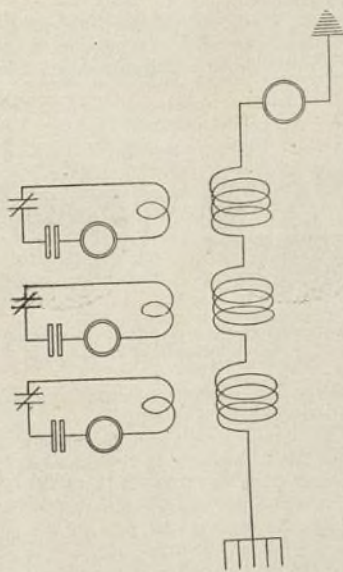


Fig. 2.—Diagrama de un circuito de oscilación.

«reactancia» de 65 milienrios. El acoplamiento entre el primario y el secundario puede modificarse sencillamente haciendo correr el devanado secundario a lo largo del núcleo o colocándolo, en relación con él, en una posición angular.

Fué imposible obtener un resultado satisfactorio sin emplear hierro. Con transformadores de núcleo de aire la solución es más sencilla; pero aunque con la po-

Cañón Krupp de campaña, de 75 mm.

ESCALA 1:10

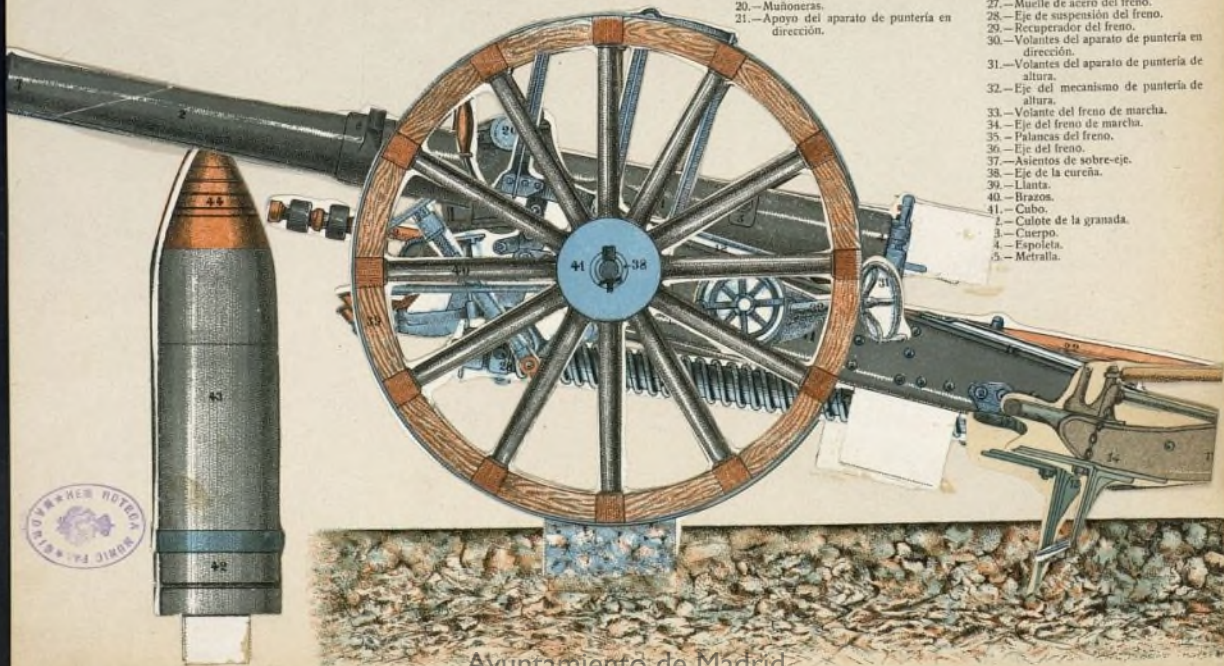
- 1.—Cuerpo del cañón.
- 2.—Caña.
- 3.—Plano de boca.

- 4.—Cierre.
- 5.—Soporte del alza.
- 6.—Contra-muñones.
- 7.—Muñones.
- 8.—Punto de mira.

- 9.—Tornillo de cierre.
- 10.—Eje de giro del cierre.
- 11.—Mástil.
- 12.—Contera.
- 13.—Argollón.

- 14.—Rozadero.
- 15.—Arado.
- 16.—Caja entre-gualderas.
- 17.—Varillas de suspensión del arado.
- 18.—Mecanismo de puntería de altura.
- 19.—Gualderín.
- 20.—Muñoneras.
- 21.—Apoyo del aparato de puntería en dirección.

- 22.—Escobillón.
- 23.—Apoyo del freno hidráulico.
- 24.—Gancho de suspensión del escobillón.
- 25.—Eje de las ruedas.
- 26.—Freno hidráulico.
- 27.—Muelle de acero del freno.
- 28.—Eje de suspensión del freno.
- 29.—Recuperador del freno.
- 30.—Volantes del aparato de puntería en dirección.
- 31.—Volantes del aparato de puntería de altura.
- 32.—Eje del mecanismo de puntería de altura.
- 33.—Volante del freno de marcha.
- 34.—Eje del freno de marcha.
- 35.—Palancas del freno.
- 36.—Eje del freno.
- 37.—Asientos de sobre-eje.
- 38.—Eje de la cureña.
- 39.—Llanta.
- 40.—Brazos.
- 41.—Cubo.
- 42.—Culote de la granada.
- 43.—Cuerpo.
- 44.—Espoleta.
- 45.—Metralia.



Ayuntamiento de Madrid

tencia aprovechable y a la frecuencia de 6.000 ciclos, la cantidad de hierro necesaria es muy pequeña, no es posible prescindir por completo del núcleo laminado. La afinación final del transformador se obtiene mediante condensadores variables, aunque este procedimiento no permite alcanzar el máximo de eficacia, según se desprende de una transposición de la fórmula usual:

$$P = \frac{1}{10^6} CE^2 N$$

en la cual, C = la capacidad del secundario; E, el voltaje del secundario; N, la frecuencia del primario y P, la potencia del primario. En este caso, resulta ventajoso sacrificar, hasta cierto punto, la eficacia a la regularidad, sin que por ello aquélla deje de sostenerse a un nivel razonablemente alto, procurando mantener entre los varios circuitos la proporción debida para que el acuerdo con la fórmula sea lo más completo posible.

Puesto que se emplean voltajes bajos (aproximadamente 4.000 voltios en el secundario del transformador) pueden utilizarse los condensadores rotativos variables del tipo corriente con dieléctrico de aceite. Combinándolos con botellas de Leyde, puede ajustarse la capacidad del secundario con toda la perfección que es de desear. La figura 1 da cuenta del efecto obtenido sobre la corriente del primario a 6.000 ciclos cuando se modifica la capacidad del secundario. La cruz señala el valor que resulta más satisfactorio.

Sobre cada fase está dispuesto un espacio de descarga limitado por dos placas de cobre paralelas entre las cuales saltan las chispas; dados los voltajes que se emplean, uno de estos espacios sobre cada fase es suficiente.

Los devanados de «inductancia» empleados en los circuitos oscilantes consisten en conductores cableados, envueltos sobre bobinas de goma dura. Puesto que la «inductancia» en el secundario, que es común a las varias fases durante el funcionamiento de la máquina, resulta de los tres secundarios en serie, es conveniente mantener en los devanados primario y secundario una auto-inductancia de valor fijo, dejando variable el solo acoplamiento. En el aparato de que se trata, cada devanado tiene una «inductancia» de 100 microhenrios. Esta modificación se obtiene sencillamente haciendo variar la posición del devanado primario con relación al secundario. Con estas sencillas disposiciones se obtiene una gran flexibilidad en la afinación, ya que el condensador variable en combinación con el secundario del transformador, la capacidad variable de compensación en el circuito primario del transformador y el acoplamiento variable, proporcionan medios muy adecuados para mantener la regularidad de la nota y de la radiación. Constituye también un medio para perfeccionar la afinación, la posible modificación de la potencia del campo del alternador (y por consiguiente del voltaje primario o del valor respectivo de los devanados de «reactancia» en los circuitos primario y secundario).

Las capacidades de compensación (de 1,2 microfaradios) que se utilizan sobre el lado primario son condensadores de rollo de papel, de tipo corriente, colocados en serie y dispuestos de tal modo que cualquiera de las unidades de la serie pueda ser a voluntad desconectada de las demás. Por ser de alta frecuencia el

alternador, es posible el empleo de tales condensadores colocados directamente en serie en el circuito primario.

Amperímetros de hilo caliente están dispuestos en circuito con el primario y el secundario del transformador de potencia, con el primario del transformador de oscilación y con la antena. La corriente primaria a 40 voltios sin carga (55 voltios sobre carga de resonancia) es de 3,2 amperios.

En los primeros ensayos del aparato que se realizaron en 1912 y 1913, se utilizó una antena artificial para las ondas de muy crecida longitud. Para la transmisión de ondas de mayor frecuencia se empleó una antena real de una capacidad de 0,001 microfaradios y de 4 ohmios de resistencia aparente, siendo la longitud de las ondas de 1,050 metros; dicha antena presentaba la forma de una L invertida, de 100 pies de altura y estaba provista de un solo conductor vertical.

Al principio, se tropezó con grandes dificultades para armonizar las tres fases poniéndolas en estado de resonancia en el mismo período para que su resultante fuera una sola onda. Se invirtió un tiempo considerable en la solución de este problema, llegando al fin a

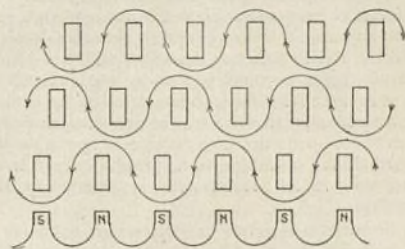


Fig. 3.—Disposición de los polos de la armadura y del campo.

demostrarse que para realizar el objeto deseado las constantes eléctricas de las varias fases deben ser idénticas. No solamente las constantes de oscilación deben ser las mismas, sino que el decrecimiento debe ser uniforme en todo el conjunto, no pudiendo existir acoplamiento alguno entre circuitos de distintas fases.

El imperfecto equilibrio de uno de los motores impidió el empleo continuo de 6.000 ciclos por fase, limitándose en la mayor parte de los casos a 4.000 ciclos. Esta menor frecuencia se obtenía haciendo girar el campo con una velocidad reducida, lo que daba por resultado la formación de 24.000 grupos por segundo.

Empleando para la medición de las ondas un aparato construido para una longitud de ondas máxima de 15.000 metros, provisto de un receptor rectificador, se obtuvo, con descarga de 8.000 chispas por segundo en una fase, una corriente de 0,6 amperios en la antena, con una nota clara, alta, sin señales de descargas parciales. Entrando en juego la segunda fase, la nota correspondiente a 16.000 chispas era perceptible todavía; pero si bien cada fase separadamente producía una nota que parecía perfectamente clara, se notaba, al funcionar el aparato con las dos fases juntas, la presencia de un ligero silbido en el sonido devuelto por el teléfono receptor. Al agregarse al conjunto la tercera fase, la corriente en la antena se elevaba hasta 1,5 amperios; el sonido perdía todo carácter musical y el

silbido antes indicado resultaba algo más fuerte. Es de observar que este silbido es de amplitud mucho menor que la de una nota musical, siendo apenas perceptible en el silencio y quedando completamente ahogado cuando resonaba la nota musical. La razón de este hecho es, probablemente, que la nota obtenida sobre cada fase no era una nota perfectamente pura y que los pequeños elementos heterogéneos existentes en ella adquirían carácter de dominantes cuando la nota musical alcanzaba una altura superior al límite de audición. El único hecho que podría invocarse en contra de esta explicación es que las notas parciales tienen habitualmente una longitud de onda definida, mientras que el silbido de que se trata podía ser oído en toda la zona abarcada por el aparato de medición de las ondas. Los efectos eran los mismos cuando se utilizaba para la recepción una pequeña antena dispuesta en otro edificio, lo que demuestra que el aparato de medición no se hallaba excitado por influencias puramente locales.

Resultó muy difícil medir con exactitud el decrecimiento de cada fase, por tener que estar el acoplamiento del aparato de medición muy ajustado, debido a la reducida potencia que se empleaba. Sin embargo, pareció no existir dificultad en obtener pequeños decrecimientos, no habiendo sido necesarios valores superiores a 0,1 por ciclo completo, a no ser que los circuitos se extendiesen intencionadamente fuera de los límites de la resonancia. No se observaron decrecimientos inferiores a 0,04 por ciclo completo en cada fase; pero de los resultados obtenidos se desprende que no sería imposible reducir todavía más la importancia de aquéllos.

Se hicieron observaciones interesantes en cuanto a la medición del decrecimiento de la onda resultante cuando las tres fases están en acción. La evaluación del decrecimiento, en este caso, se hizo con interruptores colocados en el circuito de la antena y también sin estos aparatos, obteniéndose en ambos casos resultados idénticos. Fué imposible obtener, en las condiciones indicadas, un decrecimiento de onda tan pequeño como el que se realiza con cada una de las fases funcionando separadamente. La importancia de esta observación consiste en que parece poderse deducir de ella que el empleo, según este método, de corrientes polifásicas no presenta serias ventajas cuando se trata de obtener oscilaciones *no amortiguadas*. Es de observar que esta conclusión sólo tiene valor cuando se utilizan ondas de longitud menor de la que señala como más apropiada la frecuencia del grupo, según se indicó más arriba. Sin embargo, la ventaja que ofrecen las oscilaciones continuas, o prácticamente continuas, no se deriva solamente del hecho de ser su decrecimiento extremadamente reducido. Mientras éste pueda ser mantenido dentro de límites razonables (por ejemplo, 0,1 por período, como en el caso presente) quedan otras ventajas, como son: 1.º Potenciales relativamente bajos en todos los circuitos; 2.º Formación en la antena de un circuito constantemente excitado, muy apropiado para el empleo del receptor sensitivo «heterodine»; 3.º Flexibilidad que permite obtener por medio de un interruptor una nota perceptible al oído, cuando se intenta realizar la transmisión por el método usual de la frecuencia del grupo; 4.º Excitación persistente, suficiente para hacer posible la telefonía sin

hilos; y 5.º Posible utilización en el receptor de un aparato registrador.

En los experimentos de que se trata, las oscilaciones continuas, o prácticamente continuas, se repartían en grupos perceptibles por medio de un pequeño conmutador accionado por un motor y conectado en serie, bien sea con el primario del aparato de transmisión, bien sea con la antena de expedición o la de recepción. También se utilizaba a este objeto una máquina con disco cortado para producir la letra «D» en el aparato Morse. El interruptor rotativo resultó conveniente, puesto que el mismo aparato puede emplearse tanto en el lado de la transmisión como en el de la recepción para repartir las oscilaciones en grupos definidos. Cuando se emplea un registrador vibratorio de contacto, no existe esta acción positiva.

No se practicaron ensayos especiales sobre largas distancias; pero señales monofásicas con frecuencia de grupo de 8.000 fueron recogidas con toda claridad por varias estaciones distantes 15 millas. Dichas estaciones (que estaban provistas de detectores rectificadores) no pudieron percibir los grupos cuya frecuencia era de 16.000 o de 24.000, mientras no se insertara un interruptor en el circuito de la antena.

En cambio, quedó demostrado que si se colocaba un interruptor sobre el circuito de la antena de transmisión, no había ventaja alguna en producir grupos perceptibles al oído, en cuanto a la claridad de las señales. El aparato que se utilizaba no parecía producir una nota musical perfectamente clara, tal vez porque la acumulación de óxido en el conmutador rotativo se oponía a su funcionamiento regular. No parece que existan razones para justificar el empleo de este aparato en la producción práctica de ondas, puesto que el registrador puede emplearse ventajosamente para tal objeto; en caso de tener que emplear receptores con rectificador, sería preferible, para lograr que las señales sean perceptibles, hacer funcionar el aparato con una frecuencia de grupo menos elevada, desarrollando cada fase sobre una octava más baja.

El hecho de que el sistema monofásico es al presente bien conocido y casi universalmente aplicado a los aparatos modernos es un argumento a su favor y su empleo es justificado, siempre que la insuficiencia de potencia no sea un obstáculo. En las instalaciones de alta potencia, el sistema del espacio de descarga rotativo sincrónico es ciertamente capaz de suficiente extensión para ser aplicable a la transmisión de señales a larga distancia. En ambos casos, el método de los grupos de alta frecuencia perceptibles, método propuesto por el profesor Fessenden, parece ser por ahora preferible en el terreno de la práctica y es adoptado casi exclusivamente por las marinas de los principales Estados del mundo.

En resumen, los resultados de los experimentos descritos tienden a demostrar que la aplicación de las corrientes polifásicas a la transmisión radiotelegráfica es perfectamente realizable. El método polifásico ha sido objeto de numerosas aplicaciones en el transcurso de los dos últimos años; pero habiendo sido el trabajo realizado casi exclusivamente de naturaleza experimental, no queda todavía suficientemente demostrada la superioridad del sistema bajo el punto de vista práctico o comercial.

E. G. GAGE.

Cañón Krupp de 75 milímetros (Véase modelo desmontable)

El vértigo de sangre que ha puesto frente a frente dos razas y dos civilizaciones ha dado actualidad a uno de los elementos de combate de mayor poder destructivo.

La artillería, que por sus efectos mortíferos y por su actuación a distancia es una de las armas modernas de combate, ha sido objeto de constante estudio por los ejércitos de todos los países, constituyendo en los

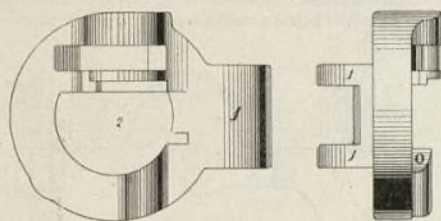


Fig. 1.

momentos actuales el tema constante de nuestras conversaciones, sin que, en la mayoría de los casos, sepa a ciencia cierta lo que es un cañón.

Considerado como elemento primordial de guerra, ya usado como arma defensiva en los campos de batalla, ya como defensiva en las costas y fortalezas, va tan ligada a la esencia de un ejército que de él ha dependido y depende en la actualidad la suerte de las naciones.

Tres son los grupos que componen la artillería moderna: la de montaña, de muy pequeño calibre, que se transporta a lomo de caballerías; la ligera, o de campaña de mediano calibre, que es arrastrada por dos o tres pares de caballos, y la pesada o de sitio cuyo emplazamiento requiere una preparación especial que exige un tiempo relativamente grande.

En la actualidad dos son los tipos de cañones que en los campos franco-belgas están sembrando la destrucción; los procedentes de la fábrica Schneider o Creusot usado por los aliados, y los del tipo Krupp empleado por los alemanes. Ambos pertenecen al grupo de campaña o ligero, y son en su mayor parte del calibre de 75 milímetros.

Semejantes en su aspecto exterior, presentan diferencias características en la parte especial denominada *cierre*, que constituyendo la esencia de estas mortíferas armas han sido objeto de constantes estudios por parte del personal técnico de las casas constructoras y de distinguidos oficiales del arma.

El cañón Krupp de campaña usado por el ejército alemán, es de tiro rápido, de calibre 75 milímetros y consta de dos partes fundamentales, la cureña y el cañón.

En su conjunto podemos decir está constituido por una pieza cilíndrica, provista de dos muñones laterales que se apoyan en dos cojinetes colocados sobre la cureña, estando el todo dispuesto para que el cañón pueda tener dos movimientos uno de rotación alrededor de un eje horizontal, para variar el ángulo de tiro entre límites muy extensos; y otro de rotación sobre

un eje vertical para colocar al del cañón en el plano en que está situado el blanco. Además como el disparo de toda arma de fuego produce un retroceso en la misma, ha sido indispensable dotarlas de un mecanismo que, de un modo automático, restablezca la pieza a su posición primitiva sin que precise rectificar el tiro a cada nuevo disparo.

Las partes y mecanismos fundamentales en una pieza de artillería son:

- 1.º El cañón propiamente dicho y su cierre;
- 2.º La cureña;
- 3.º El aparato de puntería en dirección;
- 4.º El aparato de puntería en altura; y
- 5.º El freno hidráulico y recuperador.

Cañón propiamente dicho.—El cañón propiamente dicho es una pieza de acero-níquel fundido y templado, de forma aproximadamente cilíndrica, y compuesto de dos partes: el tubo (2) y el cuerpo del cañón o culata (1) enchufados entre sí y hechos solidarios mediante un manguito roscado; uno de los extremos termina en un plano llamado *plano de cierre* (4), al lado del cual salen dos *orejetas* (10) para articular el cierre, y por el otro se termina en un pequeño ensanchamiento cónico, llamado *tulipa*, que determina la boca del cañón.

Interiormente el cañón es perfectamente cilíndrico, terminándose por el lado de la culata en una superficie cónica en la cual se aloja el tornillo de cierre. La parte posterior e interior del cañón, junto al cierre, ha recibido el nombre de *recámara*. El ensanchamiento cónico que presenta el cañón después de la recámara, tiene su superficie dividida en cuatro partes desigua-

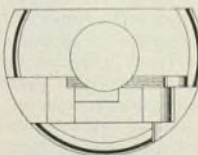
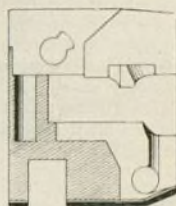


Fig. 2.

les: dos de ellas triples de las otras dos, roscadas según tres diámetros las primeras, y lisas las segundas. En su parte exterior presenta cinco salientes, uno junto al extremo de la culata formando las *orejetas* (10)

para sostener el eje de giro del porta-cierre; otro a la izquierda del cuerpo del cañón para el *soporte del alza* (5); dos más simétricos en el tubo junto al manguito que forman los *muñones* (7) de apoyo sobre la cureña y finalmente en el lado izquierdo existe otro saliente para el *soporte de la mira* (8).

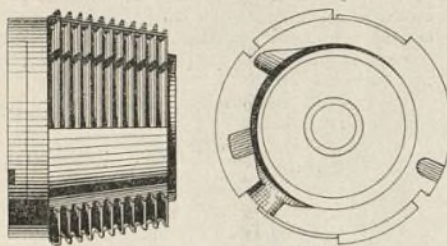


Fig. 3.

Cierre.—Constituye el cierre una de las partes más características de las piezas de artillería, por lo que ha sido objeto de constantes estudios; el del cañón Krupp está compuesto por una *placa* (fig. 1) o *soporte del cierre* provisto de dos *orejetas*, (1) para articular la placa a un eje de giro fijo en la culata del cañón; en dicho soporte va alojado en (2) una pieza de acero llamada *núcleo del cierre* (fig. 2) que a su vez sostiene al *tornillo de cierre* (fig. 3) de forma tronco-cónica y exactamente igual en su forma exterior a la cavidad descrita de la

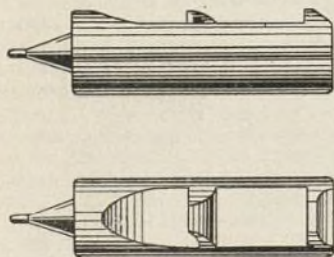


Fig. 4.

recámara, a la cual se ajusta su superficie; ésta, como aquélla, está dividida en cuatro partes, dos de ellas roscadas tres veces mayores que las otras dos que son lisas.

El núcleo del cierre es hueco y en él van alojados el mecanismo disparador y el percusor (fig. 4); éste está constituido por una pieza aproximadamente cilíndrica de acero, una de cuyas bases es cerrada y termina en punta, interiormente hueca; tiene un *muelle* de acero helicoidal que se apoya en el núcleo del cierre pudiendo moverse libremente en la cavidad practicada en el interior del núcleo y del tornillo de cierre; presenta exteriormente una serie de dientes, que son actuados por el mecanismo del disparador, el cual está formado por una palanca (fig. 5) terminada en un extremo por una anilla que lleva sujeta la cuerda disparadora y que en el otro extremo termina por un *reborde* que penetra en el canal de una *excéntrica* (fig. 6) y un tope para

apoyarse en un diente del pasador del núcleo y del seguro alrededor del cual gira.

La punta en que se termina el percusor se corresponde con un orificio que presenta una pequeña pieza denominada *grano del fogón*, la cual va roscada a la base menor del tornillo de cierre.

Exteriormente a la placa de cierre está sujeta la *palanca de cierre* (fig. 7), en cuyo interior hueco va alojado el *fiador* (fig. 8), que se sujeta mediante un pasador (fig. 9). El fiador tiene un brazo de apoyo, un muelle de lengüeta, y es taladrado para dar paso al eje de giro presentando en su superficie un saliente o *cola* que es guiada por el filete guía del porta-cierre: en posición normal la cola del fiador se apoya en el resalte del filete y no permite mover la palanca, pero oprimien-



Fig. 5.

do el brazo de apoyo se vence la resistencia de la lengüeta, el fiador gira, la *cola* baja y puede penetrar en una ranura del porta-cierre permitiendo a la palanca de éste verificar el movimiento.

Intimamente ligado al mecanismo de cierre existe el llamado extractor (fig. 10), que está formado por una horquilla de acero que puede girar alrededor del mismo eje del porta-cierre, y cuyas dos ramas se terminan en dos uñas que alojadas en un pequeño hueco que queda entre la recámara del cañón y el tornillo de cierre, sujetan el reborde de la vaina del cartucho. Cerca su eje de giro, presenta la palanca del extractor un tope o talón sobre el cual se apoya el cierre cuando la recá-

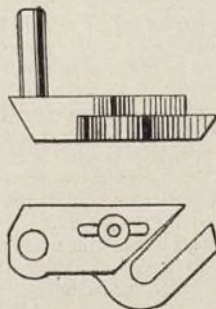


Fig. 6.

mara es abierta. El conjunto exterior del cierre afecta la forma de la figura 11 e interiormente la de la fig. 12.

Funcionamiento del cierre y del disparador.—Una vez emplazada la pieza y a la voz de mando del oficial, oprime el artillero el brazo de *apoyo del fiador* de la

palanca de cierre, con lo cual corre el fiador por la guía, la palanca del eje gira alrededor de su eje, y el tornillo de *cierre* da $\frac{1}{8}$ de revolución quedando desenroscado; continuando empujando la palanca del cierre el movimiento de rotación del tornillo cesa, y gira todo el cierre alrededor del eje sujeto en la culata del cañón, abriéndose su recámara, cerca del final de este movi-

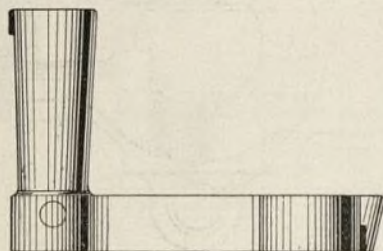


Fig. 7.

miento, el porta-cierre tropieza con el tope o talón del extractor y hace girar éste, determinando su movimiento la expulsión de la vaina del proyectil ultimamente disparado que estaba sujeto por las uñas del extractor.

Abierta la culata (fig. 13), otro artillero aloja el pro-

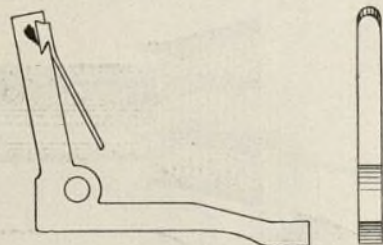


Fig. 8.

yectil, efectuado lo cual debe cerrarse la recámara. Empújase para ello la palanca de cierre en sentido contrario al que se había hecho para abrirlo; el empuje determina primeramente el movimiento del porta-cierre que, no apretando ya al tope del extractor, vuelve éste a su posición normal aprisionando sus uñas la vaina del nuevo proyectil; llega un momento que el cierre se apoya en el plano de la culata y el pestillo se introduce; la presión sobre la palanca de cierre, actuando sobre el *tornillo* de cierre que ha quedado libre, hace que gire atornillándose en su alojamiento del cañón;

cuando éste ha dado su octavo de revolución, la cola del fiador penetra en el reborde del filete de la culata, quedando herméticamente cerrada la recámara y en disposición de disparar.

Para ello se tira de la cuerda de la palanca del disparador, que girando sobre su eje, penetra su reborde en la ranura de la excéntrica, obligándola a girar; el gatillo fijo en ella retrocede y arrastra al percutor comprimiendo el resorte o muelle interior; tirando siempre de la cuerda llega un momento que el gatillo se escapa, queda libre el percutor, y reaccionando el muelle, es arrojado con ímpetu en dirección contraria, penetrando su punta en el hueco del *grano del fogón*, hiriendo con fuerza en el estopín del cartucho determinando el disparo. Suelta la cuerda del disparador vuelve todo a su posición inicial y de nuevo el gatillo de la excéntrica agarra al percutor quedando en disposición de hacer un nuevo disparo.



Fig. 9.

Cureña.—Es la parte fundamental o punto de apoyo del cañón.

Consta de dos piezas llamadas *mastiles* (fig. 14) de acero laminado, iguales y paralelas, solidariamente reunidas por uno de sus extremos, formando un conjunto llamado *cuerpo de la cureña*, y reunidas por su parte media mediante una caja de plancha roblonada a los mastiles (caja entre gualderines), y por su otro extremo por una pieza llamada *contera*, que termina en una anilla o *argollón*, para engancharla al armón para su arrastre.

Cerca de uno de sus extremos, en el centro de los mastiles, hay embutidos dos salientes circulares para encajar el eje que lleva dos robustas ruedas para facilitar su arrastre. Aproximadamente sobre este eje va colocada una pieza o placa que sirve de apoyo a una pieza de acero fundido llamada *gualderín* (fig. 15) que presenta dos cojinetes en los cuales se apoyan los muñones del cañón. La unión del gualderín y la placa citada es por enchufe, presentando al efecto el primero en su parte inferior dos superficies cilíndricas enlazadas por una parte cónica; además tiene lateralmente un

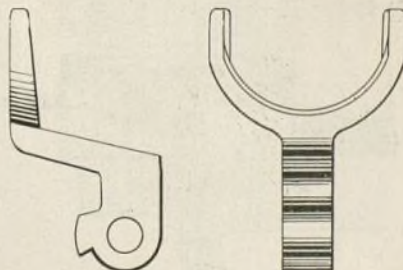


Fig. 10.

apéndice llamada *rabera*, de gran resistencia, y que se termina con una pestaña que se introduce en un orificio que presenta el eje del aparato de puntería en dirección.

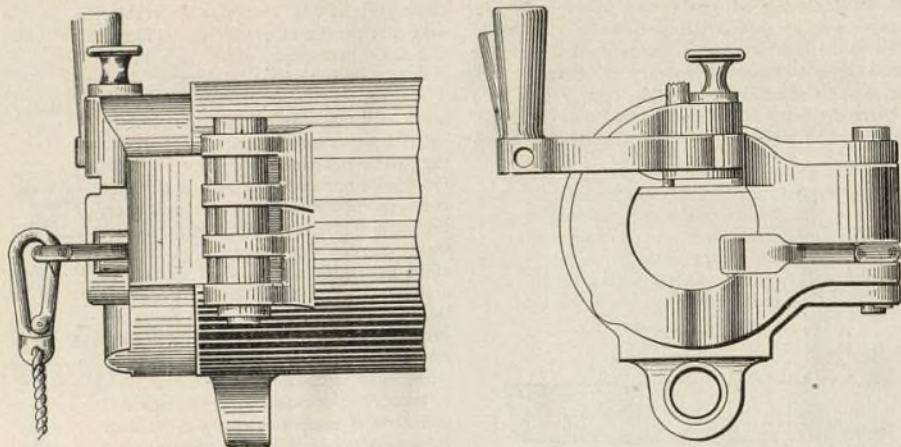


Fig. 11.

Sujetos al mastil hay los asientos para los servidores de las piezas, compuesto de sillín y soporte para los pies, y a un lado el volante para el frenado de las ruedas de la cureña cuando la pieza es transportada. Finalmente, en el lado derecho, existen varios ganchos para sostener el escobillón.

Solidariamente unido a la cureña y formando parte esencial con ella, hay los dos aparatos de puntería: el de *dirección* y el de *altura*.

Aparato de puntería en dirección.—Una vez colocada la pieza en posición, es imposible que haya quedado su eje en la dirección exacta del blanco, para lo cual será necesario poder dar al cañón un pequeño

movimiento de giro alrededor de un eje vertical: para lograrlo se ha colocado un eje (1) (fig. 16), apoyado en dos soportes (2) roblonados en la parte interior de los mastiles, y que por su extremo izquierdo sale fuera de ellos. En el centro del eje hay una ranura o ventana en la cual penetra la pestaña de la *rabera* del gualderín y un usillo (3) para atornillarse en el árbol del aparato de puntería en dirección; hemos dicho que este árbol salía por el lado izquierdo de la cureña presentando en su superficie un filete sobre el cual gira una tuerca unida a un volante (4) que viene a caer debajo del volante general (5) de puntería unido al árbol. Es natural que, girando éste, el eje girará, y el usillo será arrastrado en uno u otro sentido con lo cual la pestaña de la *rabera*

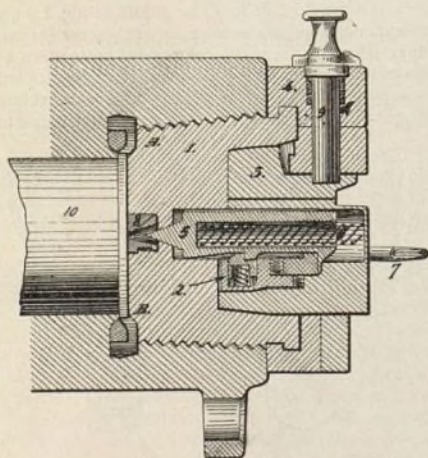


Fig. 12.

- 1.—Tornillo de cierre.
- 2.—Mecanismo del disparador.
- 3.—Núcleo del cierre.
- 4.—Porta cierre.
- 5.—Percutor.
- 6.—Muelle del percutor.
- 7.—Palanca del disparador.
- 8.—Orano de fogón.
- 9.—Eje del fiador.
- 10.—Recámara.

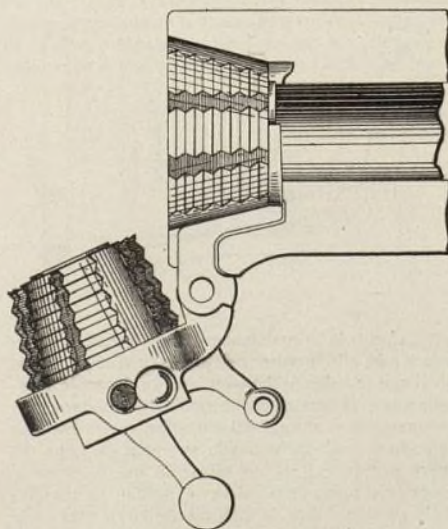


Fig. 13.

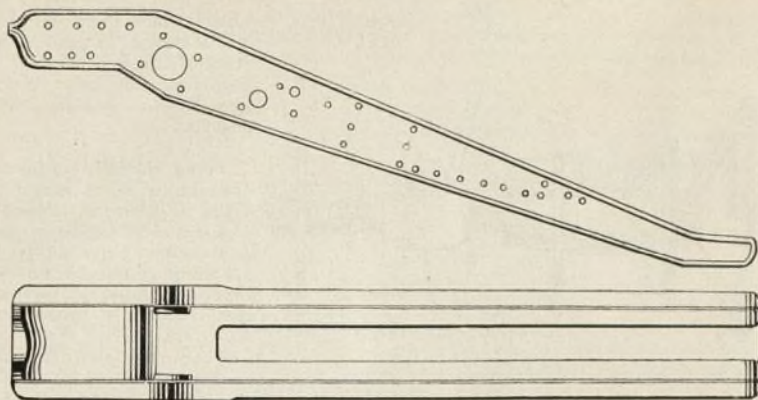


Fig. 14.

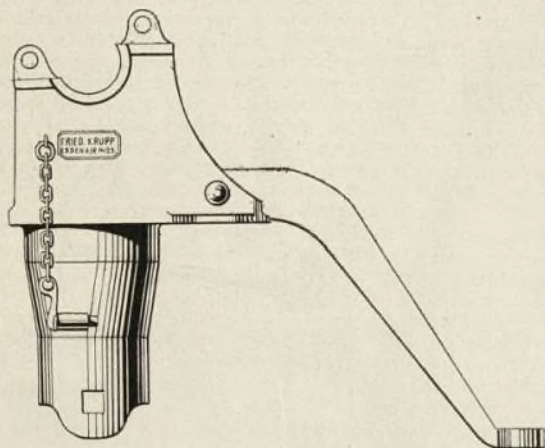


Fig. 15.

será desplazada comunicando este movimiento al gualderín y al cañón; una vez esté bien colocado, se mueve el otro volante (4), que apretando sobre el alma de la cureña, impide todo movimiento involuntario del eje de puntería en dirección. Para variar ésta lo primero

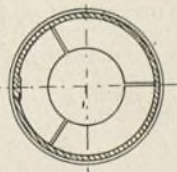
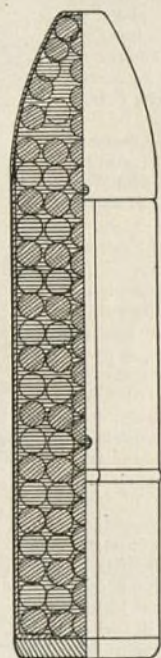


Fig. 22.

que precisa hacer es aflojar el volante (4) de sujeción del eje y luego puede variarse la posición del cañón haciendo girar el volante de puntería (5).

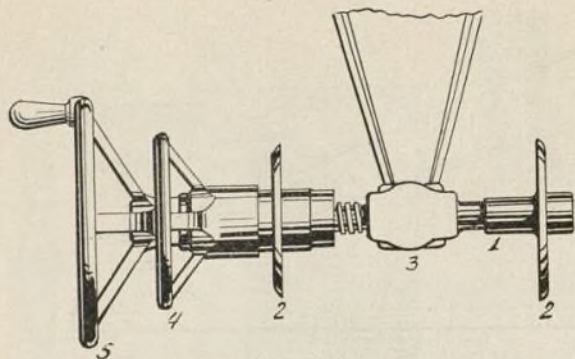


Fig. 16.

Aparato de puntería en altura.—Junto al aparato de puntería en dirección tiene la cureña el aparato de puntería en altura, cuya finalidad es hacer girar al cañón sobre el eje horizontal de los muñones a fin de variar el ángulo de tiro.

El cañón, descansando sobre el gualderín, está naturalmente inclinado hacia la culata, por lo que es necesario exista cerca del cierre un punto de apoyo.

Es evidente que variando la altura de éste quedará cambiada la posición de aquél y su ángulo correspondiente. El aparato de puntería de altura, es, pues, el mecanismo destinado para variar la misma de tiro. Consta de un eje de acero (1) (fig. 17), con un piñón cónico que engrana con otro de un mecanismo diferencial (2) (semejante a un *crik* o *gato*); por el lado exterior izquierdo del cuerpo de la cureña sobresale este eje y termina en un piñón cónico (3) que engrana con otro piñón (4) unido a un eje (5) que se termina en un volante (6). El extremo del movimiento diferencial que sirve de apoyo al cañón (9) va unido a dos piezas de acero (7) articuladas sobre los mastiles (8), con lo cual se dirige su movimiento; es lógico comprender que

bastará girar el volante (6) para hacer girar al eje y por lo tanto mover el mecanismo diferencial haciendo subir o bajar el punto de apoyo (9) del cañón y por lo tanto variando su ángulo de puntería.

Freno hidráulico-recuperador.

Finalmente existe un mecanismo para anular los efectos de retroceso que se experimentan en todas las armas de fuego al disparar, y que restituya la pieza a la misma posición que tenía antes de efectuar el disparo; este mecanismo está constituido por el *freno hidráulico* y por el *recuperador*.

El freno hidráulico está formado por un cilindro (1) hueco, de acero (fig. 18) (llamado *envuelta del freno*) cerrado por uno de sus extremos de donde parte otro de poca longitud, ma-

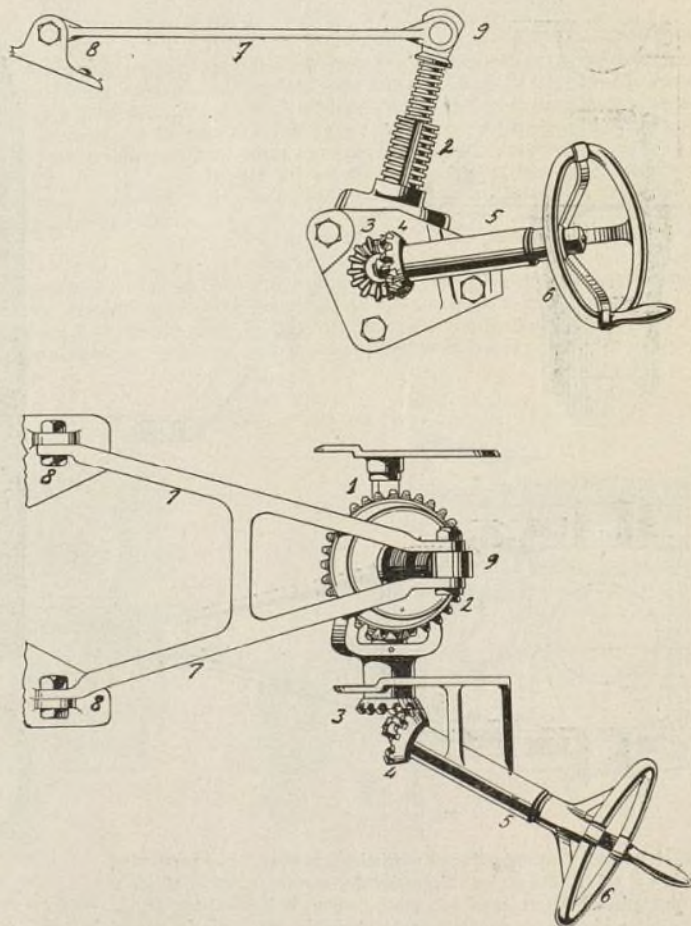


Fig. 17.

cizo y pequeño diámetro (2); la envuelta del freno a partir de su base cerrada presenta dos ranuras longitudinales y opuestas. El extremo abierto de la en-

do incongelable el cuerpo del freno al hacer un disparo retrocede la *cureña* (8) y la reja del arado (4) se clava en la tierra; unida la reja a la envuelta del freno (1)

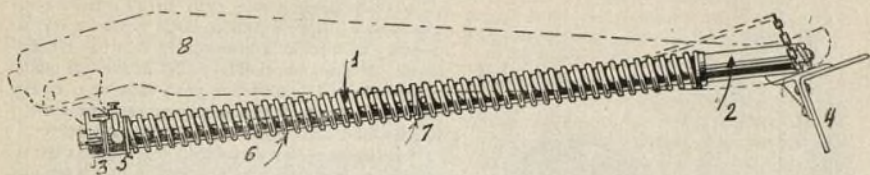


Fig. 18.

vuelta del freno lleva atornillada una pieza llamada *cabeza de la envuelta* (3), en cuyo centro hay un orificio roscado para sujetar al *vástago del émbolo*, y el otro va unida a una pieza de acero llamada *arado* (4), mediante un enchufe cilíndrico.

En el interior de la envuelta va colocado un cilindro hueco de acero, cerrado por su parte posterior y abierto por la anterior, presentando lateralmente dos aletas guías que encajan en las ranuras longitudinales de la envuelta. En su cara o base cerrada tiene un orificio para la entrada y salida de líquido y una canal rectangular para encajar el tapón roscado que cierra al orificio citado; en el interior del cuerpo del freno resbala suavemente un *émbolo* (1) (fig. 19) de bronce, atornillado por una de sus bases al extremo de un *vástago* (2) y el otro extremo va roscado en la *cabeza de la envuelta*, cuyo émbolo lleva además dos *aletas* (3) con juego de charnela que tienen un pequeño orificio en

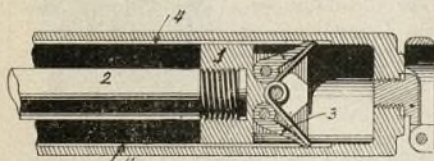


Fig. 19.

su superficie y que se mueven recorriendo dos canales trazados en el interior del cuerpo del freno. El émbolo posee además un tope o saliente que encaja en otra canal guía practicada en la superficie interior del cuerpo del freno y que impide su movimiento de rotación.

El extremo abierto del cuerpo y de la envoltiente del freno es cerrado por la *caja de obturación* (5), que consiste en una pieza cilíndrica de bronce con un hueco central para el paso del vástago del émbolo. Exteriormente va ajustada a las piezas citadas mediante arandelas anulares de cuero para asegurar la obturación.

Sobre la superficie de la envuelta del freno va arrollado un muelle de acero llamado *recuperador* (6) (figura 18) dividido en dos trozos separados por un aro (7) de bronce, sobre el cual se apoyan ambos muelles por uno de sus extremos, apoyándose el otro en el tubo porta-reja del arado (2) y en la cara posterior del *collar* porta-muñones (5) que une el cuerpo del freno con la *cureña* (8).

Funcionamiento.—Lleno de agua o mejor de líqui-

y ésta al émbolo, estas piezas no cambian de sitio, pero el cuerpo del freno que va unido a la *cureña* retrocede; en virtud de este movimiento el émbolo se mueve en el interior del cuerpo y el líquido interior es comprimido, y pasa por los orificios de las paletas del émbolo, o bien las levanta si la presión es muy grande; como el cuerpo del freno va unido a un collar de suspensión, éste resbala por sobre la envuelta y comprime los muelles (6) del recuperador. Amortiguado el retroceso reaccionan los muelles, devuelven al collar su posición primitiva, y éstos arrastran la *cureña* (8) a la posición de tiro que antes tenía.

Como accesorio importante que resta describir merece especial mención el mecanismo de freno para la marcha o transporte, y los asientos, colocados sobre la *cureña* para asiento de los artilleros durante las marchas; su misma sencillez hace inútil su descripción detallada.

Municiones.—Distintas son las municiones empleadas, pudiendo agruparse en tres clases: *granada ordinaria*, *granada de metralla* y *bote de metralla*.

Constan todas ellas del *cartucho* y del *proyectil*. El cartucho está formado por una vaina de latón (fig. 20) terminada en un *culote* (1), y cuyo cuerpo (2) ligeramente tronco cónico termina en un *gollete* (3). La base que forma el culote (1) presenta un reborde para su fácil extracción y un taladro roscado (4) para atornillar el estopín; esta pieza, de latón, presenta en su interior la cápsula que contiene el fulminante y el petardo de pólvora comprimida; el cuerpo del cartucho va lleno con pólvora tubular de nitrocelulosa pura, de grano de un milímetro de espesor y en el fondo, junto al petardo del estopín, se coloca 10 gramos de pólvora negra que constituye el *cebo*.

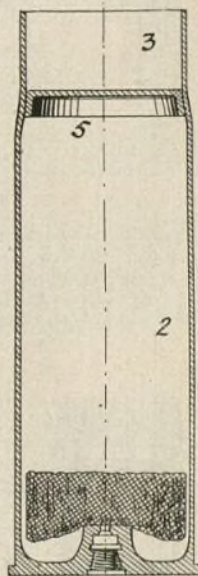


Fig. 20.

En general la carga del cartucho es de 750 gramos, y solo de 525 en los botes de metralla.

Cerrando la carga y sirviendo de asiento al proyec-

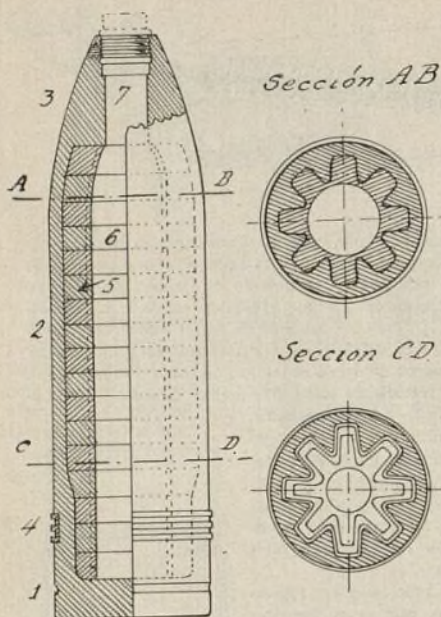


Fig. 21.

til se pone un sombrerete de cartón llamado *taco* (5).

Granada ordinaria.—Consiste en una pieza de fundición (fig. 21) llamada de *segmentos* o de *doble pared* y consta de *culote* (1), *cuerpo* (2), *ojiva* (3), *banda de forzamiento* (4) y *boquilla* (7). Su superficie ex-

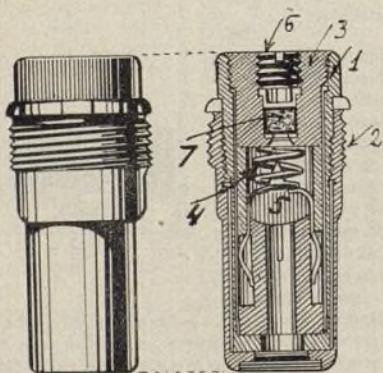


Fig. 23.

terior va torneada al diámetro exacto del cañón y su interior tiene 17 *coronas* o anillos de fundición (5) y un hueco (6) para recibir la carga de 170 gramos de pólvora negra. La *banda de forzamiento* (4) es de cobre con dos canales, y la *boquilla* (7) es roscada para

atornillar la *espoleta*. El peso de este proyectil es de 6,500 kilogramos.

Granada de metralla.—Exteriormente es semejante a la que acabamos de describir (y es la dibujada en la lámina desmontable) pero en su interior existe una *cámara posterior* para la carga explosiva, un *diafragma* y un *tubo de comunicación* lleno de cilindritos de pólvora comprimida y 250 balines de plomo endurecido de 11 gramos de peso cada uno; en este proyectil la *banda de forzamiento* no está acanalada, y su peso total, con carga es de 6,500 kilogramos.

Finalmente el *bote de metralla* (fig. 22), está formado por una ligera envuelta de acero recubierta por otra de latón, y en el interior van alojados 275 balines de plomo endurecido de 16 gramos de peso, siendo el del conjunto de 8,676 kilogramos.

Espoletas.—Reciben el nombre de *espoletas* unas piezas especiales de que están provistos los proyectiles para estallar en el momento oportuno.

Se clasifican en dos grupos: de *percusión* y de *doble efecto*.

La espoleta de percusión (fig. 23) es empleada cuando se desea que el proyectil estalle al chocar contra el blanco; está constituida por el *cuerpo de la espoleta* (1) atornillada exteriormente al suplemento de la espoleta (2); en su interior va roscado el *porta cebo* (3) en cuyo

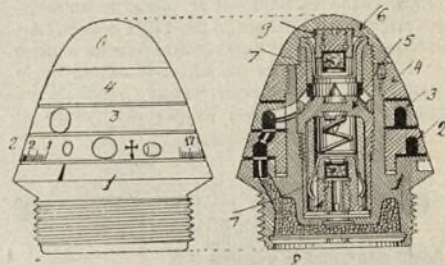


Fig. 24.

interior hueco va colocada la cápsula con el fulminante (7). En el interior y debajo del porta cebo hay un muelle de acero que sostiene al percutor (5) cerrándose el porta-cebo por la parte superior mediante un tapón roscado.

Atornillada la espoleta en la boquilla de una granada ordinaria al ser disparada por la pieza todos los órganos estarán dotados del mismo movimiento y a igual velocidad; al chocar contra el blanco, el proyectil se detiene, pero la pieza que forma el percutor (5) que está libre, continúa en su movimiento merced a la inercia, aprieta al resorte (4), y su punta, clavándose en la cápsula (7) que contiene el fulminante, produce la explosión de la granada.

La espoleta de doble efecto (fig. 24) consta del cuerpo de la misma para roscarla a la boquilla del proyectil, y presenta una corona en la que va colocado el *anillo regulador de tiempos*, sobre el cual está el *anillo de toma de fuego*, ajustándose el conjunto con la *tuerca de apriete* (4). En el interior se coloca el *porta-cebos* (5), que se termina con un *sombrerete* que completa exteriormente la espoleta; dentro del porta-cebos hay colocadas dos cápsulas de fulminante (7) y dos aparatos de percusión (8) y concusión (9).

Mediante esta disposición se logra anular el inconveniente que presentaban las espoletas ordinarias de exigir que el proyectil chocase por su ojiva, ya que, sea como sea que choque, o la pieza (9) se mueve haciendo estallar su cápsula fulminante con la punta del percusor, o lo hace la pieza (8); en ambos casos la explosión del proyectil se produce.

ANTONIO FERRER, Ingeniero.

Procedimientos industriales

Procedimiento de fabricación

de celulosa pura

Para obtener celulosa pura para necesidades quirúrgicas, el presente procedimiento aconseja y tiene por objeto desembarazar a las materias celulósicas, especialmente algodones, de las grasas y resinas naturales, oxidadas o no, cementos orgánicos y materias colorantes de la sílice y silicatos insolubles, a la par que evita la formación de oxixelulosa.

El procedimiento consiste esencialmente en hacer obrar sobre las materias celulósicas una lejía formada de sosa cáustica, de carbonato alcalino, de sulfito alcalino y de tricloruro de etileno.

He aquí un ejemplo de realización de este procedimiento:

- 2 % de sosa cáustica;
- 1 % de carbonato de sosa;
- 1 % de sulfato de sosa;
- 1 % de tricloruro de etileno.

Esta lejía disuelve, además de la sílice y cementos orgánicos, las grasas naturales y las resinas y se opone a la formación de oxixelulosa resultante de la acción de la sosa cáustica.

Después de la lejivación, que se prolonga de 4 a 12 horas, claréase con agua natural para disolver los jabones formados, y luego se blanquea por los procedimientos ordinarios por hipocloritos alcalinos o cloruro de cal.

El resultado es una celulosa blanca, pura, exenta de materias grasas y apropiada para usos farmacéuticos, químicos y pirotécnicos, (algodón pólvora) sin deterioro alguno de la celulosa ni de su textura fibrosa.

Las colas y otros adhesivos

a base de materias fibrosas

Las cargas amiláceas son empleadas en gran escala en la industria de los aprestos; no obstante, en ella no representan más que en parte el papel esencial de la cola, y como ya existen multitud de recetas de estos aprestos, los dejaremos a un lado para ocuparnos únicamente de las colas verdaderas, cementos, masillas o engrudos a base de harina, de fécula, de almidón; se hace mucho uso de ellas en fotografía, encuadernación e industrias similares, pero aparte de la aplicación de papeles pintados en los muros y encuadernación, no hay una aplicación verdaderamente industrial. Y es una verdadera lástima, pues en muchos casos las colas amiláceas, más económicas que las mixturas a base de

gomas y gelatinas, tienen un poder adhesivo igual. Ello nos incita a reunir, clasificándolas metódicamente, el gran número de fórmulas que de estas mixturas se poseen, y aunque parte de ellas se presentan en proporciones de ensayo, fácilmente se establecerán las proporciones para la aplicación a la gran industria.

Para hacer posible una elección mejor razonada, conservamos algunas fórmulas muy parecidas entre sí, pero que difieren en algún pequeño detalle que, en el momento del uso, tiene toda la importancia.

Las colas amiláceas destinadas al encolado son frecuentemente preparadas con agua conteniendo un poco de cola fuerte. Se le incorpora también algunas veces jabón neutro de resina para disminuir la viscosidad y un poco de esencia de trementina para darle cohesión.

Para la preparación se parte no de almidones puros sino de harinas, pues las materias gluténicas que éstas contienen aumentan el poder adhesivo; se obtienen con ellas los engrudos que tanto se emplean en el encolado del papel. Es conveniente añadir alguna materia antiséptica cuando el engrudo ha de conservarse algunos días y para ello se emplea frecuentemente el fenol, ácido bórico, carbonatos alcalinos, bórax, alumbre, bicloruro de mercurio, sulfato cúprico, etc.

Colas de almidón y de fécula

Cola para fotocopias

La cola de almidón es la preferible: en caso de sopladuras, no produce manchas brillantes como deja la goma arábica, gelatina o dextrina.

Para prepararla, viértase en una cacerola 1 gramo de almidón y 100 cm. cúbicos de agua, caldeando a fuego dulce y removiendo constantemente, hasta que la mixtura se vuelva espesa y se haga transparente. Añadir entonces 5 gramos de bicarbonato de sosa. Para la conservación púedese también disolver previamente en el agua empleada 4 gramos de ácido bórico.

Cola para fotografía

Un consejo para los aficionados que puedan verse tentados por las fórmulas de cola a base de almidón mezclado con glicerina. Esta cola, recomendada en algunos tratados, puede ser empleada si la desecación es rápida y enérgica; pero si es lenta, que es el caso de pegar pruebas en un album cerrado, por ejemplo, la glicerina, ávida de agua, retiene la humedad y se desarrolla la descomposición en forma de manchas verdosas del peor efecto. Estas manchas inutilizan las fotografías. La consecuencia de ello es aconsejar el uso de la vulgar cola de almidón.

Fórmase con 5 a 15 gramos de almidón por 100 cm. cúbicos de agua, según la consistencia deseada; hay que remover sin cesar durante el caldeo. Púedese perfumar e imputrescibilizar como precedentemente.

Colas de almidón

Diluir 60 gramos de almidón en 200 cm. cúbicos de agua. Mezclar con otros 1.000 de agua hirviendo y remover hasta que la mezcla adquiera diafanidad. Durante el enfriamiento añadir 12 cm. cúbicos de glicerina y algunas gotas de agua fenicada.

Una excelente cola para pruebas fotográficas se prepara con:

Agua	1.000 gramos.
Almidón puro	90 »
Bicarbonato de sosa	50 »

Diluir el almidón en el agua fría, caldear luego removiendo sin cesar para evitar que el almidón se adhiera a las paredes del recipiente y forme grumos.

Cuando la masa se ha hecho incolora, añadir poco a poco, removiendo siempre, el bicarbonato de sosa, y para evitar la putrescibilidad de la cola, tan rápida, deberá añadirse al mismo tiempo algunos cristales de ácido fénico. Evitar el polvo y grumos y aplicar con paletina ancha y suave.

Cola de almidón para fotografías

Agua	1.000 gramos.
Almidón limpio	90 »
Bicarbonato de sosa	50 »

Diluir el almidón en el agua fría, y caldear luego removiendo constantemente para evitar que el almidón se adhiera a las paredes del recipiente en forma de grumos. Cuando la masa se hace incolora, se añade poco a poco, sin cesar de remover, el bicarbonato de sosa. No estará de más, si se desea conservar un poco este engrudo, añadir al propio tiempo algunos cristales de ácido fénico. Evítase especialmente el polvo y los grumos que forman abolladuras en las pruebas. Aplicarlo con una paletina ancha y suave.

Cola para pegar papel sobre metales

Dejar durante 48 horas aproximadamente en un paraje caliente una mezcla removida frecuentemente de:

Fécula	100 gramos.
Acido nítrico	5 »
Agua	120 »

Llevarlo a la ebullición diluyendo en agua si es preciso. Añadir finalmente 1 por 100 de una mezcla finamente pulverizada de 100 gramos de sal amoniacal y 50 de flor de azufre.

Para pegar papel sobre metal pulimentado

Sea cual fuere el género de cola empleada en este uso, casi siempre se obtiene insuficiente adherencia, y el papel se desprende fácilmente después de la desecación. Es fácil de remediarlo lavando primero la superficie pulimentada con una solución de carbonato sódico, lavando y enjugando luego, y pasando sobre el metal zumo de cebolla, pegando seguidamente el papel embadurnado con la cola a base de almidón.

Cola almidonada

La cola usual a base de almidón se prepara muy fácilmente por simple ebullición de una solución muy diluida de almidón.

Colas amiláceas gomosas o gelatinosas

Cola de almidón

Poner en un plato hondo 120 gramos de almidón de arroz con 20 gramos de gelatina y un poco de agua. Caldear sobre un hornillo de alcohol agitando cons-

tantemente con una varilla de madera para evitar grumos.

La mezcla tiene primero una apariencia lechosa; cuando comienza a hacerse dura y vítrea se suspende el caldeo, quedando preparada la cola, que es de calidad excelente.

Para conservarla se la coloca, después de cada empleo, dentro de una caja cerrada con un frasco de alcohol destapado. Con esta precaución la cola se conserva bien durante 8 ó 15 días.

Cola de pasta perfeccionada

En 450 gramos de agua, hacer disolver una pulgada de ácido salicílico diluyendo luego 1 kg. de dextrina. Absorbida el agua, caldear la mezcla, removiendo constantemente sin llegar a la ebullición. Retirar del fuego el líquido y verter en un recipiente sumergido en agua fría. Después del enfriamiento de la masa, añadir 60 gramos de glicerina. En el caso de que la cola resultase demasiado densa, añadir agua hervida ya fría, siendo preferible agua de lluvia o destilada.

Cola para fotografías sin esmalte

Diluir 30 gramos de almidón en 100 centímetros cúbicos de agua, vertiendo la solución en 500 cm. cúbicos de agua en ebullición, removiendo y continuando el caldeo. Cuando la mezcla toma una transparencia azulada, suspéndese el caldeo y se añade 8 gramos de gelatina blanca previamente ablandada por permanencia de un cuarto de hora en agua fría. Remover hasta la disolución de la gelatina, dejar enfriar y pasar dos veces a través de un lienzo blanco. Para asegurar la conservación de esta cola añadir algunas gotas de ácido fénico.

Cola para papel y cuero

Tomar pesos iguales de cola fuerte, almidón y esencia de trementina. El almidón es diluido en agua hasta hacer una pasta de cierta consistencia. De otra parte, hácese disolver la cola en agua al baño de maría. Viértese la esencia en la cola y luego el almidón. Caldease a fuego moderado removiendo constantemente. Puede diluir en agua. La cola se conserva largo tiempo; puede emplear en frío y se seca rápidamente.

Cola para fijar el papel sobre hoja de lata

En principio puede emplearse también para fijar tejidos sobre diversos metales.

Agua	90 gramos.
Almidón	6,5 »
Gelatina	2 »
Fluoruro de sodio	1,5 »

Pónese la gelatina a disolver en agua durante 24 horas, y luego se la funde en el baño de maría. De otra parte, hácese una cola de pasta con almidón, y se mezclan las colas con el fluoruro de sodio. El producto se conserva indefinidamente y puede tener infinitas aplicaciones.

Puédese igualmente pegar el papel sobre superficies metálicas añadiendo glicerina a la cola de pasta ordinaria.

Para pegar papel y tejidos sobre hoja de lata, mézclase 4 gramos de goma tragacanto pulverizada y 30 centímetros cúbicos de agua hirviendo, dejando reposar luego.

MINAS SUBMARINAS

De todos los elementos de destrucción que en la actualidad están en uso en la guerra europea, sobresalen por sus efectos fulminantes las llamadas minas submarinas, de las que los alemanes, con osadía sin ejemplo, han llenado sus propias costas y las de Inglaterra.

Esta moderna arma de combate que fué hasta la fecha considerada como esencialmente defensiva, ha sido empleada como ofensiva, dado que, ancladas en puntos sumamente lejanos de las costas alemanas, impiden no solamente la navegación en la que se quiere defender, dificultando el bombardeo de las poblaciones costeras, sino que obligan a la escuadra enemiga a refugiarse en sus puertos nacionales limitando su actuación a las operaciones más precisas.

En esencia una mina submarina es un depósito flotante parcialmente lleno de una sustancia explosiva, generalmente un *picrato*, que bajo la acción del choque o esfuerzo del buque que toca a la mina estalla y ocasiona el movimiento del percusor que produce la deflagración de un fulminante.

En su primera época, las minas submarinas consistían en verdaderas *boyas* que, arrojadas al mar, eran arrastradas por las corrientes marinas, por lo que se comprende claramente los casi nulos efectos que tenían que producir en los buques enemigos y la escasa protección que prestaban a la costa desde donde se tiraban al mar.

Una vez lanzadas, pronto abandonaban la zona que se trataba de defender, y flotaban arrastradas por los mares destruyendo pacíficos buques que navegaban por puntos sumamente distantes; si a ello se añade que, por ser cuerpos flotantes, parte de él emergía de la superficie de las aguas, se comprenderá la facilidad con que una vez percibidas por el más lisonjero éxito, han permitido perfeccionar estos mortíferos elementos de guerra hasta llegar al tipo casi ideal empleado por la marina alemana.

La necesidad de obtener efectos destructores y, sobre todo, de limitar su campo de acción en puntos determinados, permaneciendo invisible para los enemigos, y de que su explosión no pueda ser producida por otra causa distinta del choque de un buque, han dado origen a una serie de estudios por los profesionales que, coronados por el más lisonjero éxito, han permitido perfeccionar estos mortíferos elementos de guerra hasta llegar al tipo casi ideal empleado por la marina alemana.

En el número 7 de esta revista hemos ya dado una descripción de los diferentes tipos de minas submarinas construídos por el eminente ingeniero de la armada italiana Elia, pertenecientes todas ellas al grupo de minas fondeables, ya para colocarlas en grupos combinados a fin de impedir por completo el paso de los buques, ya para anclarlas aisladamente, reduciendo así el campo de acción.

Como más importante en las operaciones navales actuales, merece especial mención esta última, cuyo modelo desmontable publicamos en este número.

Estas minas submarinas constan de dos partes distintas: la mina propiamente dicha y la cámara de anclaje; la primera afecta la forma de una esfera (1) de cobre, hueca, en cuyo interior va alojado un cilindro (3) que es el depósito de explosivo, limitado por dos planos quedando una parte de él hueco y en la cual va colocado el cilindro (8) del porta percusor que va enlazado exteriormente con el disparador. El percusor consta de un cilindro (8) terminado en una pieza de hierro que acaba en punta afilada y por el otro en dos muescas en las cuales penetran las mandíbulas de una pinza (9) articulada en el extremo de una barra (10) que va sujeta al tapón cierre (16). El eje de la pinza (9) está dispuesto de modo que, si el eje de la misma sale fuera del cilindro envolvente, la pinza se abre y dicho eje, obligado por un resorte que normalmente está comprimido, hace correr bruscamente la pieza percutora de izquierda a derecha.

En virtud de ello, si llenamos el cilindro (3) con el fulminante y colocamos en éste un pistón, tendremos que bastará que el eje (10) sea atraído hacia fuera para que saltando (9) al percusor (8) hiera al cierre (17) del fulminante en el pistón (7) y se produzca la explosión deseada.

Siendo esta arma peligrosísima y confiándose a ella la defensa de los puertos, precisa construirla de modo que solo actúe el percusor cuando es realmente tocada por un buque; pero que no estalle nunca por la acción de las aguas.

Anclada la mina mediante un cable de sujeción (19) y atada por una argolla (16), fija en una placa circular que lleva roscado en la otra base el eje (10) del mecanismo percusor, es fácil comprender que cualquier esfuerzo ejercido sobre la boya (1) producirá una tensión del cable (19) y, por lo tanto, se producirá una atracción de (10) que dejando libre (8), hará estallar la mina. Así dispuesto, podría darse el caso de que la misma tensión del cable, producida por la acción del flotamiento, podría ser suficiente para producir su estallido, por lo que, como medida de seguridad, se dispone una palanca (13) que resbala por el interior de un cilindro (12) pudiendo girar alrededor de un eje (14) que se apoya en la placa que lleva la argolla de anclaje (16); mientras (13) esté vertical, su brazo inferior impedirá todo movimiento de salida del plato que lleva el eje (10) evitándose así que estallen las minas sin causa justificada. Si por cualquier motivo (13) y (12) giran alrededor de (14), la tensión del cable será suficiente para que actúe de percusor.

La segunda parte de que está formada una mina es la caja de anclaje, que consta de una caja metálica abierta por su parte superior (20) en cuyo interior va colocado un torno (22) en el cual una de las cabezas tiene una rueda dentada (23); girando torno y ruedas alrededor del eje (30), cuyo extremo sobresale y sirve de gufa a la palanca de disparo del torno, que se introduce en la caja del freno (24) y presenta un ga-

tillo (25). El pivote de disparo del torno termina en su parte inferior en una argolla para la sujeción de la sonda.

La caja lleva además interiormente una excéntrica de seguridad (31), y exteriormente varias ruedas para facilitar su transporte.

Por la parte superior abierta, presenta la guía (32) para el cable de anclaje y una especie de sombrero (21) o soporte de la boya para el transporte.

El mecanismo del fondeo es sumamente sencillo; una vez fijada la profundidad a que tiene que quedar la boya, se da esta longitud al cable (40) que va arrollado al carrete (41) situado en el interior del plomo de la sonda. Si sujetamos este plomo o peso, no se ejercerá ninguna tracción sobre (38), el resorte interior al freno (25) empujará el disparo del torno hacia arriba, por lo que el gatillo (25), penetrando los dientes de la rueda (23), impedirá gire el torno (22).

Si lanzamos la mina y su caja al mar, la caja (20) y el plomo se sumergirán rápidamente, y el cable (39) tirando del disparo (38) al separar el gatillo (25) de los dientes de la rueda (23) permitirá la separación de la boya (1) de su caja (20) en virtud del cable del desarrollo del torno (22). La boya (1) flotará momentáneamente en las aguas y la caja irá descendiendo lentamente; al llegar cerca del fondo del mar, primero tocará el plomo, por lo que cesará la tensión del cable (39), y por lo tanto libre el disparo (38) de la tracción, recobrará su posición primitiva y el diente (25) penetrando de nuevo en la rueda (23), parará el torno (22) con lo cual cesando de desarrollarse más cable (19), el peso de la caja (2) arrastrará dentro de las aguas a la boya (1). La profundidad a que quedará dependerá evidentemente de la longitud que se haya dado al cable de sonda (19).

La colocación de las minas submarinas puede ser ejecutada por toda clase de buques; pero las necesidades crecientes de un buen servicio han exigido el empleo de buques especiales, ya para el almacenaje de grandes cantidades de minas, ya para el fácil lanzamiento de las mismas.

En general uno de estos buques es un especie de pontón, en cuya bodega van colocadas sobre carriles las minas submarinas sin carga explosiva; todas las vías van a parar a la plataforma de ascensores o montacargas, movidos a vapor o eléctricos, para transportar las minas a la cubierta del buque, en la cual existe otra vía que termina en la popa, en un portalón o ventana; en la parte superior, salen dos viguetas paralelas de 3 a 4 metros de longitud.

Antes del lanzamiento es la mina ascendida de la bodega y colocada en las vías de la cubierta; el oficial encargado de la operación del anclaje dispone que la mina sea cargada con el explosivo y el fulminante, quedando apta para ser lanzada al mar; dos marineros empujan la caja hacia la popa, la cual es arrastrada girando las ruedas inferiores hasta llegar al portalón, en cuyo punto las superiores, apoyándose en la viga saliente, hacen quede suspendida sobre las aguas, bastando otro simple empuje para que cayendo en el agua quede la mina fondeada. En este momento, el oficial de guardia anota en una carta marina el punto de emplazamiento para evitar el que sus mismos buques sean destruidos.

Varios son los métodos de colocación, pues no

siendo en algunos casos suficiente el estallido de una mina para destruir un buque, han obligado a fondearlas por grupos a fin de que el estallido de una de ellas produzca un movimiento en la masa líquida suficiente para producir la deflagración de las restantes, con lo cual sus efectos destructores quedan aumentados en grado suficiente para destruir instantáneamente cualquier buque de guerra por grande que sea el espesor de su coraza.

En el primer caso, o sea cuando la explosión tiene que ser individual, se colocan a tresbolillo de una manera análoga a la que se disponen los árboles frutales, es decir, formando cuadros, con una mina en cada vértice y otra en los puntos en que se cortan las diagonales; la distancia máxima de colocación es de 300 metros, la cual es más que suficiente para impedir la navegación a todo buque que no sepa con exactitud el punto donde están fondeadas.

En el caso de querer cerrar por completo el paso a los buques, se emplea un tipo especial de minas, ya descrito en el número de nuestra revista antes citado, que van enlazadas dos a dos mediante un cable. Consisten de una mina que forma cuerpo independiente del flotador y de la caja de anclaje, siendo aquella arrastrada por el buque al empujar el cable de unión, y estallando al estar junto a aquélla.

Uno de los peligros no perfectamente subsanados es el que cambien de sitio arrastradas por las corrientes submarinas o por rotura del cable de fondeo; lo primero se ha logrado evitar en parte mediante cajas de anclaje de suficiente peso para que la acción del agua en los parajes donde se coloquen tenga insuficiente fuerza para moverla; así y todo, vemos constantemente que el mar arroja a las playas holandesas minas instaladas por los alemanes merced a la impetuosa corriente que determina el Canal de la Mancha; la segunda causa citada, por rotura del cable, es de más importancia, pues ocurre siempre después de un largo período de inmersión y es imposible evitarla aún empleando cables de hierro galvanizado y de cobre.

Durante el curso de la guerra y una vez ésta terminada, es preciso quitar las minas colocadas para restablecer la navegación; los métodos empleados son dos: por explosión y por pesca de las mismas.

El método de explosión consiste en provocar ésta por una causa distinta de la normal; para ello, dos buques de pequeño calado navegan paralelamente en la zona peligrosa, llevando una gran red de acero que penetra hasta 6 ó 7 metros de profundidad; es evidente que si la distancia entre los buques es de 500 metros, al ir avanzando la red recogerá y arrastrará todas las minas que flotan sumergidas a 3 metros, produciendo una tensión creciente en sus cables de fondeo que terminará produciendo se estallido. El otro sistema, de pesca, practicado ordinariamente, consiste en determinar primeramente cuál es la posición de la mina, cosa fácil para un bote navegando en aguas tranquilas; conocido ya el punto de fondeo, se corta mediante unas tijeras el cable de sujeción de la mina, con lo cual libre ésta de la causa que la obligaba a estar sumergida, se remonta a la superficie de los mares, pudiéndose sacar e izarla a la cubierta del buque, operación que no ofrece peligro alguno para los encargados de efectuarla.

ANTONIO FERRER, Ingeniero.

Electricidad

Teoría de la conmutación

Los resultados de los estudios experimentales realizados sobre los fenómenos de la conmutación, forman hoy la materia de numerosas e importantes obras. Sobre todo, después de la publicación de los trabajos del Dr. Steinmetz, del Dr. E. Arnold y últimamente de Mr. Lamme, la materia podía parecer agotada; sin embargo, si aquellos fenómenos han sido estudiados en todos sus detalles y toda su complejidad por investigadores hábiles y concienzudos, se ha sentido y todavía se siente la falta de una exposición clara de su teoría, desprendida del proceso largo y penoso de la experimentación.

En el curso de los presentes artículos la cuestión estará reducida a su más sencilla expresión, presentándola bajo un aspecto exclusivamente teórico, o ideal. Es, en efecto, imposible dar cabida en un artículo a las influencias de ciertas circunstancias mecánicas, como las vibraciones, el estado más o menos desigual de la superficie del conmutador, la presencia de aceite sobre esta pieza, la presión insuficiente o excesiva de las escobillas, etc. Desembarazado así el problema de numerosas hipótesis más o menos arbitrarias, y procediendo del caso más sencillo al más complejo, podrá alcanzarse fácilmente el objeto que el autor se ha propuesto: formular una teoría física, conduciendo a fines prácticos los fenómenos de la conmutación, haciendo caso omiso de los factores de importancia relativamente pequeña, o mencionándolos sólo brevemente.

Considérese una bobina cerrada, constituida por T vueltas de hilo, girando en un campo magnético. En el instante $t = 0$, el flujo de inducción total que atraviesa la bobina es $+ \Phi_0$ maxwells, y en el instante $t = tc$ segundos, el flujo total que pasa por la bobina es $+ \Phi_c$ maxwells. Por consiguiente, suponiendo que el flujo esté en igual relación con todas las vueltas de la bobina, el valor medio de la fuerza electromotriz desarrollada en dicha bobina durante el período de tiempo tc es:

$$e_m = \frac{\Phi_c - \Phi_0}{tc \times 10^8} \text{ voltios.}$$

Si se designa por r la resistencia óhmica de la bobina y por e un valor instantáneo de la fuerza electromotriz producida por el corte del campo magnético actual en la proximidad del hilo, el valor instantáneo de la corriente en la bobina será expresado por la ecuación $i = \frac{e}{r}$, puesto que e es la única fuerza electromotriz que tiende a producir un flujo de corriente en este circuito. Así se evita la hipótesis habitual de la existencia de un flujo distinto, debido a la corriente i , el cual determinaría la auto-inducción en el circuito. Pero no se ha prescindido de su equivalente, ya que la fuerza magneto-motriz debida a la corriente que circula por la bobina es un factor en la producción del flujo relacionado con esta corriente, en el instante que

se considera. No quiere esto decir que el método usual que consiste en introducir la auto-inducción y la inducción mutua como entidades distintas, dotadas cada una de sus cualidades propias, no sea ventajosa para la solución de muchos problemas, especialmente cuando se emplea el análisis matemático; pero tiende a embrollar la cuestión cuando los fenómenos de la conmutación se estudian bajo su aspecto físico. El fraccionamiento en varias componentes de la inducción magnética resultante de varias causas es a menudo conveniente y no debe ser desechado, salvo en ciertos casos, cuando existe hierro en el circuito magnético. Es innegable, sin embargo, que la auto-inducción mutua se considera a menudo como distinta de las demás inducciones, siendo debida esta distinción a que para muchos escritores técnicos muy familiarizados con los métodos matemáticos, no es indispensable una concepción clara, bajo el punto de vista físico, de los fenómenos complicados. En cambio, el ingeniero y el constructor cuya habilidad procede generalmente sobre todo de la práctica, posee en alto grado este conocimiento físico de los fenómenos de que se trata. Si el término auto-inducción evoca la figura de unas líneas

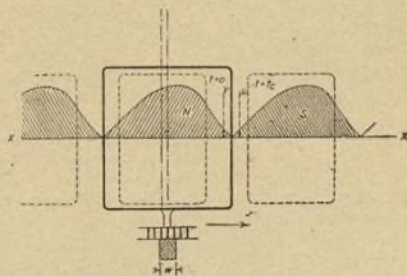


Fig. 1.—Bobina en conmutación en la zona neutra.

magnéticas que son una componente expresada en maxwells del flujo total existente en un circuito, ello no es obstáculo para que se hable de una relación entre el flujo y los amperios de la corriente como inductancia, expresada en henrios, y empleando la fórmula

$$e = L \frac{di}{dt} \text{ para calcular aquella componente de la}$$

fuerza electromotriz total del circuito que tendría existencia real si el campo debido a la corriente i debiese ser considerado aisladamente.

Siguiendo las indicaciones de Lamme se admitirá que los hilos de que se compone la bobina sometida a la conmutación cortan un flujo total de inducción, expresado en líneas magnéticas o maxwells, resultado de las fuerzas de magnetización de las bobinas de campo y del devanado de la armadura combinados.

En la figura 1, el rectángulo trazado en línea gruesa representa una bobina de armadura de T vueltas en el momento en que entra en conmutación. Los rectángulos trazados en líneas punteadas indican las posiciones de dos polos de campo consecutivos, y la curva sombreada representa la distribución del flujo sobre la superficie de la armadura, determinada por el cálculo o la experiencia. Las ordenadas de esta curva indican en todo punto de la periferia la densidad del flujo que

penetra en el núcleo de la armadura. El sentido de la inclinación de las líneas de la sombra caracteriza el flujo, sea positivo, sea negativo. Existen medios para determinar, con suficiente exactitud, la distribución del flujo en los espacios interpolaes y de aire, para todas las variaciones que puedan presentarse en la potencia del imán de campo, carga de la armadura y disposición de las escobillas; se admite además que tales cur-

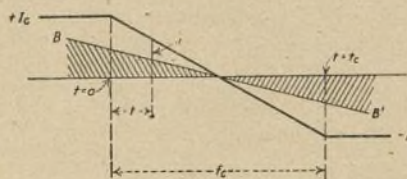


Fig. 2.—Relación entre la corriente del corto circuito y el flujo magnético en la zona de conmutación.

vas pueden ser rápidamente trazadas para representar en un momento determinado la distribución superficial del flujo en la zona de conmutación. Se supone que la bobina se mueve de la izquierda a la derecha, y las medidas tomadas sobre el eje horizontal XX pueden representar sea una distancia recorrida, sea un lapso de tiempo, puesto que la armadura gira con velocidad uniforme. El caso que se considera es el de una dinamo sin polos de conmutación, provista de escobillas que se desvían hacia adelante de la posición neutra geométrica hasta encontrar una nueva zona de conmutación. Las curvas de flujo figuradas son el resultado de las fuerzas magneto-motrices combinadas de las bobinas de campo y del devanado de la armadura. Durante el tiempo de la conmutación t_c , que prescindiendo del espesor de las planchas de mica es el tiempo que transcurre mientras un punto del conmutador pasa debajo de la escobilla cuya anchura es W , los conductores del lado derecho de la bobina puesta en corto circuito se han trasladado, a través de la zona neutra, de un débil campo de polaridad positiva a un campo, débil también; pero de polaridad negativa; por otra parte, los conductores del lado izquierdo de la bobina se han trasladado, durante este mismo periodo, de un débil campo de polaridad negativa a un débil campo de polaridad positiva. A causa de la simetría de los campos que se hallan debajo de los polos contrarios (simetría por la similitud de forma y la igualdad de extensión de las curvas de flujo) y pudiendo considerarse como líneas rectas las pequeñas porciones de las curvas de flujo próximas al punto neutro, el flujo resultante cortado por los lados de las dos bobinas, conectadas en serie por sus extremidades, puede ser representado por la superficie sombreada de la figura 2, correspondiendo los valores positivos a las partes de dicha superficie que se hallan por encima del eje horizontal y a los valores negativos las partes de la misma que se hallan por debajo del eje. Los periodos de tiempo se miden horizontalmente de la izquierda a la derecha y la línea recta BB' representa la distribución del flujo en la zona de conmutación. La dirección de este flujo es tal que origina en la bobina puesta en corto circuito, en cada momento, durante el periodo

de la conmutación, una fuerza electromotriz que tiende a producir una corriente de dirección adecuada; es decir que desde el momento en que $t=0$, hasta que haya transcurrido la mitad del periodo de conmutación, momento en que el valor del flujo y el valor de la corriente son iguales a cero, el débil flujo cortado por los conductores puestos en corto circuito es de la misma naturaleza que el que cortaban antes los conductores, mientras que desde el momento $t=t_c/2$, hasta el término de la conmutación ($t=t_c$) el flujo es de naturaleza contraria y origina una corriente de dirección opuesta. La cantidad de flujo necesaria para realizar esta circunstancia no es sino una fracción pequeña del flujo cortado durante el mismo lapso de tiempo por una bobina colocada debajo de los polos principales, porque la resistencia del devanado de la armadura es siempre baja, con relación a la del circuito exterior; en efecto, el valor medio del flujo que penetra en la armadura encima de la zona de conmutación es el que habitualmente interesa al constructor. Si las escobillas están colocadas de modo que los conductores puestos en corto circuito se hallen comprendidos en un campo neutro, la conmutación será satisfactoria.

Volviendo sobre el caso a que se refiere la figura 1, no debe olvidarse que la bobina de armadura representada en la misma no es de una forma práctica; las conexiones terminales están figuradas como paralelas a la dirección del movimiento de la bobina y no debe tenerse en cuenta el seccionamiento de los flujos por estas porciones terminales de la bobina. Si se consideran los flujos terminales, la influencia de los espacios interpolaes de conmutación, especialmente cuando éstos no se hallan en número igual al de los polos principales o no se extienden en toda la longitud del núcleo de la armadura, entonces el flujo cortado por los conductores puestos en corto circuito, en una parte determinada de su longitud total (por ejemplo el centro de su porción «activa») pueden tener un valor apreciable. Pero si se considera el flujo total cortado por todas las partes del hilo que constituye la bobina conmutada, en el instante en que el valor de la corriente i circulando por dicha bobina es igual a cero, es casi absolutamente exacto decir que la bobina, considerada en

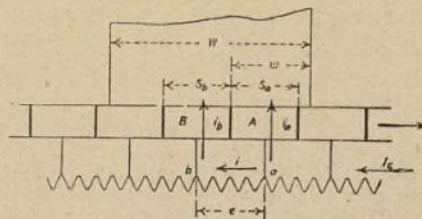


Fig. 3.—Corrientes existentes en las bobinas conmutadas y las conexiones.

su conjunto, se mueve en un «campo neutro», es decir un campo resultante cuyo valor es igual a cero, o bien un campo cuya dirección es paralela a la dirección del movimiento de los conductores.

Al principio y al término del periodo de conmutación, el campo en el cual la bobina se mueve debería ser tal que originara en la bobina puesta en corto circuito una fuerza electromotriz de valor $e = I_c r$, ecua-

ción en la cual I_c expresa el valor de la corriente que circula por cada paso de la armadura y r la resistencia de la bobina en corto circuito. En la hipótesis de una densidad de corriente uniforme sobre la superficie de la escobilla, no es necesario tener en cuenta la resistencia de contacto de esta, como se desprende de las siguientes consideraciones. En la figura 3 se ve una escobilla de anchura W cubriendo varios segmentos del conmutador. La corriente total que penetra en la escobilla es $2I_c$, y, puesto que la densidad sobre la superficie de contacto es constante, la corriente entrando en la escobilla en cualquier área S es:

$$2I_c \times \frac{S}{W}$$

Para calcular los voltios, e , que deben desarrollarse en una bobina de resistencia r cuando la distancia que queda por recorrer antes del término de la conmutación es w , ha de considerarse la suma de las diferencias de potencial en el circuito local $Aabb$ que se halla cerrado mediante la escobilla. Este procedimiento conduce a la ecuación:

$$e = ir + i_a r_a - i_b r_b \quad (1)$$

en la cual r_a y r_b representan las resistencias de contacto dependientes de la extensión de las áreas por las cuales la corriente penetra en la escobilla. En el caso a que se refiere la figura 3, las superficies de contacto S_a y S_b son iguales, y las corrientes i_a e i_b son por consiguiente iguales también. De ello se sigue que las caídas de voltaje $i_a r_a$ e $i_b r_b$ son iguales y desaparecen de la ecuación (1). Esto continúa siendo verdad en los últimos momentos de la conmutación, cuando S_a no es ya igual a S_b sino a la porción w de la escobilla que queda en contacto con el segmento A. Las relaciones entre las corrientes y las resistencias de contacto se obtienen entonces expresando estas cantidades como funciones de la superficie de contacto:

$$\begin{aligned} i_a &= w \times k_1 \\ i_b &= S_b \times k_1 \\ r_a &= \frac{1}{w} \times k_2 \\ r_b &= \frac{1}{S_b} \times k_2 \end{aligned}$$

fórmula en la cual K_1 y K_2 son constantes y la caída de voltaje $i_a r_a$ es todavía igual a la caída $i_b r_b$. Resulta de esta circunstancia que la única fuerza electromotriz que debe ser desarrollada en la bobina puesta en corto circuito para que la distribución de corriente sea uniforme será $e = ir$.

El valor instantáneo (i) de la corriente en la bobina en el momento en que empieza la conmutación puede expresarse en función de la anchura W de la escobilla y de la distancia (w) que la bobina tiene todavía que recorrer hasta el término de la conmutación, porque:

$$\begin{aligned} i &= I_c - 2I_c \times \frac{w}{W} \\ &= I_c \left(\frac{W - 2w}{W} \right) \\ e &= I_c r \left(\frac{W - 2w}{W} \right) \quad (2) \end{aligned}$$

Al principio y al término de la conmutación, cuando w es igual a W o a cero, el valor máximo del voltaje necesario es:

$$e = I_c r$$

En este cálculo del voltaje que debe desarrollarse en la bobina sometida a la conmutación para lograr una distribución uniforme de la corriente en la superficie de la escobilla, ha de considerarse como cantidad insignificante la resistencia de la escobilla misma. Pero, en la hipótesis de una distribución de corriente uniforme sobre la sección transversal de la escobilla, la resistencia actual ofrecida por el material de que está constituida dicha pieza, aún en el caso de ser relativamente alta, no llegará a ser un factor que pueda modificar de un modo apreciable la fórmula general (2).

Haciendo nuevamente referencia a la figura 2, si la curva de flujo BB' puede considerarse como una línea

recta, la corriente ($i = \frac{e}{r}$) será también comparable a una línea recta. Decaerá del valor $+I_c$ a cero en el lapso de tiempo $\frac{t_c}{2}$ y se elevará de nuevo al valor I_c al

término del período t_c , según la ley sencilla expresada por la línea recta de la figura 2. Si el cambio de corriente se produce realmente de este modo, la conmutación realizada será la que puede llamarse «en línea recta» o ideal. La conmutación es entonces perfecta no sólo porque permite al constructor prescindir de largos y complicados cálculos, sino también porque esta condición es la única que permite mantener constante la densidad de corriente sobre la superficie rectangular de una escobilla de forma usual. Los constructores se esfuerzan, en general, en mantener la densidad de corriente tan constante como sea posible, porque las desigualdades de densidad llevan aparejadas variaciones locales de temperatura y de resistencia en el carbón de la escobilla, y en las partes en que la densidad alcanza valores muy elevados, la elevación excesiva de la temperatura determina cierta disgregación de la superficie del conmutador, aun cuando no haya producción de chispas visibles. Cualquiera que sea el método que se siga para el estudio de los fenómenos de conmutación, se admite habitualmente que existe una ley estableciendo una relación entre la corriente variable i y el tiempo t y se investigan las causas determinantes de esta circunstancia. En el curso de este estudio se considerará aplicable la ley de la línea recta; pero el hecho más importante de momento, hecho que en realidad constituye lo esencial del problema de la conmutación en su aspecto más general, es la determinación o creación de una zona neutra en la cual el flujo resultante que ha de cortar la bobina sometida a la conmutación será igual a cero.

Aunque el problema resulte mucho más sencillo en la hipótesis de una armadura con núcleo liso, sobre todo cuando se trata, como en este estudio, de poner en evidencia la distribución del flujo magnético, es preferible sin embargo adoptar la hipótesis de un núcleo acanalado, porque siendo este caso el más frecuente, la presencia de las ranuras introduce en el problema, un factor que no puede ser pasado por alto en una moderna teoría de la conmutación.

En la figura 4 se ha intentado representar por el método convencional de las líneas magnéticas el flujo

debido a la corriente de la armadura sola, que sale de la periferia de ésta o entra en ella en el espacio interpolar cuando los imanes de campo no están excitados. La posición escogida para las escobillas es la posición neutra geométrica, es decir un punto situado a igual distancia de dos polos simétricos, y en este caso, las líneas magnéticas a su salida de las partes salientes del núcleo, atraviesan los espacios de aire entre la superficie de la armadura y los polos de campo, cerrando así el circuito magnético. Se supone que la escobilla

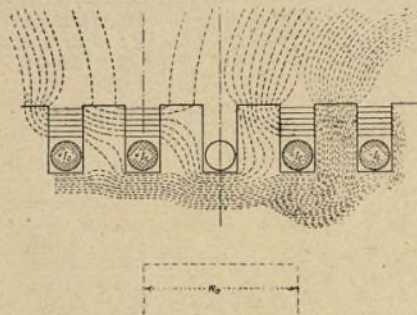


Fig. 4.—Distribución de flujo debida a la fuerza magneto-motriz de la armadura.

cubre un ángulo igual al doble de la anchura de una ranura; la corriente que circula en el conductor que penetra en la extremidad izquierda de la escobilla es $+I_c$, la corriente en el conductor que se encuentra debajo de la parte central de la escobilla es cero, mientras la corriente existente en el conductor que se halla a punto de separarse de la escobilla, en su lado derecho, es $-I_c$. Se supone que la armadura está girando y es fácil de ver que los conductores en los cuales la corriente se halla conmutada cortan el flujo originado por la armadura en su conjunto. Hay que notar que el flujo que se halla cortado por un conductor mientras hace el recorrido de una a otra de las posiciones extremas entre las cuales se produce el corto circuito no es solamente el flujo emanado de los dientes comprendidos entre estas posiciones extremas y atravesando los espacios vacíos, sino que va también incluido en él el flujo debido a las corrientes existentes en los conductores puestos en corto circuito y que abandonan la superficie de la armadura mediante unos dientes que no se hallan incluidos en la zona a la cual parece, a primera vista, limitarse la conmutación. En otras palabras, la porción del flujo de la armadura que se halla cortada por un conductor entrando en conmutación es la que atraviesa, dirigiéndose hacia arriba, las bases de los dientes comprendidos entre los dos puntos extremos del conductor puesto en corto circuito. Esta representación del conductor cortando el campo originado por las corrientes de la armadura es particularmente útil cuando se hacen, como a menudo resulta necesario, cálculos fundados en los distintos flujos componentes debidos a diversas causas que se suman unas a otras para producir el flujo actual o resultante. Fácilmente puede verse que el flujo figurado en la figura 4 no es nunca de tal naturaleza que pueda en-

gendrar una fuerza electromotriz que tienda a invertir la corriente existente en el conductor puesto en corto circuito.

Examinese ahora la figura 5 que se refiere a un generador en el cual los polos han sido excitados y las escobillas adelantadas hasta encontrar una zona de conmutación conveniente, en la cual la franja formada por el flujo emanado de la extremidad del polo dominante basta para neutralizar el flujo debido al devanado de la armadura. Si la excitación del polo principal tiende a proyectar un flujo a través del núcleo, de la derecha a la izquierda, y que por la fuerza electromotriz de la armadura la distribución general del flujo tienda a ser la que está figurada en la figura 4, la distribución de flujo resultante en la zona de conmutación se aproximará a la que representa la figura 5. En este caso, el flujo cortado por los conductores durante la conmutación es representado sólo por ocho líneas y la dirección de este flujo de conmutación es tal que mantenga la corriente al principio de la conmutación y la invierta al acercarse el término de ésta. Cuando el conductor se encuentra en un punto situado a igual distancia de las dos posiciones extremas no corta flujo alguno, siendo entonces la producción de corriente igual a cero. Debe observarse que la posición más conveniente para la escobilla se halla algo por delante de la zona neutra «aparente». En otros términos, la posición del campo neutro sobre la superficie de la armadura no corresponde a la posición que debe ocupar el centro de la escobilla, siendo debida esta circunstancia a que el flujo correspondiente a las ranuras debe penetrar en los dientes por su extremidad superior, si no ha de ser cortado durante la conmutación. Así, el conductor que en el instante $t = \frac{tc}{2}$ debe hallarse en

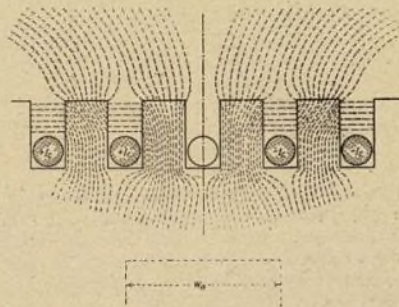


Fig. 5.—Distribución de flujo en la zona de conmutación.

un campo neutro se encuentra actualmente debajo de un punto de la periferia de la armadura en el cual el flujo entra en los dientes o sale de ellos, y esta circunstancia se halla realizada aún cuando, como en el caso que se considera, el efecto de las conexiones terminales es completamente despreciable. Este flujo que penetra en los dientes comprendidos entre las posiciones extremas de los conductores conmutados es representado en la figura 5 por doce líneas. Cuando la influencia de las conexiones terminales del devanado de la armadura no es una cantidad despreciable, el flujo de la

armadura cortado por esta porción de la bobina puesta en corto circuito puede ser neutralizado del mismo modo que el flujo de las ranuras. En otros términos, una cantidad de flujo igual; pero de signo opuesto, debe penetrar en la armadura desde el polo principal o espacio interpolar principal, y esta componente del flujo de compensación será cortada por los conductores colocados en las ranuras, neutralizándose así la fuerza electromotriz desarrollada al ser cortados los flujos terminales. Esta circunstancia se desprende con bastante claridad de la figura 6 que es, en su conjunto, similar a la figura 1, con la excepción de que en vez de una curva de flujo interpolar, se han trazado dos curvas distintas, representando la una, F , la distribución de flujo sobre la superficie de la armadura debida a la acción aislada de los devanados de campo, y la otra, Z , figurando la distribución de flujo debida a la sola acción del devanado de la armadura. La adición de estos dos flujos en todos puntos no siempre tendrá por resultado reproducir la curva de flujo actual de la figura 2 a causa de la posible saturación de algunas porciones del circuito de hierro, como las partes salientes de la armadura y las extremidades de los polos; sin embargo por lo que concierne a la zona de conmutación, es aplicable el método que consiste en sumar las varias componentes imaginarias del flujo actual, y el conductor activo $A A'$ (fig. 6) puede considerarse como moviéndose en un campo cuya densidad está representada por la longitud $M N$, puesto que la porción del flujo de campo representada por la distancia que mide entre el punto N y la línea hipotética es neutralizada por el flujo de la armadura existente en aquel punto. Representando por $A B C$ la posición de las conexiones terminales de la bobina que entra en conmutación, la porción $A B$ corta el flujo terminal debido a las corrientes de la armadura existentes en todas las conexiones terminales, y la dirección de este flujo será la misma que la representada por la curva Z , como lo indica en la figura la inclinación de las líneas del rayado. La porción $B C$ del conductor puesto en corto circuito cortará un flujo de la misma naturaleza que el flujo cortado por los conductores de las ranuras $C C'$, y la fuerza electromotriz debida al seccionamiento de los flujos terminales será del mismo signo que la fuerza electromotriz resultante del seccionamiento del flujo de la armadura Z . En otros términos, aquella fuerza electromotriz tenderá a oponerse a la inversión de la corriente y deberá, por consiguiente, ser compensada por un aumento de cabida del conductor de la escobilla o de la potencia del polo de conmutación. Análogos argumentos se aplican a las conexiones terminales $A' B' C'$ de la otra extremidad de la armadura.

Puede admitirse que el valor medio de la densidad B_c del campo cortado por las conexiones terminales es conocido de antemano. Puede, por lo tanto, emplearse para corregir la ordenada de la curva Z en el punto O ; de ello resulta que el flujo cortado por la porción $A B C$ de las conexiones terminales (fig. 6) durante el tiempo t_c es:

$$\Phi_e = B_c \times x \times \text{la longitud de } A B C$$

$$\text{o } \Phi_e = B_c W_a \text{ sen } \alpha \times \text{la longitud de } A B C$$

ecuación en la que α expresa el ángulo formado por el plano de las conexiones terminales con la dirección del movimiento y W_a el arco cubierto por la escobilla

expresado en centímetros de la superficie de la armadura. La densidad de flujo equivalente que ha de ser cortado por los conductores de las ranuras $A A'$ para desarrollar el mismo voltaje medio se obtiene mediante la relación:

$$B_a W_a \times \text{longitud } A A' = B_c W_a \text{ sen } \alpha \times \text{longitud de } A B C$$

de donde se deduce:

$$B_a = B_c \text{ sen } \alpha \times \frac{\text{longitud } A B C}{\text{longitud } A A'}$$

o, si se quiere:

$$B_a = B_c \frac{2 (B H)}{(A A')}$$

Puede, por consiguiente, trazarse en la figura 6 la ordenada $O E$, haciendo de $N E$ la representación del flujo de la armadura, admitiendo que la totalidad de esta componente de flujo se halla cortada por la por-

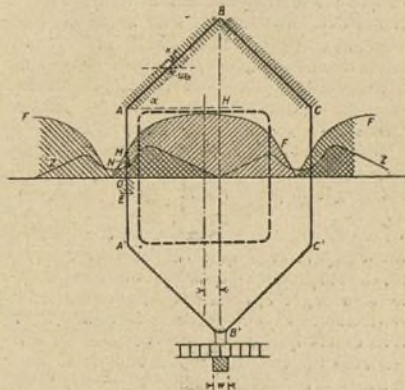


Fig. 6.—Corrección para el seccionamiento del flujo terminal.

ción 2 «activa» de la bobina. De ello se deduce un método gráfico para determinar la posición correcta de la escobilla cuando no se usan polos de conmutación, puesto que la zona que podría llamarse zona neutra equivalente es conocida cuando el conductor $A A'$ ocupa una posición tal que la longitud $N E$ sea exactamente igual a la longitud $O M$.

La cuestión de la importancia relativa de las fuerzas electromotrices correspondientes a los flujos terminales merece alguna atención porque sería absurdo complicar el problema de la conmutación si las correcciones consiguientes a aquel estudio no hubieran de ser de alguna utilidad práctica, o si aquellas correcciones, por su orden de magnitud fuesen una cantidad despreciable. Dejando aparte toda consideración de carácter mecánico, el problema práctico de la conmutación, bajo cualquier punto de vista que se considere, consiste y consistirá siempre en la correcta determinación del campo en el cual la bobina puesta en corto circuito se mueve, tanto si la concepción magnética del campo desaparece bajo los símbolos L y M y es sustituida por la hipótesis de la inductancia expresada en henrios, como si aquel campo se considera como un campo magnético cualquiera. Pero, la cuestión de los

flujos terminales presenta una real importancia práctica; el flujo terminal, en las máquinas que se construyen actualmente no es una cantidad insignificante y, aunque no puede ser exactamente calculado, constituye un factor del que no se debe prescindir. Sin duda, no ofrecen interés alguno los flujos terminales cuando se trata de calcular el voltaje útil desarrollado en las bobinas activas; pero, fácilmente puede verse que las fuerzas electromotrices engendradas en las conexiones terminales cuando atraviesan los flujos terminales debidos a las corrientes de la armadura se equilibran o compensan mutuamente y no ejercen influencia alguna sobre el voltaje terminal.

La hipótesis de que las conexiones terminales atraviesan el flujo debido a la armadura, en su conjunto, en la forma indicada por la figura 6, parece, en efecto, más racional y proporciona mayor facilidad para la explicación de los fenómenos de conmutación que la teoría de la auto-inducción y de las inducciones mutuas; sería, sin embargo, imprudente afirmar que uno de estos métodos es necesariamente superior al otro en cuanto se trata de aplicaciones prácticas. Mientras la bobina puesta en corto circuito se traslada desde la posición que ocupaba al principio de la conmutación, punto en el cual la corriente es $+I_c$, hasta la posición en que se halla al terminar la corriente es $-I_c$, dicha bobina ha caminado a través del flujo de auto-inducción y de inducción mutua (la totalidad de este flujo, no sólo aquellas de sus componentes que corresponden a la región que se considera).

Esta circunstancia ha sido expresada con claridad por Mr. Menger al decir que: «La autoinducción no puede, en manera alguna, distinguirse de otra inducción electro magnética coexistente. Por consiguiente, al considerar el flujo magnético real resultante de todas las causas que lo originen, así como sus modificaciones en relación con un circuito dado, debe entenderse que la autoinducción está ya incluida en él y sería, por lo tanto, erróneo agregarle una fuerza electromotriz de autoinducción.»

A. STILL.

Símbolos eléctricos

La Sociedad internacional de electricistas ha publicado recientemente una nota del «Comité de los Símbolos» relativa a los símbolos que se deben emplear en electrotécnica. En ella se recomienda encarecidamente a todos los electricistas que se conformen con lo prescrito por la Comisión electrotécnica internacional y que no adopten ni usen de aquí en adelante otros símbolos que los preconizados por dicho Comité.

a) Los valores instantáneos de las magnitudes eléctricas variables con el tiempo se representan con letras minúsculas. En casos de duda pueden distinguirse con el índice i .

b) Los valores eficaces o constantes de las magnitudes eléctricas se representan con letras mayúsculas.

c) Los valores máximos de las magnitudes eléctricas y magnéticas periódicas se representan con letras mayúsculas afectadas del índice m .

d) En los casos en que es de desear la distin-

ción entre las magnitudes magnéticas, constantes o variables y las magnitudes eléctricas, las primeras (*magnéticas*) se representarán con letras mayúsculas, o de tipo especial. Las letras redondas se emplearán únicamente para magnitudes magnéticas.

e) Los ángulos se representan con letras griegas minúsculas.

f) Las magnitudes llamadas específicas se representarán siempre que sea posible con minúsculas griegas.

I.—SÍMBOLOS

1 Longitud.	l	21 Conductancia.	G
2 Masa.	m	22 Cantidad de electricidad.	Q
3 Tiempo.	t	23 Inducción electrostática.	D
4 Ángulo.	α, β, γ	24 Capacidad.	C
5 Aceleración de la gravedad.	g	25 Constante dieléctrica.	ϵ
6 Trabajo.	$A W$	26 Self-inductancia.	L
7 Energía.	$W V$	27 Inductancia mutua.	M
8 Potencia.	P	28 Reactancia.	X
9 Rendimiento.	η	29 Impedancia.	Z
10 Número de vueltas.	n	30 Reluctancia.	R
11 Grados centígrados.	t°	31 Flujo magnético.	Φ
12 absolutos.	T°	32 Inducción magnética.	B
13 Período.	T	33 Campo magnético.	H
14 Pulsación ($\frac{2\pi}{T}$).	ω	34 Intensidad de imantación.	J
15 Frecuencia.	f	35 Permeabilidad.	μ
16 Defasaje.	φ	36 Susceptibilidad.	k
17 Fuerza electromotriz.	E		
18 Corriente.	I		
19 Resistencia.	R		
20 Resistividad.	ρ		

II.—UNIDADES

1 Amperio.	A	11 Volt-amperio.	VA
2 Voltio.	V	12 Amperio-hora.	Ah
3 Ohmio.	Ω	13 Miliamperio.	mA
4 Coulombio.	C	14 Kilowatio.	KW
5 Joulio.	J	15 Kilovoltamperio.	KVA
6 Watío.	W	16 Kilowatiohora.	KWh
7 Faradio.	F	Signo de milésima.	m
8 Henrio.	H	de mil (kilo).	K
9 Volt-coulombio.	VC	de micro.	μ
10 Watío-hora.	Wh	de mega.	M

III.—SÍMBOLOS MATEMÁTICOS

Diferencia total.	d
parcial.	∂
Base de logaritmos neperianos.	e
Imaginaria $\sqrt{-1}$	i
Relación, circunferencia, diámetro.	π
Suma, serie.	Σ
Suma, integral.	\int

1.º Los exponentes en cifras árabes representan únicamente potencias.

2.º La coma y el punto se emplean para separar los decimales, según la costumbre seguida en cada país. En las cantidades cada grupo de tres cifras se separará con un espacio.

3.º Para la multiplicación de números y magnitudes geométricas designadas por dos letras se empleará preferentemente el signo \times no usando el punto más que en el caso que no puedan dar lugar a confusión.

4.º Para indicar una división es preferible usar la barra horizontal o los dos puntos; sin embargo puede emplearse la barra inclinada (/) cuando no pueda originar confusión.

Aunque alguno de estos símbolos y algunas de estas reglas pueden dar origen a críticas y discusiones

que lleguen a ocasionar su modificación, hasta tanto que no se hayan variado por el «Comité de los Símbolos», en provecho de la claridad y de la mutua conveniencia deberán seguirse estas prescripciones dejando a un lado las preferencias y sacrificando las opiniones personales en bien de la uniformidad de las fórmulas y de su fácil interpretación.

J. B. DE AGUILAR-AMAT.

Medida directa del factor de potencia de los circuitos polifásicos

Estudiando Pestarini la medición de la potencia en las redes polifásicas, llegó a la enunciación del teorema conocido con su nombre y que se puede enunciar así: En una red cualquiera la potencia de un decalaje θ es igual a la suma algébrica de las potencias indicadas por tantos vatímetros en el decalaje θ (es decir que miden la potencia en el decalaje θ) como líneas de alimentación hay en la red, estando recorrido cada vatímetro por la corriente de una línea de alimentación y sometida a la diferencia de potencial entre el punto de alimentación correspondiente y un punto cualquiera del espacio, el mismo para todos los vatímetros.

θ es un ángulo escogido arbitrariamente y para $\theta = 0^\circ$ la potencia es la real y para $\theta = 90^\circ$ la potencia es reactiva o magnetizante.

Una vez demostrado este teorema, Pestarini lo pone en práctica sustituyendo la fuente real de la red por otra tal que los puntos de alimentación se hallen a un mismo potencial; por consiguiente no se produce ninguna perturbación ni en la red ni en la repartición de las corrientes en las líneas de alimentación. Escoge un punto de alimentación constituido por tantas ramas separadas como cables de alimentación haya, y de modo que cada uno de ellos dé la diferencia de potencial entre el punto de alimentación respectivo y el punto escogido arbitrariamente. Pero gracias al principio de Pestarini, de que la potencia en el decalaje θ es constante, se puede medir la potencia dada por la nueva fuente sumando las potencias en el decalaje θ , para cada una de las ramas separadamente.

El fasímetro de inducción Ferri-Pestarini, que figuró en la Exposición de la Sociedad de Física de París de 1914, está construido con arreglo a estos principios. Comprende dos sistemas móviles independientes provistos cada uno de una aguja. El punto en que se cruzan las dos agujas indica el factor de potencia. Para esto el primer sistema provisto de dos grupos vatímetros conectados convenientemente mide la potencia real W de la red (trifásica, por ejemplo), estén o no equilibradas las fases. Del mismo modo el segundo sistema provisto también de dos grupos vatímetros de un decalaje $\frac{\pi}{2}$ y conectados según el esquema de Pestarini, mide la potencia reactiva m del mismo cir-

cuito tanto si las fases están equilibradas como si no lo están.

El factor de potencia K , no es más que una función de W y m ; viene dado por la fórmula:

$$K = \frac{W}{\sqrt{W^2 + m^2}},$$

y puede indicarse por una red de curvas delante de la cual se mueve el punto de cruce de las dos agujas.

La lectura directa, sobre el fasímetro, del factor de potencia, puede prestar grandes servicios en las explotaciones industriales en las que la exactitud no ha de ser tan grande como en un laboratorio.

J. B. DE AGUILAR-AMAT.

Termodinámica

La sobrecalentación

Es un hecho generalmente reconocido que el empleo de vapor recalentado eleva la eficacia de las turbinas así como la de las máquinas recíprocas. Este aumento de eficacia es mayor del que podría preverse por el sencillo examen del diagrama de calor del vapor en el momento de la expansión, debiendo por consiguiente buscarse en otras circunstancias la razón de esta mayor eficacia. La figura 1 representa, a escala, el diagrama de vapor para una libra de vapor cuya expansión se ha realizado entre una presión inicial absoluta de 200 libras y una presión final absoluta de una libra, o sea con un vacío de 28 pulgadas.

Mientras se realiza esta expansión, la temperatura del vapor decrece porque su calor se va convirtiendo en energía y si el vapor, al principio, estaba saturado, la cantidad del mismo que se condensará irá aumentando gradualmente.

Pero si, mientras dura la expansión, se suministra al vapor una nueva cantidad de calor, suficiente para que su temperatura se mantenga constante, no se produce condensación alguna. Esta expansión a una temperatura constante es llamada expansión isotérmica y es representada por la línea C D; en cambio, la expansión con temperatura decreciente, es decir la que se realiza sin que ninguna cantidad de calor sea suministrada al vapor ni extraída de él, es denominada «expansión adiabática» y es representada por la línea vertical C E. Si el vapor pierde durante su expansión cierta fracción de su calor inicial, sea por radiación mediante la conductibilidad de las paredes del cilindro, sea por otra causa análoga, la expansión es representada por la línea punteada C N, siendo determinada la inclinación de esta línea por la rapidez de la pérdida de calor. Si se considera la expansión del vapor seco, sin adición ni pérdida de calor, desde una presión absoluta de 200 libras hasta un vacío de 28 pulgadas, la cantidad de calor, y por consiguiente de trabajo, que puede ser aprovechada de una manera útil, está comprendida en

el área ABCE, y la eficacia térmica sería la proporción de la superficie ABCE a la superficie HABCEK.

La superficie ABCD representa el trabajo que hubiera sido realizado por el vapor si no se hubiera producido condensación alguna de modo que la superficie ECD representa la energía perdida a causa de la condensación.

Por consiguiente, la longitud de la línea AE representa el peso del vapor existente al terminarse la expansión y la longitud de la línea ED representa, en el mismo momento, el peso del agua extraída por condensación de la cantidad de vapor existente al principio.

Al recalentar el vapor de 381° Fahrenheit (temperatura del vapor saturado a una presión absoluta de 200 libras) hasta 531° F. (150° de sobrecalentamiento) se agrega la superficie ECFG a la superficie de trabajo útil representada por ABCE; pero el beneficio no es más

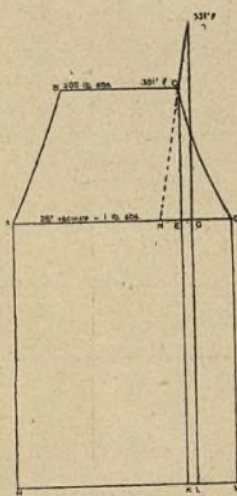


Fig. 1.

que aparente porque se ha añadido al mismo tiempo a la cantidad de calor que pasa al condensador la superficie KEGL de modo que la eficacia térmica se halla expresada por la relación de la superficie ABCFG a la superficie HABCFK.

Aunque esta ganancia en eficacia térmica no es sino muy ligera, el funcionamiento de la máquina se halla, por otros conceptos, mejorado y los constructores de turbinas admiten que a cada 10° de sobrecalentamiento corresponde un aumento de eficacia de 1 por 100, en término medio. La sobrecalentación significa una disminución de la proporción de la humedad en el vapor, la longitud OD representa ahora la cantidad de vapor al terminarse la expansión. Con el vapor saturado, la condensación se inicia juntamente con la expansión, pero con el vapor recalentado no se produce condensación alguna hasta que la línea FG haya cruzado la curva de vapor CD, de modo que durante la primera parte de la expansión el vapor continúa siendo completamente seco.

La experiencia ha demostrado que el vapor húmedo atraviesa los orificios estrechos con mucha mayor facilidad que el vapor seco; es, pues, evidentemente preferible el empleo de vapor seco en los cilindros de alta presión, donde son más de temer los escapes por las válvulas y demás pasos.

Cuando un cierto volumen de vapor penetra en un cilindro, una parte considerable del mismo se pierde por condensación. Las superficies metálicas con las cuales el vapor entra en contacto son más frías que el vapor que llega de la caldera, porque acaban de estar en contacto con el vapor de escape cuya temperatura

es mucho más baja; esta condensación se suma a la condensación normal resultante de la expansión y contribuye a aumentar en notable proporción la fricción entre el émbolo y el cilindro, además de no hacer trabajo útil alguno, puesto que el agua no es expansible. El vapor recalentado se halla naturalmente sujeto a las mismas causas de enfriamiento; pero lleva consigo calor en exceso, pudiendo abandonar una parte del mismo sin que, a pesar de ello, se produzca su condensación; además, si las paredes estuviesen húmedas, probablemente se secarían, de modo que por efecto del vapor recalentado no solamente se evita la condensación, sino que puede hasta realizarse la evaporación del agua depositada sobre las paredes del cilindro.

Es también un hecho conocido que las superficies metálicas son mucho mejores conductores del calor cuando están húmedas que cuando están secas. El vapor saturado mantiene las paredes del cilindro constantemente cubiertas con una capa de agua y determina así una pérdida por radiación mucho mayor de la que ocurriría con el vapor recalentado, a pesar de su temperatura más elevada. Por la línea punteada CN de la figura 1 se ve que la pérdida por radiación basta para anular una porción importante de la superficie que representa el calor útil.

Estas consideraciones parecen indicar que el empleo de vapor recalentado ha de mejorar la eficacia de las máquinas recíprocas reduciendo la fricción de los émbolos, la condensación inicial y las pérdidas por radiación, con lo cual sería posible realizar una eficacia más aproximada a la teórica de la que puede conseguirse con el vapor saturado. Por estas razones, procuró el constructor, Mr. Parsons, ya en los primeros tipos de turbinas que realizó, suministrar vapor «vivo» en diferentes puntos de la máquina para mantener el vapor seco durante todo el período de su expansión.

El resultado fué que la superficie ECD de la figura 1 vino a sumarse al área de calor que era eficazmente utilizado cuando se empleaba el vapor saturado. Sin embargo, la eficacia térmica resultó reducida por esta disposición, porque la superficie KEDM se sumó a la superficie HAEK que representa el calor perdido. En efecto, puede averiguarse por una medición que la eficacia térmica expresada por la relación de la superficie ABCD a la superficie HABCDM es menor que la eficacia térmica representada por la relación de la superficie ABCE a la superficie HABCEK.

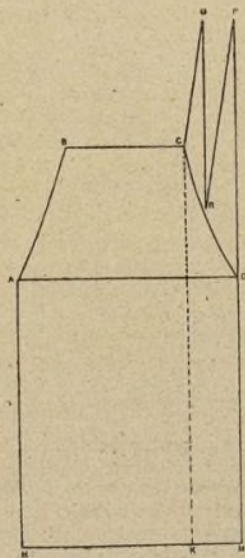


Fig. 2.

Pero, a pesar de que la eficacia termal resultó menor para esta expansión isotérmica que para la expansión adiabática del vapor saturado, el exceso de calor suministrado tuvo por consecuencia un aumento de la eficacia de la turbina, debido también en este caso a que, con el vapor seco, el rendimiento de la máquina se acercaba más al resultado teórico que cuando funcionaba con vapor húmedo. En las turbinas, la acción del vapor húmedo se ejerce de un modo algo diferente que en las máquinas recíprocas. La fricción se produce sobre la superficie de las aletas en vez de ejercerse sobre las paredes del cilindro y siendo considerable dicha superficie, aquella fricción es un factor de importancia. La condensación inicial, debida a diferencias de temperatura entre el vapor y las aletas no es muy grande, porque la expansión del vapor se hace, en la turbina, gradualmente o en una serie de tiempos sucesivos, contra lo que ocurre en las máquinas alternativas, de modo que la caída de temperatura correspondiente a cada tiempo o período es muy pequeña.

El recalentamiento del vapor tiene otro efecto: el de aumentar su volumen con relación al del vapor saturado bajo la misma presión, puesto que el volumen de un gas, bajo una presión constante, es proporcional a su temperatura absoluta. A una presión de 150 libras, la temperatura del vapor saturado es de 366° Fahrenheit, o 827° grados absolutos. Si este vapor es recalentado hasta 560° F., correspondientes a 1,021° absolutos, su volumen se hallará aumentado en más de 22 por ciento.

En el lado de alta presión de una turbina de reacción, la longitud de las aletas es muy pequeña, porque la sección del cilindro sobre el cual están montadas dichas aletas ha de ser grande para ofrecer suficiente rigidez, y también porque el volumen de vapor es relativamente pequeño. En efecto, la longitud de las aletas no pasa, en muchos casos, de tres octavos de pulgada y la superficie del vacío existente entre las extremidades de las aletas es importante, en relación con la superficie de éstas. En tales condiciones, un aumento de 25 por 100 en el volumen del vapor hace posible un aumento apreciable de la longitud de las aletas, con la consiguiente reducción del espacio vacío y de la cantidad de vapor que fluye por dicho espacio sin producir trabajo útil alguno.

En las turbinas de impulsión en las cuales la presión es transformada en velocidad por la expansión, el recalentamiento reduce la cantidad de agua que se condensa durante la expansión, con lo que disminuye también la fricción sobre las aletas.

La disposición especial de la turbina ideada por el doctor Ferranti responde al deseo de eliminar completamente del vapor el agua condensada. En esta turbina, el vapor ya recalentado al principio de la operación, lo es por segunda vez después de la primera expansión y antes de haber gastado enteramente el acceso de calor que llevaba. En la figura 2, se ve el diagrama de calor establecido con este procedimiento. La línea CD es la curva de vapor saturado seco; el recalentamiento inicial eleva la curva hasta el punto O, mientras la expansión adiabática subsiguiente la rebaja hasta R y un nuevo recalentamiento seguido de expansión determina la superficie CORPD. Si bien esta superficie no representa sino una ligera mejora de la eficacia termal, con relación al vapor saturado, el aumento de eficacia

de la turbina es notable, siendo debido enteramente a que el vapor se conserva seco durante todo el período de la expansión, lo que permite aproximarse más, en la práctica, a la realización perfecta de las condiciones teóricas.

E. LOZANO, Ing. Ind.

Química

El lavado racional y automático de los tejidos

La patriarcal y antigua costumbre de hacer la colada, es decir, de hacer filtrar a través del tejido una corriente de agua caliente cargada de sales de potasio pasando por una capa de cenizas de carbón vegetal, procedimiento lento, pesado e imperfecto, ya no es practicado más que en ciertas comarcas campestres, porque allí donde la acción intensa del progreso se deja sentir, es decir, en las ciudades, prefíerese las lejías químicas del comercio. Sin embargo, todo el mundo sabe que las lejías comerciales se hallan constituidas en su mayor parte por carbonato de sodio. Y se sabe también que las cenizas vegetales tienen acción sobre los tejidos precisamente por la proporción de sosa o potasa que en su constitución poseen. Las lejías del comercio no son más que lejías de cenizas reconstituidas, más puras, mucho más concentradas y de un empleo infinitamente más cómodo. El poder lejivador de los carbonatos de sodio y de potasio es parecido entre sí con poca diferencia, y aún el carbonato de potasio es algo superior al de sodio como rendimiento, siendo menos perjudicial su acción sobre la fibra; pero la diferencia de precio entre uno y otro hace que se prefiera al carbonato de sodio.

Para aumentar la actividad de las lejías en polvo, se ha imaginado caustificarlas, ya sea por la adición de cal, ya por la adición directa de sosa cáustica. El resultado obtenido en el lavaje parece ser mejor; pero con detrimento de la fibra. Bajo su aparente inercia, las fibras vegetales, y en particular la fibra de algodón, son reactivos extremadamente sensibles en los que el juego de las afinidades es muy grande y que sufren siempre transformaciones más o menos hondas según la fuerza viva de los elementos que las solicitan y la duración del contacto. Cuando el reactivo es muy débil y dotado de poca afinidad, por ejemplo el agua, la modificación física continúa insensible y puede no traducirse francamente sino después de un contacto más o menos prolongado. La intervención de ciertos factores físicos, como el calor, la presión, etc., es suficiente para activar el proceso de la modificación en grandes proporciones.

El tejido de algodón sin apresto alguno, mantenido en el agua a los 16° durante cien horas, ha dado las pérdidas siguientes:

Pérdida en peso sobre 100 gramos de tejido:

Muestra 1. ^a	0,1020 gr.
— 2. ^a	0,1021 —
— 3. ^a	0,1089 —
— 4. ^a	0,1032 —

Otros trozos de la misma pieza, hervidos en agua durante una hora a 100°, han dado los resultados siguientes:

Pérdida en peso sobre 100 gramos de tejido:

Muestra 1. ^a	0,1243 gr.
— 2. ^a	0,1250 —
— 3. ^a	0,1248 —
— 4. ^a	0,1243 —

Caldeadas las muestras bajo presión de una atmósfera en el agua, se han obtenido las cifras siguientes:

Pérdida en peso sobre 100 gramos de tejido:

Muestra 1. ^a	1,402 gr.
— 2. ^a	1,397 —
— 3. ^a	1,388 —
— 4. ^a	1,392 —

Se ve pues que, incluso sin la intervención de reactivos químicos, el modo de aplicación del agua tiene una influencia marcada sobre la pérdida de peso de los tejidos de algodón.

La adición de reactivos químicos al agua puede tener una influencia variable sobre la fibra. Si unos la atacan y por consiguiente le hacen perder peso, por el contrario otros tienen una acción contraria, es decir, aumentan la solidez del tejido. La acción de las sales químicas sobre las fibras vegetales es función a la vez del poder de disociación osmótica de la fibra y de la facilidad más o menos grande con la cual el reactivo puede entrar en la disociación. El poder osmótico de una fibra es evidentemente tanto mayor cuanto su pared es más delgada y ello explica el por qué, de todas las fibras vegetales, es el algodón el más afectado por los reactivos químicos de todo género.

El poder de la sosa cáustica sobre el algodón es francamente ofensivo. Las soluciones débiles lo atacan muy fuertemente en la ebullición.

Tejido de algodón hervido en una solución de sosa cáustica

PÉRDIDA EN PESO SOBRE 100 GRAMOS

	Por 100	Hervida de 1/2 hora	Hervida de 1 hora
Solución Na OH	0,5	3,320 gr.	4,227 gr.
—	1,0	4,027 —	5,893 —
—	2,0	5,120 —	7,567 —

La solución de sosa cáustica, incluso la débil, ataca la fibra transformándola en hidrocélulosa soluble. Prodúcese un verdadero desgaste de la fibra, cuya superficie, que se hace rugosa, posee una afinidad mucho mayor para las suciedades inertes. El tejido hervido con sosa cáustica se ensucia más rápidamente y se desengrasa más difícilmente que el tejido hervido con carbonato de sodio puro. Este verdadero mordiente para las suciedades no se atenúa ni siquiera después de 12 horas de hervida en agua pura.

La adición de un poco de sosa bicarbonatada a una lejía o a un jabón tiene siempre una acción favorable, corrigiendo con ello la dureza del agua y aumentando las propiedades emulsivas del jabón. Sólo se puede considerar nociva para la fibra cuando sus soluciones traspasan una proporción de 0,5 a 0,6 por 100, o bien cuando la acción se prolonga o bien se activa por prolongada ebullición o por presión.

A decir verdad pocas son las sustancias químicas que no tengan acción directa sobre la fibra, y como su utilización es indispensable para el lavaje, forzoso es recurrir a las que menos nocivas sean.

El frote es el coadyuvante más conocido de la sosa y del jabón para el lavado y limpieza de los tejidos. El frote ocasiona una cierta presión en la superficie que acelera la incorporación de la carga ácida, y activa la emulsión. Pero además de ser un trabajo penoso, el frote o *restregamiento* de los tejidos, mucho más aún que todos los ingredientes químicos conocidos, es el principal factor del desgaste de los tejidos en el lavaje.

El desgaste en el lavaje se atribuye en efecto a tres causas distintas, a saber:

- 1.º Desgaste por restregamiento;
- 2.º Disolución y corrosión de la cubierta fibrosa por los cáusticos, oxidantes clorados, etc.;
- 3.º Expansión del tejido por prolongamiento bajo la acción de ciertos agentes químicos.

La supresión de los productos cáusticos o nocivos suprime de un golpe las causas segunda y tercera: De las tres causas principales persiste, pues, la primera, que es también la principal en cuanto a efectos o importancia para la duración del tejido: el restregamiento. Las concepciones físico-químicas modernas han permitido llegar a la supresión de este restregamiento, supliéndolos por medios químicos con un éxito inesperado.

El lavaje de los tejidos supone de todos modos tres fases activas:

- 1.º El desengrase;
- 2.º Tratamiento de las manchas;
- 3.º Lavaje propiamente dicho.

Hácese preceder siempre a la lejivación una sumersión previa en agua fría. Esta sumersión tiene por efecto eliminar las materias solubles y arrastrar una buena parte de las manchas inertes. El desengrase se hace en seguida por hervida con sosa y jabón, o bien con una lejía compuesta; el tratamiento de las manchas por restregamiento a mano, con cepillo o por agitación, etc., y el lavaje, por último, opérase por el agua de Javel, de cloro o, por último, por exposición al aire y sol sobre la hierba, allí donde es posible. El conjunto, pues, está compuesto por cuatro operaciones diferentes.

Vemos que en ello el frote o restregamiento tiene un objeto principal perfectamente definido; el tratamiento de las manchas, es decir, el desprendimiento mecánico de las materias que resisten a la acción físico-química del jabón; podemos deducir de ello que la supresión del restregamiento no implica más que la intervención de un medio que obrando sobre las manchas sea capaz de hacerlas desaparecer por digestión o por descoloración. La adición al jabón de productos dotados de las mencionadas propiedades reduciría, pues, las operaciones realizando la primera y segunda operación al mismo tiempo. Púedese resolver este problema empleando el bórax, el silicato de sodio y el fosfato de sodio.

Es sabido que las lejías de silicato de sodio son de empleo frecuente en la industria para la lejivación de los tejidos de algodón y su blanqueo.

Existen también lejías comerciales a base de carbonato de sodio silicatado. El silicato de este modo em-



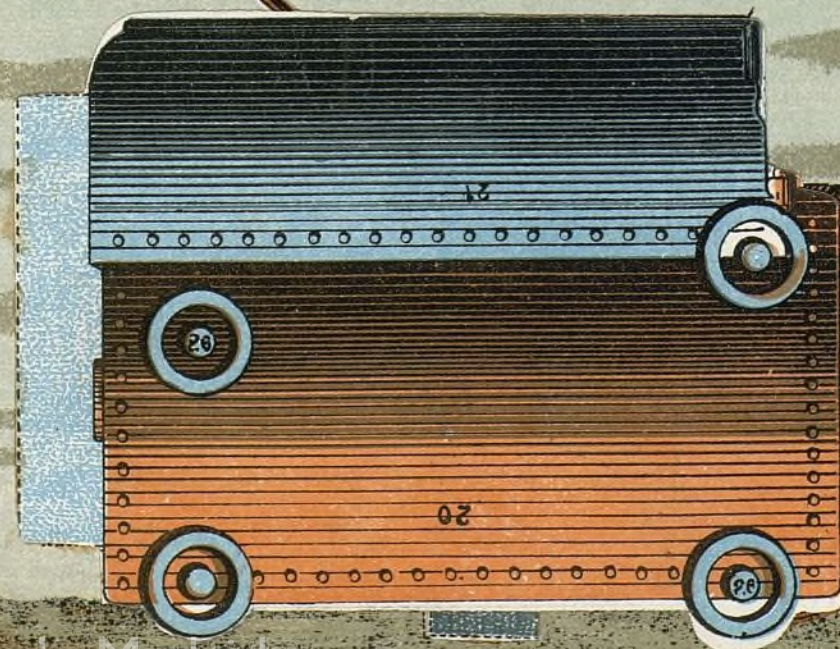
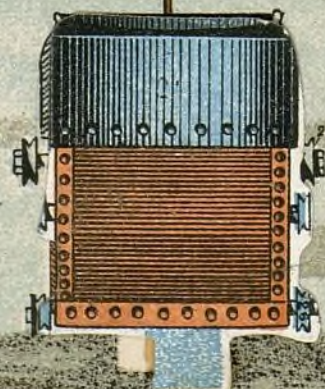
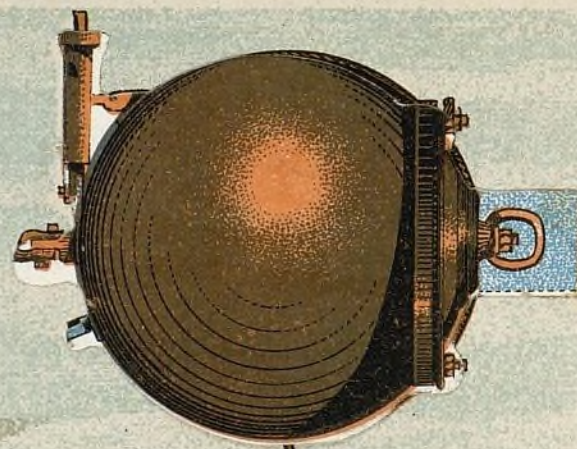
- 1.º — Boya de la mina.
- 2.º — Cables de la mina.
- 3.º — Cables de la mina.
- 4.º — Cables de la mina.
- 5.º — Cables de la mina.
- 6.º — Cables de la mina.
- 7.º — Cables de la mina.
- 8.º — Cables de la mina.
- 9.º — Cables de la mina.
- 10.º — Cables de la mina.
- 11.º — Cables de la mina.
- 12.º — Cables de la mina.
- 13.º — Cables de la mina.
- 14.º — Cables de la mina.
- 15.º — Cables de la mina.
- 16.º — Cables de la mina.
- 17.º — Cables de la mina.
- 18.º — Cables de la mina.
- 19.º — Cables de la mina.
- 20.º — Cables de la mina.
- 21.º — Cables de la mina.
- 22.º — Cables de la mina.
- 23.º — Cables de la mina.
- 24.º — Cables de la mina.
- 25.º — Cables de la mina.
- 26.º — Cables de la mina.
- 27.º — Cables de la mina.
- 28.º — Cables de la mina.
- 29.º — Cables de la mina.
- 30.º — Cables de la mina.
- 31.º — Cables de la mina.
- 32.º — Cables de la mina.
- 33.º — Cables de la mina.
- 34.º — Cables de la mina.
- 35.º — Cables de la mina.
- 36.º — Cables de la mina.
- 37.º — Cables de la mina.
- 38.º — Cables de la mina.
- 39.º — Cables de la mina.
- 40.º — Cables de la mina.
- 41.º — Cables de la mina.
- 42.º — Cables de la mina.
- 43.º — Cables de la mina.
- 44.º — Cables de la mina.
- 45.º — Cables de la mina.
- 46.º — Cables de la mina.
- 47.º — Cables de la mina.
- 48.º — Cables de la mina.
- 49.º — Cables de la mina.
- 50.º — Cables de la mina.
- 51.º — Cables de la mina.
- 52.º — Cables de la mina.
- 53.º — Cables de la mina.
- 54.º — Cables de la mina.
- 55.º — Cables de la mina.
- 56.º — Cables de la mina.
- 57.º — Cables de la mina.
- 58.º — Cables de la mina.
- 59.º — Cables de la mina.
- 60.º — Cables de la mina.
- 61.º — Cables de la mina.
- 62.º — Cables de la mina.
- 63.º — Cables de la mina.
- 64.º — Cables de la mina.
- 65.º — Cables de la mina.
- 66.º — Cables de la mina.
- 67.º — Cables de la mina.
- 68.º — Cables de la mina.
- 69.º — Cables de la mina.
- 70.º — Cables de la mina.
- 71.º — Cables de la mina.
- 72.º — Cables de la mina.
- 73.º — Cables de la mina.
- 74.º — Cables de la mina.
- 75.º — Cables de la mina.
- 76.º — Cables de la mina.
- 77.º — Cables de la mina.
- 78.º — Cables de la mina.
- 79.º — Cables de la mina.
- 80.º — Cables de la mina.
- 81.º — Cables de la mina.
- 82.º — Cables de la mina.
- 83.º — Cables de la mina.
- 84.º — Cables de la mina.
- 85.º — Cables de la mina.
- 86.º — Cables de la mina.
- 87.º — Cables de la mina.
- 88.º — Cables de la mina.
- 89.º — Cables de la mina.
- 90.º — Cables de la mina.
- 91.º — Cables de la mina.
- 92.º — Cables de la mina.
- 93.º — Cables de la mina.
- 94.º — Cables de la mina.
- 95.º — Cables de la mina.
- 96.º — Cables de la mina.
- 97.º — Cables de la mina.
- 98.º — Cables de la mina.
- 99.º — Cables de la mina.
- 100.º — Cables de la mina.

MINA SUBMARINA

N.º 36

- 1.—Boya de la mina.
- 2.—Cámara de flotación.
- 3.—Depósito del explosivo.
- 4.—Explosivo.
- 5.—Depósito del fulminante.
- 6.—Fulminante.
- 7.—Pistón.
- 8.—Percusor.
- 9.—Tenazas del percusor.
- 10.—Eje del percusor.
- 11.—Goma para evitar la entrada de agua.
- 12.—Disparador.
- 13.—Palanca del disparador.
- 14.—Eje de giro del disparador.
- 15.—Argolla sujeción del cable de anclaje.
- 16.—Cable de anclaje.
- 17.—Cierre del depósito del fulminante.
- 18.—Argolla de suspensión.
- 19.—Cable de anclaje.
- 20.—Caja de anclaje.
- 21.—Soporte de la boya de la mina para el transporte.
- 22.—Torno del cable de anclaje.
- 23.—Ruedas dentadas.
- 24.—Freno.
- 25.—Gatillo.
- 26.—Ruedas para el transporte.
- 27.—Tapas de comprobación del torno.
- 28.—Tapa del eje.
- 29.—Resorte de seguridad.
- 30.—Eje.
- 31.—Excéntrica de seguridad.
- 32.—Soporte y goma del cable.
- 33.—Eje del torno.

- 34.—Goma.
- 35.—Cierre de la boya.
- 36.—Tornillo de cierre.
- 37.—Pivote de disparo del torno.
- 38.—Tuerca cuadrada.
- 39.—Plomo.
- 40.—Sonda del plomo.
- 41.—Carrete de la sonda.



pleado lo es casi siempre bajo forma de disolución viscosa muy soluble en el agua. La adición de un poco de carbonato de sodio a una solución de silicato de sodio da inmediatamente una masa pulverulenta sólida, soluble en el agua pero muy cáustica y soluble en fibra. La acción del silicato de sodio comercial sobre el algodón, aparte de la concentración, es relativamente comparable con la de la sosa cáustica. Su poder detergente es debido en efecto a su alcalinidad cáustica, pues el silicato puede ser considerado como una disolución de sílice en la sosa cáustica. En débil concentración su efecto es, de otra parte, insensible; pero si la solución es concentrada, la fibra es atacada y puede serlo profundamente.

Pero si hacemos intervenir el silicato de sodio bajo la forma cristalizada, el efecto obtenido será muy diferente. El silicato de sosa cristalizado fué obtenido por primera vez en 1906 por Bacon y se puede hoy prepararlo de diferentes modos, entre los cuales el más sencillo consiste en caldear sílice o arena blanca muy fina en una solución de carbonato de sosa hasta la disolución a temperatura bastante baja y en la proporción que acusa la fórmula $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$. Por agitación, cristaliza la masa, y no hay más que recoger los cristales, que seorean y secan. Este producto, por otra parte, hállese en el comercio ya preparado.

El silicato cristalizado en solución a 0,5 por 100 tiene una acción marcadamente detergente sobre el tejido de algodón a partir de los 60°. Bajo su acción la fibra se encoje ligeramente (mercerizaje) adquiriendo una mayor solidez, y la sílice en presencia ejerce una verdadera acción mecánica, algo así como un raspado de las suciedades, raspado que se detiene al nivel de la fibra, y que hace a ésta más brillante y más suave al tacto.

Incluso en solución de 0,8 por 100, la acción sobre la fibra es insensible habida cuenta que ésta permanece sumergida mientras que una solución de silicato de sosa viscosa de tenor comparativo puede debilitarla en las mismas condiciones. A pesar de ello, aparte el agua de cristalización que puede ser comparada a la de disolución, en el silicato comercial, siendo la misma la composición química, la acción no debería ser diferente. La experiencia muestra a la vez un poder detergente y de limpieza mucho mayor, mientras que la acción sobre la misma fibra es incomparablemente menos sensible. El fenómeno de la disociación electrolítica es el único que puede explicarnos esta diferencia atribuyendo a la forma cristalizada una más fuerte ionización: porque es sabido que son los compuestos más fuertemente ionizados los más capaces de entrar en reacción. Admitiendo esta explicación, la solución cristalina no encerraría solamente elementos atómicos, o elementos coloidales libres, si que también iones. Y sabido es que éstos cargados eléctricamente poseen un muy diferente tenor en energía que los átomos no electrificados. Hoy podemos tener la seguridad que la diversidad de propiedades de los cuerpos no es debida más que a este tenor y como no es la misma para los átomos que para los iones, es comprensible y explicable que las propiedades sean diferentes.

El análisis del silicato de sosa acusa lo siguiente:

Na_2O	22 por 100
SiO_2	21
Agua	57

El borax es el feliz coadyuvante del silicato de sosa cristalizado. Su acción sobre ciertas manchas es notablemente activa en especial sobre las de tendencia ácida. Este efecto se explica por la gran facilidad con la cual esta sal se hidroliza, tanto más fácilmente cuanto menos concentradas son las soluciones, poniendo en libertad elementos alcalinos dotados de propiedades especiales.

Bajo el efecto del bórax, la fibra se encoje y se aprieta, de lo que resulta una mayor solidez del tejido. El bórax previene e impide la formación de manchas de orín u óxido en solución al 0,8 por 100, y más tarde veremos qué otro papel está reservado al bórax dentro de una lejía compuesta.

El fosfato de sosa tiene su lugar marcado en una lejía para hacer desaparecer manchas de cierta clase, en particular las manchas de frutas, confituras y similares. Es débilmente alcalino, pero obra sobre las materias colorantes de estas manchas en débil pero verdadera pirética. Su acción es, pues, la de una especie de combustión débil de las materias colorantes orgánicas muy inestables sin llegar a perjudicar la misma fibra. Obra en solución a partir de 0,7 por 100 y a los 40°.

Acabamos de ver y explicar la posibilidad de desengrasar y quitar las manchas de los tejidos por un simple tratamiento químico sin necesidad de hacer intervenir otra acción mecánica que la inherente a los cambios químicos y físicos producidos en el curso de la operación.

Resta estudiar ahora la cuestión importante y esencial del blanqueo.

El blanqueo debe ser lógicamente la fase terminal del lavado. Tratada y limpiada la fibra por los ingredientes convenientes, puede adquirir desde luego el aspecto de blancura elevado sin necesidad de hacerle sufrir alteración apreciable y sin necesidad de recurrir al azn, que no es más que un artificio.

El agua oxigenada empleada en grandes cantidades en tinte y blanqueo industriales es de conservación difícil. Se la prepara industrialmente por la acción del ácido sulfúrico diluido sobre el peróxido de bario o de sodio. Sabido es que las propiedades blanqueadoras del agua oxigenada son debidas a la potencia particularmente oxidante del oxígeno puesto en libertad en contacto con la fibra que hace las veces de cuerpo catalizador. Sabido es también que un catalizador no es otra cosa que una sustancia que, sin intervenir en la composición de los productos engendrados por una reacción, puede favorecer esta última modificando su velocidad.

La virtud blanqueadora del oxígeno desprendido del agua oxigenada es debida únicamente a su estado naciente. Esta especie de sobreactividad es de otra parte común a todos los cuerpos en el momento de su estado naciente, porque en todo fenómeno químico, cuando se hace intervenir un elemento en el instante mismo en que se ha desprendido de una combinación en el estado de átomo, es decir en el estado naciente, y antes de que haya tenido tiempo de combinarse para formar una molécula, las reacciones son eminentemente más rápidas y más fáciles que si se emplease el ele-

mento previamente preparado. Considerando que los cuerpos son compuestos de moléculas, débese admitir que en modo alguno deben reaccionar seguidamente los unos sobre los otros en el momento que se les pone en presencia; hay, ante todo, que tener en cuenta la atracción, el sistema de afinidad que mantiene unidos los átomos en las moléculas puestas en contacto. La intervención de una energía física, capaz de aumentar la amplitud de las oscilaciones interatómicas y disminuir por consiguiente esta afinidad, es siempre necesaria: en la descomposición catalítica del agua oxigenada no se tiene que atender esta fuerza de atracción que reúne los átomos en el estado molecular, y de tal suerte se dispone directamente de toda la carga y de toda la potencia intra-atómica de que está dotado el átomo en su estado naciente y ello es lo que explica la extraordinaria actividad del oxígeno en el momento en que se le pone en libertad en el estado atómico.

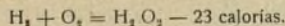
El agua oxigenada *pura* es muy estable y su velocidad de descomposición muy débil; pero tan pronto van a añadirse a ella cuerpos extraños, *siempre hay* modificación. Si la adición de este compuesto al agua oxigenada provoca la descomposición de esta última poniendo en juego sus fuerzas de afinidad electiva, es que hay *reacción química*.

El peróxido de sodio ofrece la inestimable ventaja de su incomparable riqueza en oxígeno activo, no menor del 20 por 100. Pero su descomposición casi espontánea, el peligro de inflamabilidad que ofrece y especialmente la formación de sosa cáustica libre le condenan a la eliminación de toda lejía.

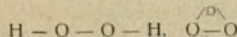
El perborato de sodio es menos rico en oxígeno activo, por término medio del 5 al 10 por 100, pero ofrece la ventaja de una estabilidad casi absoluta incluso en la humedad, dando como sustancia residuaria bórax, cuyo papel importante en las lejías compuestas hemos puesto de relieve anteriormente.

El papel del perborato en una lejía es pues el de engendrar agua oxigenada en estado naciente que, al descomponerse, dará lugar al oxígeno naciente. Toda formación de agua oxigenada es acompañada de un desprendimiento de ozono que comunica al agua oxigenada naciente propiedades que no posee en modo alguno el agua oxigenada previamente preparada. Sabido es que el ozono es el resultado de una condensación endotérmica del oxígeno O_2 , formado por consiguiente por la reunión de tres átomos de oxígeno activo. Igualmente que todos los compuestos formados por reacción endotérmica, el ozono, compuesto no saturado, no podría ser estable. La energía química almacenada determina el desdoblamiento de la molécula con desprendimiento de calor. El ozono concentra en sí el germen de su destrucción y se descompone cediendo la energía calorífica por una reacción inversa de la que le ha dado origen.

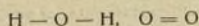
El agua oxigenada es así mismo una combinación endotérmica:



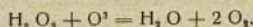
Su descomposición espontánea, aunque lenta, explicase por la sola tendencia que tienen los compuestos inestables a retrogradar o a progresar hasta la forma estable. Basta oponer los agrupamientos:



a los sistemas:



resultantes, pero los cuerpos que de ello nacen y que no obstante parecían complacerse, por así decirlo, bajo su forma molecular, puestos en libertad son cargados de una tal energía intra-atómica que comienzan por destruirse mutuamente:



He aquí la razón de la sobreactividad del agua oxigenada en el estado naciente y de sus grandes propiedades blanqueadoras sobre las fibras. Pero como la sobreactividad de un cuerpo en el estado naciente no lo es más que a título precario, para utilizar todas sus virtudes es indispensable provocarle *in situ*, es decir que el agua oxigenada debe ser formada *en el lugar mismo y en el momento* en que este cuerpo debe ejercer su actividad.

El perborato de sodio por su propiedad de dar nacimiento al agua oxigenada por disolución simple en el agua, presenta el mejor agente de blanqueo de las fibras vegetales de todos los conocidos. Pero hemos visto que el momento más propicio para la acción blanqueadora es *post lixivium*; esta acción no se produce con eficacia más que a partir de la temperatura de 60°, y por ello nos está permitido inquietarnos sobre el cumplimiento del papel de esta agua oxigenada y de las fuerzas inutilizadas, por lo mismo que son liberadas inoportunamente; la descomposición y el desprendimiento de oxígeno se produce ya, especialmente a partir de los 62°.

Entonces interviene el silicato de sosa representando un papel insospechado de pseudo inhibidor, formando con el peróxido de hidrógeno un compuesto coloidal, cuya descomposición resiste en ciertas condiciones los 90° y permanece algunas veces de tal modo estable que ni incluso una prolongada ebullición a 100° basta a descomponerle por entero.

El hidrosol silicatado formado abandona en la diálisis un hidrogel muy parecido a un precipitado de SiO_2 . Desecado, se obtiene una masa blanca pulverulenta soluble en el agua caliente cediendo oxígeno a partir de 90° aproximadamente. El sólo hecho de que este compuesto resista un caldeo en seco de 120° sin descomponerse, debe a priori descartar la hipótesis de que el hidrógeno sea un silicato coloidal hidratado que retiene el agua oxigenada. Nos hallamos pues en presencia de un nuevo compuesto oxigenado mucho más estable que todos los conocidos, pues resiste casi la ebullición. El interés de este producto desde el punto de vista de la lejivación puede ser considerable. Presenta en efecto todas las propiedades descolorantes de las persales conocidas, da la reacción perscrómica y la descoloración del permanganato, con una gran estabilidad además.

La ventaja de este persilicato puede no presentarse más que en las lejías compuestas. En efecto, hemos indicado que el blanqueo no debe producirse sino cuando la fibra está ya limpia, porque a la sazón se puede hacer intervenir solamente como agente de blanqueo un descolorante de los relativamente débiles, cuya acción sobre la fibra, por consiguiente, se hará sentir menos, por ejemplo, el perborato de sosa; pero de otra parte hemos visto también que el desengrase y lavaje químico no pueden, con las sales químicas cita-

das, producirse rápidamente más que a favor de una temperatura relativamente elevada, preferible partiendo de 70°. Luego el perborato de sosa disuelto en el agua da agua oxigenada *tan pronto* entra en *disolución*. Esta formación de agua oxigenada acompañada de formación de ozono—*el agente de blanqueo efectivo*— es pues, en frío, prematura, porque una gran parte del ozono no puede desprenderse antes de que las materias deterativas hayan podido entrar en liza. Pero el agua oxigenada misma que resta se descompone a su vez ya hacia los 62°. Arriesgaríamos mucho, pues, en una mezcla lejival compuesta, hacer desprender todo el agente de blanqueo antes de que el mismo hubiese podido intervenir útilmente, porque su papel para con respecto a las manchas y grasas es absolutamente nulo. En realidad, en una mezcla apropiada pasan las cosas de otro modo. El perborato de sosa es eminentemente hidrolizable, bastante más aún que el borato de sosa y mucho menos soluble que el silicato de sosa. Resulta que en una disolución que encierre silicato ya disuelto, a medida que se produce la disolución hidrolítica del perborato, los elementos oxigenados de este último accionan sobre el silicato para formar un hidrosol oxigenado estable. Tenemos pues una cantidad enorme de probabilidades para que, cuando una lejía es disuelta previamente a una temperatura inferior a los 40°, todo el oxígeno liberable del perborato sea fijado de nuevo bajo forma de hidrogel y pueda sufrir sin alteración los efectos de la temperatura necesaria para el desengrase y limpieza de los tejidos. El desprendimiento de oxígeno por la catalisis puede también ser retardada por la presencia de sales inhibitrices de la catalisis.

Es evidentemente una condición indispensable que haya suficiente silicato en presencia para poder formar el hidrogel y que sobre aún para llenar su papel de deterativo. El cálculo teórico nos conducirá a la meta.

La naturaleza y composición del agua empleada representan un papel importante, no solamente desde el punto de vista de la utilización de los jabones, si que también de la descomposición del agua oxigenada formada al abrigo del perborato o también del persilicato. Hemos dicho ya que es de los compuestos que por su sola presencia y sin intervenir de otro modo pueden entorpecer la descomposición normal del agua oxigenada. Es, de otra parte, el papel de las fibras textiles en general.

Pero hay otros, por el contrario, y precisamente de aquellos a los cuales se encuentra más frecuentemente en el agua, que pueden oponerse de un modo decidido a la descomposición del agua oxigenada y retener el oxígeno del que en vano se aguardaría la acción blanqueadora, y esto hasta tal punto y con una tal fuerza que llegan a ser capaces de paralizar absolutamente la acción catalítica de los agentes de descomposición conocidos.

Hay varias de estas aguas que son extremadamente duras, y estas aguas, ya muy extremadamente malas para el jabón, manifiestan su acción inhibitrice con la mayor intensidad frente a frente de los catalizadores. Sabido es que la dureza de las aguas es debida en su mayor parte a las sales calcáreas y magnésicas, especialmente a los bicarbonatos. Siendo interesante conocer cuáles sean las sales que representan el papel per-

judicial se han realizado ensayos y de los mismos ha resultado que:

Si a una solución de agua oxigenada pura se añade bicarbonato de sosa, prodúcese rápidamente una descomposición catalítica: el hecho, por otra parte, es conocido ya; pero si se añade al agua oxigenada bicarbonato de calcio, que es el caso en general que se presenta en las aguas alimenticias, no hay descomposición. Igualmente si al carbonato de sodio se mezcla carbonato de calcio y se añade esta mezcla al agua oxigenada, la misma resulta tan inactiva como si fuese bicarbonato de calcio solo.

El bicarbonato de sodio es, pues, capaz de neutralizar sino paralizar la acción catalítica del bicarbonato de sodio. Pero si añadimos en seguida bórax, la acción catalítica del bicarbonato de sodio reaparece con mayor fuerza que antes.

Conocidos los hechos que dejamos expuestos, resultaba también del mayor interés saber si era el bicarbonato de calcio o el ion calcio la causa del fenómeno. La experiencia prueba que una solución de cloruro de calcio es igualmente capaz de detener la catalisis. El borax solo es en este caso capaz aún de paralizar la acción inhibitrice del ion calcio, porque es el calcio el que entra en liza.

Prácticamente, en una lejía es conveniente añadir bicarbonato que posea mejores propiedades de descomposición catalítica. En nuestro caso, el fenómeno de la descomposición catalítica puede resumirse del modo siguiente:

Al principio de la operación el bicarbonato de sosa es paralizado por las sales calcáreas y magnésicas, cloruros y sulfatos sódicos, inhibidores conocidos de la catalisis. El borax entra en liza, una parte de las sales calcáreas y magnésicas se precipitan por ebullición y muy pronto no queda más que una solución de carbonato de sosa que descompone fuertemente el agua oxigenada, incluso en presencia de pequeñas cantidades de sales inhibitrices cuyo efecto paraliza el bórax, y el oxígeno ozónico desprendido blanquea la fibra.

De lo que precede, que no constituye más que las grandes líneas del trabajo de lavado, resulta claramente que el problema del lavado automático puede ser resuelto de un modo muy sencillo.

Basta mezclar en proporciones convenientes los reactivos necesarios, cuya acción es seguramente eficaz. Esta mezcla, simplificando enormemente las operaciones habituales que quedan resumidas en una sola y única operación, posee también otra propiedad, que es la de obrar por debajo del punto de ebullición del agua. Hemos dicho anteriormente que la acción del agua hirviendo hacía perder peso, y por consiguiente, resultaba nocivo para la conservación de las fibras textiles, y por mucha que fuese la inocuidad de las sales químicas que pudiésemos recomendar, su efecto sobre los tejidos debía resultar necesariamente nocivo y lo sería tanto más cuanto más prolongado fuese el contacto y cuanto más elevada fuese la temperatura. Una mezcla juiciosa de estos diversos ingredientes permite obtener el mejor efecto a una temperatura comprendida entre 90 y 96°, es decir a la temperatura del baño de maría hirviendo. La experiencia demuestra que es con esta temperatura con la cual puede alcanzarse que las fibras textiles tratadas conserven durante más lar-

go tiempo sus propiedades de resistencia iniciales. Podemos, pues, resumir el papel de los ingredientes y las temperaturas convenientes de reacción del modo siguiente:

Sustancias saponáceas.—Saponina, desengrasante emulsionador, 60 — 65°.

Resina.—Obra bastante bien sobre las grasas neutras (vaselina, etc.) 65°.

Bicarbonato de sosa.—Saponificador, 70 — 75°. Agente de catalisis del agua oxigenada 90°.

Silicato de sosa.—Detersivo, disolvente, para quitar manchas a los 60°. Seudo inhibidor. Agente de blanqueo, 90°.

Fosfato de sosa.—Descolorante, 50°.

Borato de sosa.—Disolvente, provoca la catalisis positiva paralizando el efecto de las sustancias inhibidoras. Contra el orín y manchas de óxido.

Perborato de sosa.—Agente de blanqueo a los 62°.

MODO DE EMPLEO RECOMENDADO

El tejido previamente mojado, si está muy sucio, es introducido en la disolución de la mezcla de los productos precipitados, y abandonado a una digestión en frío durante 5 o 6 horas, caldeando luego lentamente. A partir de los 60° aproximadamente, las reacciones se producen *in situ* ocasionando cambios químicos en los que en *statu nascendi* permite utilizar todas las fuerzas vivas. Caldeando en seguida, sea al baño de maría hirviendo, sea por los alrededores de la ebullición sin alcanzarla por ello francamente, y manteniendo esta temperatura durante media hora con poca diferencia y todo lo más tres cuartos de hora según sea el tejido más o menos sucio, obtiéndose un resultado perfecto.

No olvidemos que el lavado automático es una cuestión de reacción química, y por lo tanto es indispensable que todas las partes del tejido puedan ser operadas fácilmente por el líquido. Es, pues, indispensable no amontonar apretadamente el tejido, para que pueda impregnarse bien y para facilitar la circulación ascensional, para lo cual es necesario remover y cambiar las capas del tejido operado con ayuda de un palo.

Es conveniente a la vez hacer una selección de las prendas que han de lavarse siempre que la cantidad y las circunstancias lo permitan. Por tal causa, las prendas de lienzo fino, camisería, etc., no podrán ser mezcladas, por ejemplo, con los trapos de cocina.

Un tenor de 1 por 100, o sea 10 gramos por litro de una mezcla juiciosamente establecida es suficiente en absoluto para el tratamiento de las prendas de tejidos blancos.

Las prendas de color resisten sin ningún peligro el efecto de las lejías compuestas; pero ello con la precaución, como en la lejivación ordinaria, de reducir la temperatura y no dejar que ésta llegue a la ebullición, porque la mayor parte de los colores resisten mal el efecto del agua hirviendo pura. Un número considerable de ensayos practicados en gran escala ha demostrado la eficacia y la inocuidad de este método. Los resultados, los exámenes microscópicos y dinamométricos de objetos tratados bajo diversas concentraciones, prueban la bondad de los consejos y observaciones contenidas en el presente estudio sobre una industria importante que, especialmente en las ciudades

populosas, logra en nuestros días un desarrollo excepcional, arrebatando al cuidado doméstico una atención más.

MAURICIO DE KEGHEL.

Mecánica

Método práctico para la determinación de las dimensiones de los pistones de los motores de explosión fijos

La velocidad límite de los pistones en los motores de explosión fijos parece ser aproximadamente 250 metros por minuto. Varios experimentos llevados a cabo por Lewis le han permitido establecer los siguientes cuadros:

Motores horizontales

Combustible	H.P.	Velocidad del pistón
Esencia . . .	5 a 50	135 a 200
Gas pobre . . .	15 a 110	160 a 235
Gas natural . . .	15 a 120	155 a 220

Motores verticales

Combustible	H.P.	Velocidad del pistón
Esencia . . .	5 a 50	160 a 210
Gas pobre . . .	15 a 120	185 a 240
Gas natural . . .	15 a 120	195 a 225

El aumento de la velocidad del pistón tiene ciertos inconvenientes, que son: mezcla incompleta del gas con el aire; tiempo de escape demasiado corto; desgaste rápido del motor; si las válvulas y el pistón no se refrigeran cuidadosamente por un medio cualquiera, corren el peligro de sobrecalentarse y el combustible ardiendo lentamente no tiene tiempo de consumirse en su totalidad. Por el contrario, al aumentar la velocidad de la máquina, aumenta su potencia.

En general, la longitud del pistón viene dada a función del diámetro por la fórmula:

$$L = 1,55 D - 16 \text{ mm.}$$

El pistón sufre un empuje lateral originado por la biela, y este empuje no debe exceder de ciertos límites muy pequeños.

En general, la distancia del eje de articulación de la cabeza del pistón a la cara del mismo varía de 0,4 a 0,75 de la longitud total del mismo. Para una distribución uniforme de la presión, esta distancia debería ser igual a la mitad de la longitud total del pistón, y aumentar proporcionalmente cuando aumenta la longitud del mismo. La cara del pistón es generalmente plana, con nervios interiores para los diámetros grandes; su grosor puede determinarse con la fórmula:

$$E = 0,13 D + 6 \text{ mm.}$$

placa de tipo usual fué colocada detrás de un disco de sectores con diez aberturas variando de 10 a 180°. Placa y disco se encerraron en una caja forrada de terciopelo y presentando en una de sus extremidades un pequeño orificio cerrado por una ventanilla de vidrio opalino. Se dió la preferencia a esta clase de cristal porque, reduciendo la intensidad de la luz, permite alargar el tiempo de exposición, aunque transmite los

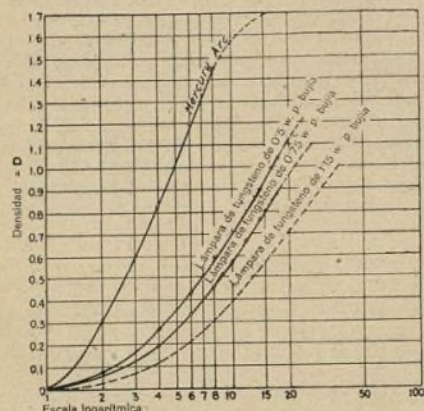


Fig. 2. — Iluminación relativa.

mismos rayos que el vidrio transparente y en las mismas proporciones relativas. El tiempo de exposición era constante en todas las experiencias y la iluminación se mantenía también constante para las varias fuentes luminicas, haciéndose las mediciones fotométricas por medio de un fotómetro de comparación. A cada una de las fuentes luminicas se exponían varias placas; éstas se desarrollaban en las mismas condiciones y eran finalmente sometidas a una prueba de transparencia mediante un fotómetro de polarización, sistema Martens. Para la interpretación de los resultados, hay que tener presentes las siguientes definiciones:

$$\text{Transparencia} = T = \frac{\text{luz transmitida}}{\text{luz recibida}};$$

$$\text{Opacidad} = O = \frac{1}{T};$$

$$\text{Densidad} = D = \log O.$$

En el gráfico II están indicados bajo forma de curvas los resultados obtenidos con el tubo de vapor de mercurio y las lámparas de tungsteno de 0,50 y 0,75 vatio por bujía horizontal. La curva en línea punteada representa, como término de comparación, los resultados obtenidos con la lámpara de tungsteno de 1,15 vatio por bujía. Estos datos no se obtuvieron del mismo modo que los que sirvieron para establecer las demás curvas; pero se ha procurado que sean estrictamente comparables a aquéllos. Los valores fotográficos relativos de las varias fuentes luminicas dependen, naturalmente, del punto en que la comparación se hace. Se ha reconocido que, en general, la región más conveniente para la exposición es la porción de la curva

de densidad que aparece aproximadamente recta, estando los valores relativos de iluminación señalados según una escala logarítmica. En aquella región, como puede verse, el valor fotográfico de la lámpara de tungsteno de 0,5 vatio corresponde aproximadamente a $1/2$ ó $1/3$ del valor del tubo de vapor de mercurio, sobre la base de una iluminación igual, medida con un fotómetro de comparación directa. Con la lámpara de 0,75 vatio, estos valores oscilan entre $1/3$ y $1/4$. Estas cantidades dependen naturalmente, hasta cierto punto, del tiempo de exposición y del desarrollo; es, en efecto, muy difícil establecer comparaciones absolutas, pero las anteriores bastan para los fines de la fotografía práctica. Se desprende de ellas que, empleando la lámpara de tungsteno de medio vatio, con densidades iguales y el mismo tiempo de exposición, será precisa una iluminación dos o tres veces mayor; inversamente, si las iluminaciones son iguales (medidas visualmente) para obtener densidades prácticamente iguales, será necesario, con la lámpara de tungsteno de 0,5 vatio, un tiempo de exposición de dos y media a tres y media veces mayor. Es preciso recordar que la ley que relaciona la intensidad de iluminación y el tiempo de exposición con la acción fotográfica es $ITp = \text{densidad constante}$ en la región de exposición más favorable; en otros términos, el aumento de la acción fotográfica es más rápido cuando se refuerza la iluminación que no cuando se alarga el tiempo de exposición. Es esto evidente, ya que p es habitualmente menor que la unidad, estando comprendido entre 0,7 y 1.

Se practicaron varios otros ensayos con una lám-

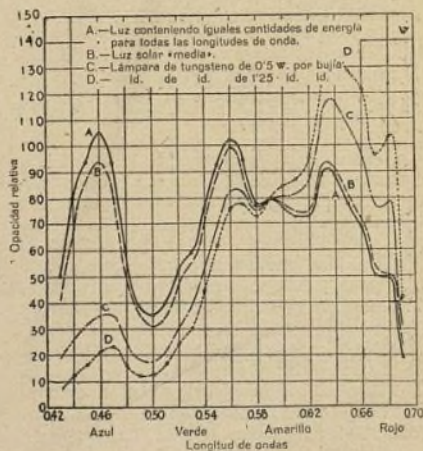


Fig. 3. — Sensibilidad de la placa espectral de Cramer.

para de tungsteno de 500 vatios gastando a razón de 0,5 vatios por bujía horizontal (22 lumens por vatio). Pudieron obtenerse fotografías instantáneas a una distancia de 2 metros aproximadamente de la fuente luminica. La lámpara funcionaba sin reflector; si hubiera sido provista de un reflector ordinario, la intensidad luminica hubiera sido aproximadamente doble y el tiempo de exposición habría podido reducirse. Con

objetos de grande poder reflexivo, por ejemplo objetos de color blanco o gris, se obtuvieron pruebas satisfactorias con un tiempo de exposición reducido a una décima de segundo, empleando un diafragma con lente a 4,5 F. Pudieron sacarse buenas fotografías de los más diversos objetos en menos de un segundo, con lámpara desnuda colocada a una distancia de casi dos metros. La lámpara de vapor de mercurio que se utilizaba en este caso era una lámpara de laboratorio con reflector y conteniendo un solo tubo de mercurio funcionando normalmente a 3,5 amperios, 110 voltics. Se observó que con el papel al bromuro la exposición debía ser de tres o cuatro veces más larga con la lámpara de tungsteno de 0,5 vatio que con la lámpara de mercurio.

La nueva lámpara podrá tener interesantes aplicaciones a la fotografía ortocromática. Para los estudios espectrográficos la placa de Cramer es apropiada. Su sensibilidad para los rayos comprendidos dentro del espectro está figurada por la curva A del diagrama figura 3. Esta curva indica las relativas opacidades de la placa obtenidas con cantidades iguales de energía aplicadas durante periodos iguales, pero con diferentes longitudes de ondas. Para la fotometría fotográfica, se ha construido un filtro especial que modifica aquella curva de sensibilidad igualándola a la del ojo normal (fig. 4). Los pequeños círculos indican el trayecto de la curva visual obtenida con dicho filtro, al lado de la curva ideal figurada por la línea negra. Con este filtro aplicado a las placas espectrales antes mencionadas, las verdaderas relaciones de valores, o sea de luz y sombra, se hallan reproducidas sobre la placa como opacidades. Sin embargo, para reproducir estos valores tal como aparecen habitualmente en la luz solar es preciso emplear una fuente luminica con espectro continuo debidamente corregido por medio de un filtro de colores. Para este objeto, la nueva lámpara puede competir con la de arco de carbón. La lámpara de arco de mercurio no puede utilizarse en este caso por no ser continuo su espectro. La curva B, trazada hipotéticamente, es la que resultaría de la aplicación a la placa del espectro ordinario de la luz solar; las curvas C y D son las respectivas curvas de opacidad para los espectros de las lámparas de tungsteno de 0,5 y 1,25 vatios por bujía. Estos resultados son los que se obtienen cuando la energía es del mismo valor en los tres medios de iluminación, siendo por lo tanto aproximadamente la misma iluminación visible. Se nota que en la región azul extrema la eficacia de la luz de la lámpara de tungsteno de alta eficacia es doble de la que se obtiene con la lámpara de 1,25 vatio utilizada con la placa «espectral». En la extrema región roja, la diferencia entre la eficacia de esta última luz y la luz solar es reducida a la mitad con la lámpara de tungsteno de alta eficacia. Las anteriores curvas muestran que las nuevas lámparas de tungsteno de alta eficacia pueden admitirse en fotografía como factores apreciables para la reproducción exacta de los colores.

En la fotografía en colores se nota también la superioridad de la nueva lámpara sobre la antigua lámpara de incandescencia, en cuanto a la reproducción de los valores. La placa Lumière, la que se emplea más extensamente para la fotografía en colores, consiste de una capa de gránulos de almidón transparentes, coloreados y sensibilizados. Estas placas no pueden repro-

ducir los colores con perfecta exactitud; pero dan resultados satisfactorios para numerosos fines prácticos. Con la luz solar es preciso el empleo de un filtro amarillo; con la luz artificial, es preferible en algunos casos un filtro de color verde azulado. Con las lámparas de alta eficacia pueden obtenerse fotografías satisfactorias sin filtro alguno. En resumen, la lámpara de tungsteno de alta eficacia, funcionando a razón de 22 lumens por vatio es una fuente luminica apropiada para los trabajos fotográficos; su eficacia, con las placas ordinarias, es de un medio o un tercio de la eficacia de la lámpara de vapor de mercurio, para iguales tiempos de exposición; con el papel de bromuro la eficacia de la lámpara de tungsteno equivale a una tercera o cuarta parte de la eficacia de la lámpara de vapor de mercurio. Su rapidez de impresión es aproximadamente la misma con las placas ordinarias que con el papel al bromuro. La nueva lámpara parece llamada también a prestar servicios para la confección de mariones; pero, para este objeto, sería preciso encontrar un medio que permitiera reducir el tiempo de exposición, ya que por

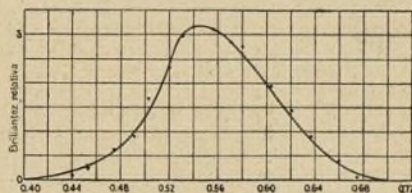


Fig. 4.—Sensibilidad del ojo y del filtro de colores para la fotografía ortocromática.

razones prácticas este no puede ser muy largo. Por lo que se refiere a la distribución espectral de la energía, la lámpara de tungsteno de alta eficacia corresponde casi exactamente a la antigua lámpara de corriente continua con arco abierto. En la fotografía ortocromática la lámpara de tungsteno resulta ventajosa a causa de la continuidad de su espectro, de su constancia de funcionamiento y de su influencia sobre la conservación de los valores. Para la fotografía en colores, que requiere una viva luz artificial, deberá también dar buenos resultados. Bajo el punto de vista de la actinicidad la nueva lámpara de tungsteno es un importante factor fotográfico. Aunque algunas fuentes luminicas artificiales son relativamente más ricas en rayos actínicos por vatio que la nueva lámpara, esta será apreciada en razón de su valor actínico constante; es, además, notable la facilidad con que puede adaptarse en cualquier posición, lo que constituye una ventaja apreciable en los aparatos portátiles.

Por otra parte, la facilidad con que la luz de la lámpara de tungsteno de alta eficacia puede concentrarse sobre el objeto que debe fotografiarse compensa de sobras la inferioridad en que se encuentra esta lámpara bajo el punto de vista de la radiación actínica. Efectivamente, la lámpara puede colocarse delante de un reflector parabólico, realizándose con este procedimiento un coeficiente de utilización muy alto con el que dicha lámpara puede rivalizar con cualquiera de los medios de iluminación empleados habitualmente

en fotografía. El autor ha confeccionado un cristal que tiene la propiedad de reducir la cantidad de rayos luminosos sin afectar al valor actínico de la luz para las placas ordinarias. Este cristal puede emplearse para evitar los reflejos que resultan a menudo molestos cuando es necesaria una iluminación intensa para operar con tiempo de exposición de corta duración.

Los experimentos antes referidos han sido llevados a cabo en el Laboratorio Experimental Nela, en Cleveland, Ohio, (E. U.).

M. LUCKIESH, Ingeniero.

Procedimientos industriales

Composición para la protección de las superficies metálicas contra la corrosión

Las capas de pintura corriente no pueden proteger las superficies metálicas contra la corrosión más que mientras estas superficies permanecen siendo impermeables al vapor de agua. Tan pronto como la humedad penetra a través de la capa de pintura, la corrosión del metal comienza. Garantir la no penetración del vapor de agua durante un espacio de tiempo razonable es muy difícil, porque la misma pintura es susceptible de sufrir cambios, incluso si, en el momento de su aplicación, llenaba por completo y de un modo perfecto las condiciones impuestas para el logro de aquel resultado.

Es objeto del procedimiento no ya impedir la entrada del vapor de agua, sino hacer su acción, sobre las superficies metálicas, completamente inofensiva, asociando con la pintura protectora una materia destinada a impedir la corrosión, a saber, compuestos de ácido tungstato con bases (tungstos), soluble en el sentido de ceder agua suficiente de su ácido tungstico en el estado combinado para dar una protección eficaz contra la corrosión.

Algunos de estos tungstos son libremente solubles, mientras otros, por el contrario, son casi insolubles, existiendo aún otros que poseen grados de solubilidad intermedios, variando mucho las proporciones relativas en las cuales el ácido tungstico y la base se combinan. Por otra parte, pueden contener fósforo, silicio o boro, dando nacimiento a fosfo-tungstos, silico-tungstos y boro-tungstos, pero la composición constituyente fundamental o genérica que todos presentan y que les hace utilizables es el ácido tungstico en combinación con una base.

Se ha comprobado el hecho de que, cuando a un tungstato que es soluble en el agua se añade agua dentro de la cual se hallen expuestas superficies de hierro o acero, el metal conserva su superficie brillante y el agua queda clara y exenta de la coloración pardo-rojiza que la transmite el hierro que se oxida.

En el curso de una serie de experimentos se ha reconocido que en condiciones muy favorables para la producción de óxido una parte de ácido tungstico, bajo la forma de ortotungstato de sosa $\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$

disuelta en 2000 partes de agua era más que suficiente para conservar el metal pulimentado y brillante e impedir toda corrosión.

Los tungstos de diferentes bases varían mucho en su grado de solubilidad. Los tungstos de sodio y de magnesio por ejemplo, dan compuestos muy solubles mientras que los tungstos de plomo y de bario se hallan clasificados entre los más insolubles, existiendo como se ha dicho antes infinidad de intermedios que poseen variados grados de solubilidad. La concentración de la sal necesaria para proteger el hierro y el acero de la corrosión es tan débil que una ligera solubilidad es todo lo que para tal efecto se necesita, y por consiguiente un tungstato cualesquiera bastará, a condición que sea capaz de ceder al agua suficiente cantidad de su ácido tungstico en estado combinado, para proteger suficientemente las superficies metálicas contra la corrosión.

Para poner en práctica el procedimiento objeto de las presentes líneas se añade el tungstato a la pintura (por ejemplo pintura a base de óxido de cinc), el tungstato de cinc por ejemplo, en la proporción del 5 al 10 por ciento del peso de la pintura preparada, proporción que será la suficiente para el uso general, si bien puede aumentarse. La primera capa debe reforzarse por otras capas suplementarias, de modo que proteja la superficie metálica contra la acción directa del agua, excepción hecha de la que pueda penetrar naturalmente a través de las capas de pintura. En estas circunstancias, la penetración del agua hasta la capa primera determinaría la disolución del tungstato y su acción inmediata como agente de protección. El ortotungstato de cinc es especialmente el más apropiado para la mezcla con la pintura a base de óxido de cinc, por ser blanco. Puede ser molido en la masa juntamente con el óxido de cinc al ser preparada la pintura.

Caucho artificial a base de acetilcelulosa, y películas y capas del mismo producto, como telas enceradas, gomadas e imitaciones de cueros y artículos análogos

El presente procedimiento ha sido patentado por la Actiengesellschaft für Anilin Fabrikation. No es nuevo producir composiciones plásticas a base de acetilcelulosa, ya sola, ya en mezcla con disolventes diversos de elevado punto de ebullición, añadiendo eventualmente materias para la carga. Las composiciones de este género pueden ser moldeadas bajo la influencia del calor o de líquidos; pero endureciéndose al enfriarse o bien por evaporación.

El presente invento basa sobre el hecho de que la acetilcelulosa es utilizable para la producción de compuestos parecidos al caucho. Consiste en mezclar íntimamente una acetilcelulosa apropiada, a lo menos con una y media partes de un cuerpo capaz de dar plasticidad sin evaporarse demasiado. Estas composiciones secas tienen y conservan las propiedades del caucho natural. Pueden moldearse en frío; pero se hacen plásticas con el calor y se dejan moldear fácilmente así como laminar.

En el curso de la fabricación se añade las materias de carga o colorantes a la mezcla de acetilcelulosa con el cuerpo que da la plasticidad.

Estas composiciones son solubles en los disolventes de la acetilcelulosa; las soluciones pueden ser diluidas, sin llegar a la precipitación, por medio de una fuerte cantidad de líquido neutro que no disuelva la acetilcelulosa, la bencina por ejemplo. Este hecho es muy interesante, pues permite obtener capas protectoras muy económicas aplicables a la fabricación de telas de cuero, encerados, telas cauchutadas, lavables y similares.

El caucho artificial puede servir especialmente para amalgamar o aglutinar desechos de caucho regenerado, para hacer con ello caucho nuevo.

Las nuevas composiciones objeto del procedimiento mencionado pueden ser utilizadas igualmente en la industria de cuero artificial, porque se aplican sobre el papel, cuero o papel mediante simple presión.

Los ejemplos siguientes darán idea del procedimiento, pero no significan una limitación:

Ejemplo 1.º Hácese digerir una parte de acetilcelulosa cualesquiera que sea apropiada, por ejemplo la nitroacetilcelulosa, en 2 partes de fitalato de dimetilo. Hacia los 60°, la masa se hincha y aglutina. Para detener la hinchazón púedese introducir una pequeña parte de disolvente volátil, como la acetona, que se evapora una vez terminada la composición. Para colorear en negro se añade nigrosina soluble en el alcohol.

Ejemplo 2.º Mézclase cinco partes de acetilcelulosa con 10 partes de triacetina y una de alcohol amílico, en las condiciones indicadas en el precedente ejemplo, y se obtiene de este modo un caucho artificial muy flexible.

Ejemplo 3.º Mézclase 3 partes de una acetilcelulosa apropiada en 8 partes de triacetina, en un amasador mecánico, caldeando a 60°. A la masa aglutinada se añade 5 partes de corcho en polvo. El producto obtenido forma en caliente una pasta semi-blanda plástica que se puede moldear en hojas.

Ejemplo 4.º Mézclase en caliente, en partes iguales, caucho artificial y caucho regenerado. Vulcanízase la masa con 7 por 100 de azufre, durante una hora, a la temperatura de 135°. Se obtiene un producto extremadamente flexible.

Ejemplo 5.º Disuélvese dos partes de caucho artificial, obtenido de acuerdo con el ejemplo 1.º, en 2 partes de acetona y se añade luego 3 partes de bencina conteniendo una pequeña cantidad de acetona. Esta disolución puede ser utilizada para pintar lonas y telas, con el fin de fabricar encerados o telas-cuero lavables.

Ejemplo 6.º Transfórmase el caucho artificial a base de acetilcelulosa en una banda delgada elástica, por laminaje a 60° bajo una fuerte presión (50 a 150 kilogramos por centímetro cuadrado).

Ejemplo 7.º Por presión en una calandra, extiéndese una capa muy delgada de caucho artificial sobre una tela. Para obtener una buena adherencia, prepárase convenientemente una cara de la tela con una solución diluida de una acetilcelulosa apropiada compuesta de una parte de nitroacetilcelulosa, otra parte de triacetina y 10 partes de tetraclorotano o acetona. Sécase la tela y se la hace pasar con una banda de caucho artificial entre dos cilindros, caldeando el ci-

lindro más próximo a la banda cauchutada, con lo que ésta se fija fuertemente sobre el tejido. Para abri-llantar la superficie se extiende luego, con prensa, una película de acetilcelulosa en las mismas condiciones. Con ello se obtienen bonitos efectos que imitan el cuero barnizado. La imitación del grano de ciertos cueros se efectúa por calandraje entre rodillos grabados.

Procedimiento de fabricación de esmaltes blancos

En el presente procedimiento se emplea óxidos, y en caso necesario, silicatos de circonio, titanio, aluminio, etc., y también estaño (salvo óxido de estaño obtenido por la combustión del estaño metálico). Estos óxidos y silicatos que no poseen, en su estado normal, las propiedades físicas necesarias para servir de opacificantes, reciben esta propiedad de acuerdo con el presente procedimiento por el hecho de ser reducidos a un estado de división muy fino, siendo tratados por un agua ácida o alcalina, y también con agua que contenga ácidos o álcalis débiles. Por absorción del álcali o ácido, se hacen susceptibles de combinar el agua. La formación de coloides puede evitarse por la presencia de pequeñas cantidades de cristaloides. El tratamiento de las soluciones ácidas o alcalinas puede ser favorecido por la presencia de arcilla en la composición.

Para realizar el presente procedimiento se muele en un molino óxido o silicato empleado como opacificante, en presencia de agua alcalina o ácida, y añadiendo eventualmente débiles cantidades de sales, como sales metálicas, hasta que este opacificante sea atacado por la acción del agua ácida o alcalina o bien hasta que el ácido o el álcali se hayan combinado.

En la ejecución de este procedimiento para la obtención de esmaltes blancos, podriase también, en caso necesario, operar, en el molino, la molienda de los óxidos o silicatos en común con el de la composición de esmalte, y emplear, para el tratamiento, agua alcalina o ácida. Este método operatorio no parece ser, a pesar de ello, el racional, porque la experiencia ha demostrado que la composición de esmalte no debe molerse más allá de un grado determinado de finura, y ello no por mucho tiempo, que es una condición necesaria en el caso de una molienda simultánea del opacificante.

Cartuchos para explosivo de oxígeno líquido

Se ha indicado, para el empleo de explosivos de oxígeno líquido, diferentes materias combustibles y en particular el carbón, los hidrocarburos, el aluminio, etc. Desgraciadamente todos estos combustibles aplicados hasta aquí presentan una densidad demasiado elevada para permitirles absorber por sí mismos la cantidad de oxígeno líquido suficiente, no solamente para obtener su combustión exacta, si que también para compensar las pérdidas por evaporación que se producen entre el momento en que el cartucho es retirado del oxígeno líquido y el en que la explosión se produce. Resulta de ello que la explosión es acompañada por una insuficiencia de efecto, y, en el caso del

carbón o de sus derivados, de una producción peligrosa de óxido de carbón si por artificios convenientes no se ha conseguido aumentar la proporción de oxígeno líquido. Uno de estos artificios consiste en la adición de una materia químicamente inerte; pero esta disolución aunque hecha por una materia inerte, atenúa los efectos explosivos, tanto más cuanto esta materia inerte ha de ser necesariamente fundida y, en parte por lo menos, volatilizada durante la explosión, neutralizando en pérdida pura una parte notable del calor producido.

De acuerdo con el presente procedimiento, se ha hallado que la aplicación en condiciones convenientes de producto industrial conocido bajo el nombre de negro de humo presenta ventajas considerables desde el punto de vista señalado y de otros varios. Este cuerpo ha sido ya ensayado para este uso; pero en condiciones tales que la idea tuvo que ser abandonada; se ha indicado a propósito de ello que su poder absorbente era débil y que se venía obligado a disolverlo por medio de materias inertes. Estas dificultades provenían seguramente de un mal estado físico o bien de una densidad excesiva. Por el contrario, el negro de humo aplicado en el presente procedimiento puede ser obtenido, por ejemplo, por la combustión incompleta de la naftalina en condiciones tales que la densidad sea débil, y en estas condiciones se imbebe tanto de oxígeno líquido y con una energía tal que el cartucho, a la salida del baño de oxígeno, suelta apenas algunas gotas de oxígeno. De consiguiente, las fuerzas capilares obran con suficiente energía para que, a pesar de las pérdidas superficiales debidas a la evaporación, la densidad del oxígeno líquido continúa siendo sensiblemente uniforme en toda su sección hasta el momento que la explosión se opera, de suerte que el empleo de una vaina empapada de oxígeno líquido para impedir la evaporación del alma es de todo punto inútil, lo que ya de por sí representa una gran simplificación. Púedese preparar también, en particular por el método de fabricación señalado anteriormente, negros de humo que no presentan, en estado apretado, más que una densidad de 0,25 y hasta de 0,20. Luego una tal materia puede absorber un peso de oxígeno cuatro veces superior a su propio peso, notablemente superior al que sería suficiente para producir exclusivamente ácido carbónico. Púedese llegar con ello sin dificultad a obtener cartuchos compuestos exclusivamente de negro de humo y oxígeno líquido, que presentan su efecto máximo (en el supuesto que correspondan exactamente a la formación CO²) después de un tiempo relativamente considerable, o sea por ejemplo quince minutos para cartuchos de 5 centímetros de diámetro, detalle particularmente interesante cuando se ha de provocar la explosión por grupos enteros y no aisladamente. Desde luego que habrá que emplear negro de humo tanto más ligero cuanto de menor diámetro sean los cartuchos o bien cuanto mayor sea el tiempo que se desee conservar su efecto. Con este combustible la combustión puede ser provocada sin dificultad por mecha y pólvora, detalle que puede resultar de interés en los casos en que el fulminante pueda considerarse como peligroso. También se puede emplear como cebo un fulminato al que se prenda fuego por mecha o eléctricamente. La explosión es tan violenta que un cartucho de 400 gramos de peso total,

inflamado al aire libre contra un extremo de carril de hierro de 1 metro de longitud, lo disloca en cinco o seis trozos, proyectando algunos de ellos hasta la distancia de 300 metros.

Púedese aumentar aún el efecto de la explosión incorporando al negro de humo una cierta proporción, del 5 por 100 por ejemplo, proporción que puede hacerse llegar hasta el 25 por 100, de naftalina; pero en este caso la proporción de oxígeno líquido absorbido por la naftalina es bastante menor, y la reclamada por su combustión es, por el contrario, mayor que para el negro de humo, y esta adición se hace a costa de la duración disponible de los cartuchos y es recomendable especialmente para los de gran diámetro.

Esta posibilidad de obtener cartuchos de fuerza variable se concilia de otra parte bastante bien con las necesidades habituales del trabajo y con el hecho de que un explosivo barato como el de referencia justificará sin ningún género de duda en la mayor parte de los casos una técnica de empleo especial.

El empleo de estos cartuchos, especialmente con cebo al fulminato, exige ciertas precauciones para evitar fracasos; pero es de esperar que su empleo en la minería se extienda de día en día sustituyendo a los cartuchos de nitroglicerina, de manejo tan peligroso.

Sustituto del celuloide y procedimiento de fabricación

El objeto del presente procedimiento es la obtención de un cuerpo similar al celuloide, susceptible de trabajarse y pulimentarse, y que reuna, junto con todas las ventajas del celuloide natural, la de no ser ni explosivo ni inflamable, siendo a la vez inodoro e insípido.

Consiste en incorporar en una solución de cola o de gelatina disuelta en agua, caseína, adicionando silicato de sosa, endureciendo la mezcla por medio de alumbre o de todo procedimiento conocido.

Para la realización de este procedimiento se opera del modo siguiente:

Después de remojar, déjase fundir en el agua fría dos volúmenes de cola o gelatina. Incorpórase en esta solución tres volúmenes de caseína mezclada con la misma cantidad de silicato de sosa. Se deja endurecer la mezcla en un baño térmico.

La fabricación de materias aislantes

Las materias aislantes son muy variadas y se dividen en materias a base de resina y materias a base de cuerpos grasos:

	I	II
Colofonia	1000	250
Trementina de Venecia	125	60
Sebo	15	15
Goma laca		500

Aislantes a la brea o alquitran:

	I	II
Pez de estearina	740	700
Aceite de linaza		200
Azúfre	260	800

Aislantes a base de materias azoadas:

1.º	Clara de huevo	6 a 8
	Caseína	100
	Oxido de cinc.	30 a 50
2.º	Gelatina	200
	Agua	200
	Glicerina	4
	Formol.	1
	Cloruro de magnesio	4

Aislantes celulósicos:

	i	ii
Acetato de celulosa	5	15
Butirato de celulosa	5	
Acetona	30	85
Eter acético	60	

Aislantes complejos:

1.º	Caseína	3 kg.
	Amoníaco	3 litros
	Alcohol	1 —
	Metileno.	1 —
2.º	Caucho	50 litros
	Azufre.	5 —
	Litargiro	25 —
	Oxido de cinc.	15 —
	Negro de humo	5 —
3.º	Goma laca	385 litros
	Colofonia	385 —
	Parafina.	154 —
	Alquitrán	38 —
	Aceite de anilina.	38 —

Coloración del latón

Mojar las piezas que se desea colorear en un baño compuesto de 66 gr. de sosa cáustica, 48 gramos de agua y 11 de carbonato de cobre hidratado. La intensidad de la coloración es proporcional con el tiempo que dura la inmersión. Después de retirar los objetos del baño, lávanse con agua y se dejan secar dentro de aserrín de madera.

Coloración del cobre en negro

Se sumergen los objetos en una solución compuesta de:

Ferrocianuro de potasio.	10 gr.
Percloruro de hierro	100 —
Agua	200 —

Bronceado del hierro

Por medio de un trapo, se dan varias capas de una solución de 30 gramos de cloruro de amonio y 10 gramos de oxalato de potasio en un litro de vinagre.

Cobre de aluminio

Designase así una aleación compuesta de 68 gr. de cobre por 30 gr. de cinc y 22 gr. de aluminio. El coeficiente de ruptura del producto es de 39 kg. por mi-

límetro cuadrado, en contra de 15 a 20 que acusa el cobre sin aleación alguna.

Líquidos para pulimentar metales

I.—Hacer fundir 8 partes de parafina añadiendo 16 partes de tierra podrida y después del enfriamiento incorporar 16 partes de aceite de petróleo.

II.—Pulverizar media parte de ácido oxálico y mezclar con otras 10 de tierra podrida; hacer fundir 2 partes de parafina, añadiendo 30 partes de aceite de petróleo, incorporando entonces la mezcla pulverulenta con la mezcla líquida, adicionando un poco de esencia de espliego.

III.—Mezclar 2 partes de piedra pómez en polvo, otro tanto de tierra podrida y la misma cantidad de carbonato de hierro. Hacer fundir, de otra parte, dos partes de parafina que se vierte en 16 de esencia de petróleo, añadiendo las materias pulverulentas, amasando íntimamente.

Sustancia para pulir metales

Caldear 80 a 100 gramos de estearina, añadir 320 a 380 gramos de grasa de carnero: 20 de colofonia y 20 de aceite de estearina. Cuando todo se ha licuado, incorporar amasando 480 a 500 gramos de cal finamente pulverizada y dejar enfriar removiendo. Se puede conservar; pero cuidando de tener esta mezcla en frascos bien cerrados.

Para blanquear el hierro

Disolver en un litro de agua hirviente:

Alumbre	30 gr.
Cloruro de sodio	30 —
Tártaro blanco	15 —

Los objetos que han de blanquearse son caldeados y luego, en seguida, sumergidos en el baño. Después de lavar y secar, si interesa que los objetos conserven la blancura, conviene darles una mano de barniz apropiado.

La neutralización de los baños electrolíticos de níquel

El mejor medio a emplear para neutralizar la acidez de un baño de níquel, consiste en el empleo del carbonato de níquel.

Evítase de este modo la acidez del baño, así como la acumulación de sulfato de amoníaco en el baño a la vez que el peligro de que el baño se vuelva alcalino por un exceso de amoníaco.

Para que el carbonato de níquel pueda emplearse útilmente, debe ser recientemente precipitado o bien en el estado plástico.

No hay que utilizarlo en el estado seco, porque se disuelve con mucha dificultad y no neutralizaría el ácido. El carbonato en estado plástico, por el contrario, da el resultado apetecido.

Pulimento de los pequeños órganos mecánicos

Para pulimentar los pequeños órganos de las máquinas, especialmente las de coser, recomiéndase el procedimiento siguiente:

Prepárase una mezcla de 10 partes de trementina, 20 de aceite de estearina, y 30 de negro animal finamente pulverizado, añadiendo suficiente alcohol para diluir el conjunto; se aplica con un pincel de pelo y se deja evaporar el alcohol. Se frota luego suavemente con un trapo impregnado de negro animal y rojo de Inglaterra, puliendo finalmente con piel de gamuza.

Productos para la limpieza de los metales

La «Pomada mágica» del comercio se compone de una mezcla hecha en el almirez de aceite y de colcotar o tripoli. El «Brillo belga» puede prepararse igualmente con aceite y tierra podrida. El brillo obtenido con estos productos es más durable que el dado por el agua de cobre.

Barniz transparente

Sandaraca en polvo.	100 gr.
Trementina	175 —
Esencia de trementina.	700 —

Disolver al baño de maría la sandaraca y la trementina en la esencia de trementina. Antes de hacer uso de este barniz hay que exponer el frasco al sol durante una hora.

Producción de frío de 20 grados bajo cero durante algunas horas

El medio más sencillo es mezclar nitrato de amoníaco y agua.

Otro medio más poderoso; pero que exige el empleo de un ácido es el siguiente:

Sulfato de sosa	600 gramos
Nitrato de amoníaco	500 —
Ácido nítrico diluido.	

Descoloración del aceite de olivas

El procedimiento siguiente, que se emplea en Italia, es muy sencillo: consiste en añadir al aceite una solución de tanino. De 1 a 5 kg. de tanino en solución en 25 litros de agua según el grado de coloración y por 100 kg. de aceite. Después de batir enérgicamente durante media hora aproximadamente, déjase reposar durante un tiempo igual y se decanta.

Jabones ligeros

El poco peso específico de estos jabones es debido a la introducción en la pasta de una cierta cantidad de aire, que dilatando las moléculas, aumenta la porosidad y el volumen.

Los jabones ligeros de buena calidad son fabricados con buen jabón de sebo, que se reduce a trozos delgados y se hacen fundir en la mitad aproximadamente de su peso en agua bien clara.

Cuando el jabón está fundido, se bate el conjunto por medio de un aparato adecuado movido por un motor cualquiera. De 70 a 80°, el jabón se hace espu-

moso. Se continúa el batido para incorporar esta espuma a la pasta, después de lo cual se cuela. Al cabo de 8 días el jabón se corta en pastillas, coloreándolo ligeramente en color de rosa por el bermellón y aromatizando con esencias.

Jabones de tocador

Los jabones de tocador incoloros o coloreados se perfuman cuando aún no se han endurecido, ya por medio de esencia de almendras amargas, nitrobenzina o esencia de limón u otra esencia simple o bien con la mezcla de diversas esencias según el gusto del productor.

He aquí diversas recetas para perfumar los jabones que se producen en frío.

Ordinariamente se busca el modo de armonizar el color con el perfume de los jabones.

Incorpórase a 100 kg. de jabón blanco, en frío:

Esencia de verbena	150 gr.
— — espliego	100 —
— — bergamota	100 —
— — limón	100 —
— — tomillo	100 —

Para 100 gramos de jabón color rosa en frío, añadir:

Esencia de rosa	30 gr.
— — bergamota	30 —
— — geranio	50 —
— — canela	10 —
— — clavo	12 —

Obtiénese el perfume de la rosa almezclada añadiendo 15 gramos de tintura de almizcle a la mezcla siguiente:

Para 10 kg. de jabón de color canela se incorpora:

Esencia de canela	80 gr.
— — clavo	10 —
— — bergamota	10 —
— — laurel sasafrás	15 —
— — limón	50 —

Para 85 kg. de jabón amarillo, incorporar:

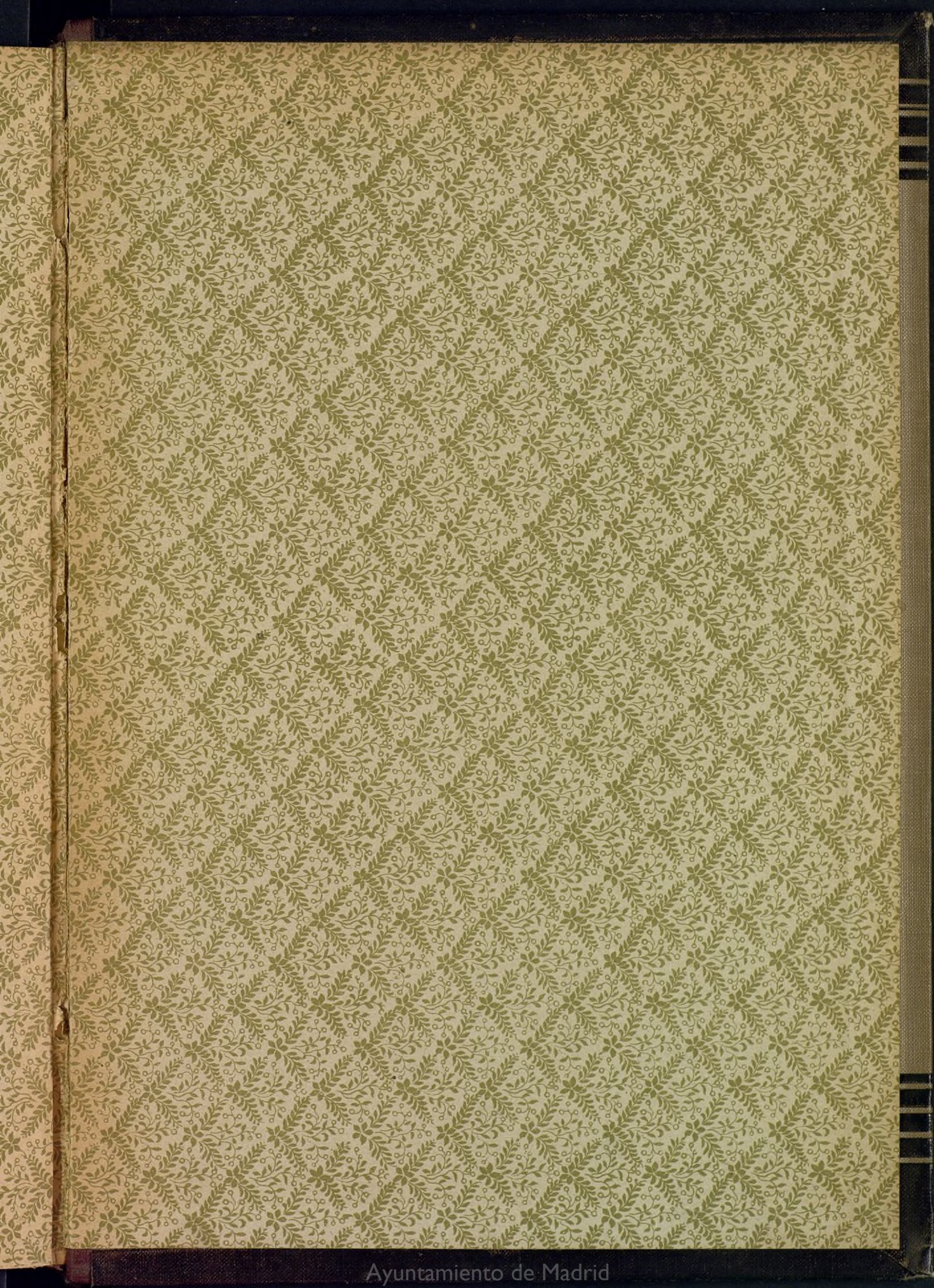
Esencia de espliego	500 gr.
— — verbena	50 —
— — limón	100 —
— — menta	10 —
— — azahar	30 —

Jabones en polvo

Estos jabones, muy empleados para lavar las manos, para los baños y para la barba, tienen una reacción ligeramente alcalina y son enteramente solubles en el agua pura y en el alcohol hirviendo.

Fabricase los jabones en polvo cortando jabón blanco en hojitas delgadas que se deja secar sobre hojas de papel blanco, las cuales una vez secas, son pulverizadas en un mortero y tamizadas. Antes de la pulverización el jabón se aromatiza, mezclando con una pequeña cantidad de bermellón o de goma guta según se desee obtener el color rosado pálido o el crema.

El jabón en polvo es muy higrométrico, y por lo mismo debe guardarse en recipientes muy secos y tapados herméticamente. Se sofisticaba frecuentemente con el talco, féculas y almidón.



A decorative border in a dark, possibly black or dark brown, ink or paint. It features a complex, stylized knot or scrollwork design that runs along the top, bottom, and right edges of the page. The design is symmetrical and intricate, with multiple loops and curves. The background of the page is a light, textured surface, likely paper or cardstock.

Ayuntamiento de Madrid