

**EL MUNDO  
CIENTÍFICO  
INVENTOS  
MODERNOS**



Ayuntamiento de Madrid







# EL MUNDO CIENTÍFICO

---


# INVENTOS MODERNOS

---


ENCICLOPEDIA DE CONOCIMIENTOS ÚTILES

— y —

APLICACIONES PRÁCTICAS DE LA INDUSTRIA



TOMO SÉPTIMO



BARCELONA

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

FELIU Y SUSANNA, EDITORES

1918

Ayuntamiento de Madrid



# ÍNDICE

	Páginas		Páginas
<b>Arte Naval</b>		<b>Física</b>	
El transporte de municiones en los modernos barcos de guerra.	133	La regla de Lord Kelvin y su aplicación práctica.	289
El vapor «Stavangerford» a dos hélices, para pasajeros	345	Central telefónica automática.	307
Campana para señales acústicas submarinas.	362	Las lámparas eléctricas de incandescencia.	337-353
<b>Automovilismo</b>		Detector electrolítico sin fuerza electromotriz auxiliar.	346
La tracción automovil sobre carreteras y terrenos agrestes.	147-178	Los fenómenos transitorios y parásitos en los transportes de energía eléctrica.	369
<b>Aviación</b>		Los modernos relojes eléctricos.	374
El armamento de los aeroplanos.	2	Disyuntores eléctricos.	376
Estabilidad de los aeroplanos.	197	<b>Física</b>	
El motor aéreo «Mercedes» de 180 H. P.	219	Los problemas de la estructura del átomo.	98
<b>Construcción</b>		Los enlucidos luminosos a base de compuestos radio-activos.	102
Empleo de las grúas en la construcción de edificios.	55	El movimiento de los electrones en los gases.	129
Materiales aislantes para la construcción de casas.	57	Microscopio moderno.	135
Tuberías de hormigón armado para acueductos.	245	Importancia industrial de las medidas termométricas.	146
<b>Electricidad</b>		Sobre algunas propiedades del haz de los tubos de rayos X.	201
Fenómenos instantáneos que se producen en el motor asincrónico y su relación con su maniobra.	3	Termómetro de resistencia.	214
Generador de vapor por la electricidad.	7	El tubo de vacío y sus aplicaciones.	243
Alternador trifásico (nuevo modelo invertido).	8	La complejidad de los elementos químicos.	574
El diagrama del campo y amper-vueltas en el motor asincrónico.	26	La fusión del hielo a 0°.	378
Los efectos de la corriente trifásica en sus dos conexiones.	26	<b>Ferro-carriles</b>	
Campo electrodinámico de una corriente rectilínea.	35	Arenero para locomotoras, sistema Lambert.	101
Cambio de una dinamo compound en un motor.	38	Teoría del escape en las locomotoras.	118-155
Cambio de dos corrientes rectilíneas indefinidas y paralelas.	52	Distribuidores de vapor cilíndricos y planos de doble orificio para locomotoras.	183
Las lámparas de Nernst de vapores metálicos.	54	Engrasado automático Kiling-Pribil, para locomotoras.	185
Las curvas magnéticas.	65	Adherencia, acoplamiento y rampa límite en las locomotoras.	211
Motor eléctrico vertical.	71	Dispositivo que asegura el buen funcionamiento de los frenos de aire en los trenes eléctricos.	282
Campo de dos corrientes indefinidas no paralelas.	75	<b>Formulario industrial</b>	
Campo de una corriente circular.	85	Procedimiento para limpiar los toneles y toda clase de pipería.	15
Determinación de la corriente de percepción límite en un receptor telefónico.	87	Pintura de aceite sobre cemento.	16
Suministro de fuerza eléctrica en Buenos Aires.	89	Pintura marfil, maderas blancas lacadas.	16
El generador de inducción.	96	Barniz para tonelería.	16
Determinación de la fuerza magnética.	103	Barniz especial para tonelería de madera.	16
Alternadores de frecuencia (su funcionamiento).	114	Limpieza de envases de petróleo.	16
Conductores eléctricos (método práctico para calcular la sección).	117	Apósitos de los tejidos para sacos de abonos, productos químicos, etc.	19
Instalación portátil de telegrafía sin hilos, sistema «Telefunken».	130	Parafinado, silicatado y barnizado de envases.	32
La mica y las perturbaciones de la conmutación.	134	Para quitar el enmohecimiento de los toneles y envases.	32
Acumuladores de energía.	139	Procedimiento para pintar sobre cemento.	32
Los electroimanes en la corriente alterna.	146	Betón para pavimentos de calles, calzadas, aceras, etc.	78
Moto dinamo «Delco».	172	Producto aislante para armazones de máquinas.	78
Mareha en monofase de un alternador trifásico.	180	Construcción de cámaras frigoríficas y de armarios neveras.	78
Uniones de cables de alta tensión.	208	Panneaux decorativos.	78
Empleo del detector tipo «Audion» para la medición de la intensidad de las señales radiotelegráficas.	214	Decoloración de los aceites.	78
Sobre la calefacción eléctrica.	218	Mástic para pegar el cristal al metal.	79
Lavado de los serpentines para la refrigeración de los transformadores.	228	Mástic de hierro sustitutivo de la cerusa y del minio.	79
Electrolisis con una corriente alterna.	241	Mástic de cinc.	79
Distribución por corrientes trifásicas y cuatro conductores.	242	Mástic para el hierro.	79
Distribución de la corriente en los feeders en paralelo.	245	Mástic resistente al fuego y al agua.	79
Funcionamiento en paralelo de las centrales de energía eléctrica.	258	Mástic para juntas de máquinas de vapor.	79
Interrupción automática A. E. G. de aceite.	266	Purificación de los aceites y grasas.	79
		Barniz para grabar sobre cobre.	80
		Barniz para grabar sobre vidrio.	80
		Barniz negativo para fotografías.	80
		Barniz en frío para negativos.	80
		Barniz para retocar negativos.	80
		Barniz regular contra el «halo» fotográfico.	80
		Barniz secante para muebles.	80
		Barniz al transporte para fotografías.	80



[illegible]



	Páginas		Páginas
<b>Química industrial</b>			
Importancia industrial del vanadio y modernos métodos de dosificación	33	Engranaje para cambio de marcha.	190
Procedimiento para la precipitación de las sustancias orgánicas contenidas en las soluciones de sulfitos	40	Calibrador fluidrico Prestwich.	190
Investigaciones sobre el cloruro de azoe.	88	Reguladores de velocidad	191
El análisis de la pirolusita y otros óxidos de manganeso naturales	105	Cojinetes.	191
El dosaje del oxígeno disponible en los óxidos de manganeso.	111	Nueva combinación en el devanado de las dinamos	192
Fabricación sintética de los nitratos	112	Hornos de calda.	255
Obtención del ácido benzoico o fenilfórmico	125	Recalentadores de vapor	255
Bronce de manganeso	133	Calders con hogar de aceite.	255
Reacción muy sensible del agua oxigenada fundada en la formación del ácido dioxitátrico.	154	Bombas centrifugas.	286
Resistividad de las aleaciones.	213	Bombas para la lubricación	286
El empleo del selenio en fotometría	224	Gasógeno intensivo Cervera.	270
El ácido nítrico y el mineral de cobre.	233	Hogar autoatazador de tiro forzado.	271
Aprovechamiento de la mezcla Laming usada en la depuración del gas del alumbre, para la extracción de los productos cianógenos.	257	Lubrificadores de alimentación mecánica.	283
Los hilos de celulosa y su importancia para la industria textil.	276	Velocípedos de propulsión mecánica	283
Preparación del bronce de magnesio	294	Cajas de acumuladores eléctricos.	319
El selenio y el optófono.	305	Telegrafía sin hilos	319
Nuevos procedimientos en la fabricación del coque	348	Generadores de gas.	320
La Bakelita.	352	Dinamos combinadas.	320
<b>Últimas invenciones</b>			
Limpiadora de planchas de metal.	45	<b>MODELOS DESMONTABLES</b>	
Transmisión para motores de automóviles.	46	Alternador trifásico (nuevo modelo «invertido»).	
Montaje para púas de rastrillos.	46	Máquina de vapor con distribución de válvulas.	
Nuevo soporte universal para taladradoras.	47	Motor eléctrico vertical.	
Emparrillado giratorio.	48	Caldera marina Thornycroft.	
Productores de gas.	48	Microscopio moderno.	
Turbinas marinas.	62	Moto-dinamo «Delco».	
Tranvías y ferrocarriles.	62	Bomba reguladora de alta presión.	
Elevadores magneto-eléctricos.	63	Doble pulsómetro a vapor.	
Horno eléctrico.	63	Interruptor automático A. E. G. de aceite.	
Dispositivo para vaciar a distancia los vertederos de fundición.	63	Taquímetro a dos líquidos (patentado) para grandes velocidades.	
Motores de combustión interna.	64	Máquina de vapor marina de expansión con condensador.	
Máquina para elevar pesos.	95	Campana para señales acústicas submarinas.	
Mejoras en los motores de combustión interna de dos tiempos.	95	<b>PLANOS DE MAQUINARIA</b>	
Nuevo soporte para lámparas eléctricas.	96	<i>(Lámina central)</i>	
Retortas.	96	El doble motor de gas.	
Mejora en los submarinos.	126	Sistemas de ignición en los motores de gas.	
Cámara esférica de combustión para motores de combustión interna.	127	Suministro de fuerza eléctrica de Buenos Aires.	
Suspensión y muelles para motores de vehículos.	127	Turbina de vapor de 10,000 kilowatts de la Central de Energía Eléctrica de Buenos Aires.	
Asientos de válvulas.	128	Calentador de aire para «altos hornos».	
Transmisión para la dirección de vehículos.	128	Construcción de las válvulas sistema Sulzer.	
Procedimiento radioscópico rápido para la localización de los proyectiles.	143	Nuevas bombas de triple expansión.	
Válvula de vapor de gobierno automático.	144	Dispositivo turbo-eléctrico Ljungström para la propulsión marina.	
Contador de gas.	144	El sistema turbo-eléctrico Ljungström para la propulsión marina (continuación).	
Poleas de transmisión.	144	El sistema turbo-eléctrico Ljungström para la propulsión marina (conclusión).	
Lámparas de arco.	160	El vapor «Stavangerfjord» a dos hélices para pasajeros.	
Fabricación de gas.	160	Bombas para la extracción de las aguas residuales de la ciudad del Cairo.	
Generadores eléctricos.	160		
Bombas de combustión interna.	189		



# EL MUNDO CIENTÍFICO INVENTOS MODERNOS



ENCICLOPEDIA DE CONOCIMIENTOS ÚTILES Y APLICACIONES PRÁCTICAS A LA INDUSTRIA

## El armamento de los aeroplanos

Al principio de la guerra los aeroplanos iban armados simplemente con un rifle; poco más tarde comprendiendo los beligerantes la importancia que la nueva arma podía tener, se construyeron con capacidad suficiente para llevar cañones de tiro rápido montados en un armazón improvisado. Muchas de las máquinas francesas, presentaban un gran ángulo muerto que facilitaba extraordinariamente los ataques por sorpresa, defecto del tipo «propulsor» de estos aparatos, como demuestra la figura 1 que representa un Farman 1915. Además, montados los cañones en el frente de la navecilla, eran de muy difícil defensa los flancos del aeroplano (fig. 2). En cambio los aeroplanos alemanes, siendo del tipo «tractor» llevaban sus cañones en la zaga del aparato, siendo el ángulo muerto frontal y por lo tanto, además de ser más reducido estaba expuesto siempre bajo la vigilancia del piloto: es lo que nos demuestran las figuras 3 y 4 que representan un Aviatik 1915.

Se caracterizan los primeros días de la aviación militar por una falta de precisión en el tiro atribuida a varias causas. En primer lugar hay que consignar los errores de puntería debidos a la velocidad relativa de las dos máquinas en lucha; existen, además, errores causados por las vibraciones de los mismos cañones, por lo general de construcción demasiado ligera; y errores atribuibles a la difícil posición que el tirador ha de tomar para apuntar y hacer fuego, como por ejemplo en la dirección de O en la figura 2. Y, sobre todas estas dificultades, la que implica para el trabajo del cañón la velocidad del aparato traducida en una velocidad del aire de 100 kilómetros por hora.

Además, las trayectorias de los tiros en la dirección de O (fig. 5) son influenciados por diferentes fuerzas, por ejemplo, la velocidad inicial lateral debida a la velocidad del aeroplano (fuerza V en la fig. 6), la acción del viento lateral sobre la bala, debido también a la velocidad del aeroplano (fuerza L en la misma figura). Estas dos fuerzas V y L compuestas con la que representa la velocidad inicial I modifican la trayectoria.

El período siguiente de la guerra aérea, se caracteriza por la organización del armamento a bordo de los aeroplanos especializados en relación a las misiones a que se destinaban y habían de satisfacer.

En este sentido se adoptaron tres disposiciones principales distintas tanto en Francia como en Alemania en esta forma:

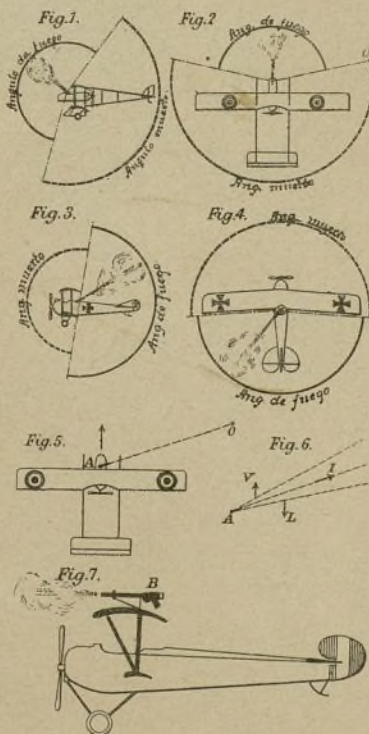
1.<sup>a</sup> Cañones de tiro rápido fijos para el fuego frontal por encima o a través del propulsor (una sola plaza);

2.<sup>a</sup> Cañones de tiro rápido fijos, uno como en el caso anterior y un segundo cañón, montado sobre una torrecilla, para el fuego por la popa (dos plazas);

3.<sup>a</sup> Fuego frontal por un cañón de tiro rápido montado sobre torrecilla; un cañón semejante para el tiro por la popa y fuego inferior, por debajo del cuerpo del aeroplano, mediante un cañón montado a pi-

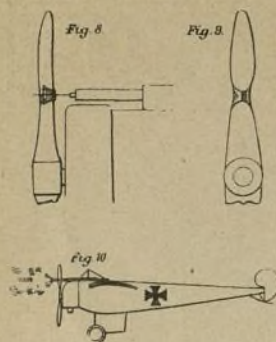
vote (tres plazas).

El biplano Nieuport fué el primero que se montó con un cañón de tiro rápido, fijo, para el tiro por encima del propulsor (fig. 7). El inconveniente principal de montar el cañón en esta posición, dejando a un lado la gran resistencia que ofrece al aire, es lo difícil de su amunicionamiento. El piloto tiene que hacer girar



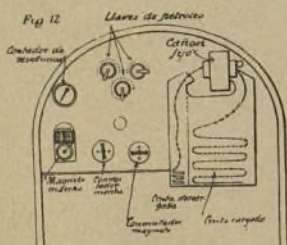


al cañón hacia abajo para sacar el disco descargado y reemplazarlo por uno nuevo que contiene 47 tiros, los cuales se gastan rápidamente cuando la velocidad del fuego es a razón de 300 a 400 tiros por minuto.

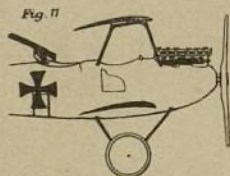


Las dificultades que ofrece esta disposición son tales que el primer Nieuport, así armado, se vió obligado a abandonar un combate cuando terminó el primer disco de cartuchos, sin haber obtenido un resultado decisivo en la lucha. Garros fué el primero que hizo fuego con un cañón fijo para verificar el tiro a través de la hélice. En este caso, el cañón trabaja lo mismo a su velocidad normal, pero en las palas de las hélices se forman unos pasos para las balas, que consisten en unos rebajos guarnecidos y reforzados por unas mangas de acero muy duro (figuras 8 y 9). El número de balas que tocan en las mangas y por lo tanto se pierden es de 7 a 8 por ciento, pero esta proporción representa una cantidad despreciable. Sin embargo, no tardó en abandonarse este sistema puesto que implicaba una pérdida de velocidad de unos 20 kilómetros por hora debido a que la modificación de las palas hacía perder a la hélice una parte de su fuerza de tracción.

Los alemanes establecieron también este sistema de tiro en su Fokker de 1915-16 (fig. 10) pero extraordinariamente perfeccionado, pues el fuego de cañón al través de la hélice se hace en combinación con el motor del aparato de modo que las descargas son sincrónicas con el trabajo del motor. El gobierno del cañón en este sistema se verifica por medio de una transmisión rígida (Fokker, Albatros D, Halberstadt,

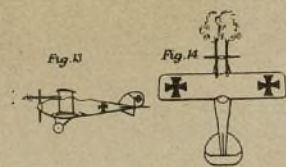


etc.) y también por transmisión flexible (Albatros C, Rumpler C). El piloto hace fuego a voluntad accionando una palanca Bowden. La aplicación del sincronismo del fuego con la marcha del motor se ha adoptado en muchas máquinas tanto alemanas como francesas. El cañón está resguardado por el bonete del motor como se representa en la figura 11, la cual muestra parte de

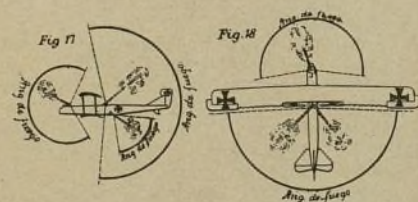
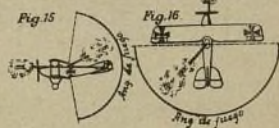


un Albatros 1917; es de fácil amunicionamiento y desmontaje; la caja de cartuchos de estos cañones (fig. 12) puede contener cintas de 800 a 1000 disparos. Las series alemanas de Albatros D1, D3, Halberstadt, Roland D, Ago D y Fokker D, tienen cada una dos

cañones de tiro rápido fijo, con mil disparos, cuyos fuegos atraviesan el propulsor. Las figuras 13 y 14 muestran la disposición de este armamento en el Albatros 1917.

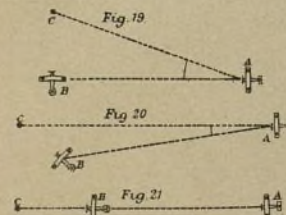


Otro tipo de armamento empleado para máquinas de dos plazas y menos veloces, cuya misión es regular y precisar el fuego de la artillería, tomar fotografías, y verificar bombardeos en pequeña escala, es el que se representa en las figuras 15 y 16, mostrando los ángulos de fuego de un Albatros C, 1917. Las series Albatros, Rumpler, Aviatik, L. V. G., y todas las máquinas de la clase C, dos plazas, tienen una velocidad de 140 a 160 kilómetros por hora. Su armamento es defensivo; por delante llevan un cañón de tiro rápido que dispara a través de la hélice y otro por la parte de atrás, montado en una torrecilla. En Francia



se ha adoptado una disposición semejante. El cañón frontal es parecido al que emplea la infantería y el de zaga es mucho más ligero.

Un nuevo tipo de armamento es el con que se han dotado los aeroplanos de tres plazas, como el Gotha 1916-17 que es el representado en las figuras 17 y 18. Al fin de descargar la parte delantera del cuerpo del aparato, éste tiene dos motores y dos propulsores. En esta serie se comprenden los tipos Gotha G, Friedrichshafen G, A. E. G. G, y Rum. Su velocidad es de unos 150 kilómetros por hora. El armamento consiste en un cañón de tiro rápido móvil en una torre-





cilla delantera y otro por el lado de popa; un tercer cañón montado en candelero por la parte inferior del cuerpo del aparato, está destinado para hacer fuego hacia abajo. Esta gran máquina es difícil de atacar, está destinada a mayores desarrollos puesto que la protección de los aeroplanos de dimensiones medias constituye un difícil problema.

Sin embargo la adopción de un cañón fijo que dispara en el eje de la trayectoria seguida por el aeroplano, absorbe una parte de las fuerzas lo cual desequilibra el fuego; todas estas dificultades quedan eliminadas en el caso de los cañones móviles; por otra parte, en el caso de los cañones fijos hay que tener en cuenta la falta de precisión debida a la velocidad relativa de las dos máquinas. La corrección requerida es un valor de velocidad muy importante si las dos máquinas vuelan perpendicularmente entre sí como representa la figura 19. Tomando la máquina A por blanco de su tiro el aeroplano B, habrá de disparar en dirección a C, siendo el ángulo BAC, el valor de la corrección. La corrección

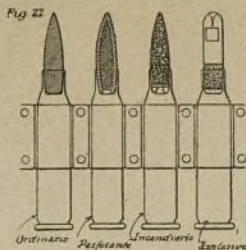
es menor en el caso de la figura 20 en el que las trayectorias de los dos aparatos son oblicuas y nulo en el de la figura 21 en que los dos aparatos siguen la misma trayectoria. La corrección necesaria se obtiene por medio de un dispositivo especial de puntería que permanece secreto.

La munición que en la actualidad emplean los alemanes en su armamento aéreo se representa en la figura 22, y está constituida por el proyectil o bala ordinaria, bala perforadora, bala incendiaria y bala explosiva.

Las balas incendiarias son huecas y contienen una materia incendiaria a base de fósforo; estos proyectiles producen una estela de luz cuyo objeto es incendiar máquinas aéreas y depósitos de petróleo a la vez que

facilitan al artillero la corrección del tiro.

Las balas perforantes tienen un ánima de acero endurecido revestida con una cubierta de plata alemana. Los proyectiles contienen un 10 a un 15 por ciento de balines explosivos cuyo efecto es como el de pequeñas granadas explosivas.



## Fenómenos instantáneos que se producen en el motor asincrónico y su relación con su maniobra

Es sabido que el secundario poco resistente y cerrado en cortocircuito sobre sí mismo, de un motor de inducción, juega un papel importante en el momento del arranque, pues debilita mucho el campo útil del motor, dando esto lugar a una corriente de arranque intensa y a pares débiles. Pero no es solo en el primer momento del arranque de la marcha, a partir del estado de reposo, cuando esta acción desmagnetizante se deja sentir, lo cual constituye un hecho menos conocido. Vamos a dar algunos detalles sobre este punto.

Consideremos, por ejemplo, la forma más corriente de *demarrage* con los motores asincronos, que consiste en unir el motor a las tomas de baja tensión de un autotransformador para ponerlo después bajo la tensión total de la línea. Se admite, generalmente, que la onda de corriente más fuerte se obtiene cuando está unido el motor en reposo a la toma de baja tensión del autotransformador y que la intensidad que se obtiene cuando se pasa a la tensión plena corresponde a la que indica la curva velocidad-corriente del motor para la plena tensión. En realidad, se puede obtener conmutando la tensión reducida a la plena tensión, las corrientes muy superiores a las del *demarrage*. La manera clásica de calcular según la curva velocidad-corriente, la corriente obtenida por la conmutación, descansa en hipótesis que no se realizan cuando se ha cortado momentáneamente la alimentación para conmutar.

Después de una interrupción momentánea de la alimentación, el motor puede encontrarse en condiciones diversas. En el momento en que se abren los contactos de *demarrage* de baja tensión, el campo girato-

rio que existe en el rotor, no desaparece instantáneamente; a causa de la acción amortiguadora de este flujo persiste durante cierto tiempo hasta que la energía magnética acumulada se desvanece por las pérdidas óhmicas en el rotor, las corrientes de Foucault, etc. Puesto que este flujo giratorio persiste, continúa naturalmente induciendo una tensión en el enrollamiento primario. En cuanto al valor de la tensión que se mantiene después de la interrupción de la corriente y a la duración mediante la cual persiste una tensión apreciable, depende de la cantidad de energía magnética existente en el rotor en el momento de la interrupción y de la rapidez con la que esta energía se desvanece por pérdidas en el motor. Las pérdidas dependen sobre todo de la resistencia del circuito secundario y, por consecuencia, la energía tanto más rápidamente se desvanecerá, cuanto más fuerte sea esta resistencia.

Se han sacado dos oscilografías sobre un motor de 40 caballos, de 8 polos, de 60 periodos por segundo y secundario bobinado. En el caso de la primera, el rotor estaba en cortocircuito sobre sí mismo, mientras que en el caso de la segunda había intercalada una resistencia exterior para disminuir la velocidad del motor a 800 vueltas por minuto, marchando el motor en vacío en el segundo caso. La comparación de las dos figuras muestra el efecto de una resistencia adicional sobre el flujo y la tensión en el motor después de la interrupción de la corriente.

Con el rotor cerrado sobre sí mismo, la tensión cae alrededor de un 80 por 100 después de un periodo, a 75 por 100 después de dos periodos y 50 por 100 al cabo de 6 periodos, mientras que con la resistencia ex-





terior en el circuito del rotor, los valores correspondientes son aproximadamente 60 por 100, 50 por 100 y 25 por 100. Con el rotor cerrado sobre sí mismo, la tensión se anula prácticamente después de unos 35 períodos, o 0,6 segundos; con la resistencia exterior no son necesarios más que 15 períodos o 0,25 segundos.

La cantidad de energía magnética almacenada está dada sobre todo por el valor del flujo magnético total engendrado en la máquina, valor que es el producto de las inducciones por las secciones de paso del flujo.

Un estudio muy sencillo basado en estos hechos fundamentales conduce a la conclusión de que el flujo y la tensión se mantendrán en general tanto más tiempo cuanto más grande sea la máquina y más pequeño el número de polos. Esto es lo que se observa en la práctica. Se comprueba, por ejemplo, que un motor de 1.500 caballos a 25 períodos por segundo y 4 polos, da bastante tensión para mantener encendidas las lámparas incandescentes durante 7 segundos después de la interrupción de la corriente. Si se hace el mismo experimento con un motor de 5 caballos de 10 polos y 60 períodos por segundo, se halla que una máquina tan pequeña no entretiene el flujo y la tensión sino durante un tiempo relativamente muy corto; las tensiones que siguen a la interrupción de la corriente son de 70 por 100 después de un período, 55 por 100 después de 2 períodos y 25 por 100 después de 6 períodos.

El estado de carga del motor tiene también una influencia sobre el flujo y la tensión mantenidos; decrecen en general cuando la carga crece. Esto se debe a muchas razones, por ejemplo, al hecho de que en razón de las caídas de tensión en el primario, el flujo secundario en carga es menor que el flujo primario; además, en razón de la importancia mayor de los flujos de fuga en carga y de su cambio súbito, hay más energía desvanecida en corrientes de Foucault, etc.

Se sigue, pues, de estas consideraciones que si los interruptores primarios se cierran después de una interrupción momentánea, las condiciones de tensión y de flujo en el motor pueden ser muy diferentes según las características del motor, la carga, el tiempo, etc.

*Sub-intensidad con secundario cerrado sobre sí mismo y campo nulo.*—Consideremos desde luego el caso en que el tiempo que transcurre para el paso de la toma de tensión reducida a la de plena tensión, es bastante largo para dar lugar a que se anule el flujo rotórico antes que los contactos de plena tensión se cierren. Es evidente según lo que queda dicho que al cerrar los contactos el efecto amortiguador del rotor impedirá el establecimiento rápido del flujo en éste, naciendo entonces corrientes rotóricas que se opondrán enérgicamente al efecto de las corrientes primarias. Esto impedirá también el establecimiento rápido de todo flujo primario que no sea el de escape, de suerte que en el primer instante la fuerza contra-electromotriz que puede existir debe ser suministrada en gran parte por el flujo de escape cualquiera que sea la velocidad del motor. En otros términos, es necesario en el primer instante de las corrientes primarias muy intensas, cualquiera que sea la velocidad del motor, para dar nacimiento a flujos de escape bastante grandes para inducir la fuerza contra-electromotriz conveniente que debe siempre ser igual y opuesta a la tensión aplicada después del cierre del circuito. La amplitud de los puntos

de intensidad, cuando se ramifica el motor sobre la línea de flujo nulo en el secundario, puede estar por consiguiente cerca del sincronismo, lo mismo que en reposo para una tensión dada, en el motor. Puesto que, con el método de *demarrage* normal, la tensión después de la conmutación de una toma a la otra es ordinariamente más grande que en el momento que se pone en marcha, es evidente que la sobretensión después de la conmutación puede ser mayor que a la partida, suponiendo que, en los dos casos, el campo rotórico es nulo en el momento en que se cierran los contactos. En muchos casos, pues, el efecto que sigue a la conmutación de una toma a la otra puede ser peor que en el momento de la puesta en marcha.

La sobretensión realizada depende, naturalmente, por mucho, del punto de la onda de tensión aplicada cuando se cierran los interruptores. Además se observa fácilmente que los efectos amortiguadores que se oponen al establecimiento del flujo dependen en general de los mismos factores que los efectos amortiguadores que mantienen el flujo después que la alimentación ha sido cortada, es decir la resistencia del rotor, etcétera.

Por otra parte, los flujos de escape tienen una influencia importante sobre las sobretensiones como ya se ha demostrado. Se halla, en general, que la amplitud de las sobretensiones en relación a los valores de las corrientes fijas puede ser tanto más grande cuanto mayor es la máquina y su número de polos más pequeño.

Así una oscilografía tomada sobre un motor de 40 caballos a 8 polos, muestra un punto de intensidad de 779<sub>A</sub> (valor máximo de la onda) mientras que este motor tiene una corriente de *demarrage*, fija, de 425<sub>A</sub> eficaces, aproximadamente (valor de la cresta, 600<sub>A</sub>) y una corriente fija de aproximadamente 115<sub>A</sub> eficaces (valor de la cresta, 163<sub>A</sub>) a la velocidad a que se hizo el ensayo. Estas condiciones se han obtenido con una resistencia exterior en el circuito del rotor; serían evidentemente peores con el rotor cerrado sobre sí mismo.

*Sub-intensidades en el caso en que el campo se mantiene por el secundario cerrado sobre sí mismo.*—Consideraremos el caso en que la conmutación o la interrupción de corriente se verifica con mucha rapidez, de suerte que los contactos se cierran de nuevo antes que el campo del rotor se anule. Suponemos desde luego que el motor esté entonces débilmente cargado, de manera que la velocidad del rotor sea poco más o menos la del sincronismo y que su inercia sea también bastante grande para que esta velocidad permanezca prácticamente constante durante la interrupción del contacto. Entonces la fuerza contra-electromotriz inducida en el estator por el flujo que gira con el rotor, queda en sincronismo con la tensión en línea y si se vuelven a cerrar los contactos existe ya una fuerza contra-electromotriz de cierto valor y de fase adecuada, que limita con un ligero valor el aflujo de corriente inicial. Pero si por el contrario, el motor está muy cargado, de manera que su velocidad está por debajo de su sincronismo y si la inercia del rotor es débil en forma que se produzca un nuevo descenso de velocidad durante la interrupción de corriente, la tensión inducida por el flujo giratorio con el rotor se desplazará rápidamente con relación a la tensión de la



línea. Este es el caso a que se refiere la figura 1 trazada según una oscilografía.

Supongamos, por ejemplo, que la tensión en el estator se desfase en un semiperíodo con relación a la tensión en línea, como el punto A, cuando se cierran de nuevo los contactos; estamos en un caso completamente parecido al de un motor sincrónico que se une a la línea sin haberla sincronizado, y es evidente que estas corrientes muy intensas pueden establecerse momentáneamente puesto que necesita no solo hacer nacer un flujo rotórico a pesar del efecto amortiguador del enrollamiento secundario, sino desde luego reducir a cero el flujo existente. Para las diferencias de tiempos muy pequeños entre los instantes de cierre, se pueden producir grandes diferencias de condiciones. Si se cierra el circuito, por ejemplo en el instante B, es decir 0,12 de segundo después, las tensiones estarán de nuevo en fase y los valores de la intensidad muy normales.

En un experimento se ha obtenido con el motor de 40 caballos y 8 polos, un punto de intensidad de 1.300A (valor de cresta) siendo el valor fijo de la corriente de *demarrage* de 450 eficaces (635A de valor de cresta) y la corriente fija en marcha 150A eficaces (212A de valor de cresta) para la velocidad a la que se hizo el ensayo.

**Efecto de las corrientes amortiguadoras secundarias sobre el funcionamiento del motor.**—El amortiguamiento debido al motor, al lado de sus inconvenientes, tiene también la ventaja que, sea durante la puesta en marcha, sea después de la conmutación de una toma a la otra con el campo rotórico reducido a cero, el par del motor aumenta gradualmente, no pudiendo existir el par en ausencia del campo secundario. Se evitan, pues, los efectos nocivos que pueden producir el establecimiento repentino de un par.

En razón del hecho de que con un rotor en corto-circuito no se pueden en absoluto evitar los casos de fuerte sobretensión, aun cuando el flujo del rotor sea nulo en el momento de partida, es evidente que los aparatos de maniobra así como las demás partes de la distribución deben establecerse para soportar estas sobretensiones. El cierre de nuevo del circuito, antes de la anulación del flujo del rotor, debe también evitarse en el apareamiento de la maniobra destinado a los grandes motores de caja de ardilla, pues esto puede conducir sea a sobretensiones muy fuertes, sea, en condiciones ligeramente diferentes, al establecimiento muy brusco de un par potente que puede echar a perder el motor y la maquinaria.

Cuando se hace el *demarrage* de un motor a tensión reducida, lo más seguro es operar en circuito cerrado la transición a la toma a plena tensión por medio de resistencias y de inductancias, sobre todo para los grandes motores.

En el caso de los motores de rotor bobinado el método mejor para reducir las sobretensiones consiste en

introducir siempre una resistencia en el rotor antes de cerrar o de volver a cerrar los circuitos primarios.

En la maniobra de las máquinas asincrónicas para la tracción, el efecto amortiguador del secundario de estas máquinas, tiene una especial importancia. Puede suceder, por ejemplo, que el trolley rebotando sobre el hilo, corte la alimentación durante un intervalo de tiempo muy corto lo que producirá sobretensiones muy fuertes cuando se establezca el contacto.

Existe otro caso, en el cual se deberá tener en cuenta la conservación, para el rotor en corto-circuito, del flujo y de la tensión en el motor durante un cierto

intervalo de tiempo, después que el primario ha sido desramificado. Para pasar de una gran velocidad a una velocidad reducida, se emplean algunas veces ciertos aparatos de ramificación que no se establecen para funcionar bajo tensión y bajo corriente. Es necesario tener cuidado de que ninguno de los circuitos secundarios del motor se corten por estos aparatos, aun después de la interrupción de la corriente primaria, hasta que las corrientes amortiguadoras secundarias sean anuladas.

**Sobretensiones con secundarios en circuito abierto.**—Las sobretensiones que pueden producirse en las máquinas por el efecto de dispositivos de maniobra defectuosos constituyen otro punto a considerar.

Sea el caso de un motor de rotor bobinado en el que la maniobra está dispuesta para cortar desde luego el circuito secundario, después del circuito primario, no cortando en este caso los interruptores primarios más que la corriente magnetizante.

La tendencia natural del arco de corriente alternativa es la de cortarse cuando la corriente pasa por cero o próxima a cero, siguiendo la sinusoidal regular. Después que, con el circuito secundario abierto, el flujo es casi proporcional a la corriente primaria, puede admitirse que el flujo, en el momento de la interrupción de la corriente, es nulo. Siendo así, no puede producir ninguna otra variación de flujo ni tener lugar ninguna sobretensión. Pero los experimentos han mostrado que el efecto refrigerante del aceite o del aire sobre el

arco de interrupción vuelve más rápida la terminación del último semiperíodo, verificándose según una curva A (fig. 2) y no según la sinusoidal regular B. Admitiendo que el flujo sigue la misma curva, se obtienen para las tensiones los valores que indica la curva C en vez de los de la curva D que corresponden a una curva de flujo sinusoidal. Estas sobretensiones aunque son de más corta duración que su amplitud total no se pueden medir por experimentos oscilográficos ordinarios sino por ensayos con el explosor con el que se han observado tensiones cuatro veces más grandes que el valor normal.

**Sobretensiones con secundarios cerrados sobre**

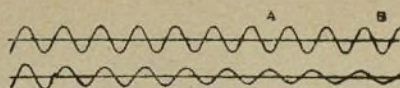


Fig. 1.

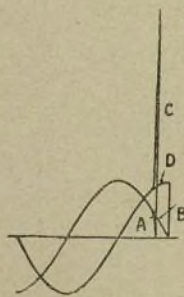


Fig. 2.



*si mismos.*—Como hemos dicho, el secundario puesto en cortocircuito, tiene tendencia a impedir todo cambio brusco de flujo; es pues natural pensar en no abrir el circuito primario sino después de haber puesto el secundario en cortocircuito lo que descartará las anulaciones bruscas del flujo y las sobretensiones. Es éste un excelente remedio mientras los flujos del rotor y del estator son prácticamente idénticos, como por ejemplo, en vacío y a ligeras cargas, cuando los flujos de fuga pueden despreciarse en la práctica en comparación con el flujo principal común al estator y al rotor. Pero en los casos de fuertes sobrecargas, es posible, por lo contrario que la puesta en corto-circuito de los rotores no alivie de una manera segura las sobretensiones, pues que la magnitud relativa de los flujos de escape puede ser suficiente para causar perturbaciones a pesar del efecto amortiguador favorable. Comprenderemos por el diagrama del transformador, cómo un motor de inducción puede asimilarse a un transformador en el que los flujos de fuga están en proporción mayor por relación al flujo total que en un transformador ordinario.

Es evidente que, desde el momento que corte el circuito primario, el flujo de fuga primaria se anulará. Por otra parte, la mayor parte del flujo de fuga secundaria tomará en este instante el camino más fácil que se le ofrezca, es decir, pasará a través del enrollamiento primario, pues en éste no existirán más ampere-vueltas obrando en sentido contrario y el trayecto del hierro del estator es de una reductancia muy débil por relación a la del trayecto de las fugas, pues con la interrupción de corriente primaria no solamente el flujo de fuga primaria desaparecerá bruscamente, sino que el flujo de fuga secundaria, que es de dirección, poco más o menos opuesta, pasará a través de las espiras primarias. La variación total de flujo a través del enrollamiento primario, equivale, pues, aproximadamente, a las fugas totales y aunque no sea más que una fracción del flujo total, es casi repentina, no estando contrarrestada más que por las corrientes de Foucault, etc., que puede inducir de las tensiones bastante fuertes.

Como remedio, es de recomendar, en el caso de los motores de caja de ardilla de gran potencia y de alta tensión, emplear interruptores que corten la corriente por grados, en dos maniobras o introduciendo resistencias o inductancias en el circuito antes de la ruptura final. En el caso de motores de rotor bobinado, es buena práctica poner en circuito una parte o la totalidad de la resistencia de *demarrage* antes de cortar el circuito primario. Esto disminuye momentáneamente la carga de la máquina puesto que en razón de la inercia del rotor, la velocidad del motor no puede bajar con bastante rapidez para dar lugar a un fuerte par desde que se aumenta la resistencia en el rotor. Así pues, las corrientes de cargas y al mismo tiempo el flujo de fuga se reducen momentáneamente hasta un cierto mínimo y si se corta el circuito primario antes que la velocidad del rotor no haya bajado, se tendrá hasta cierto punto el efecto amortiguador favorable del circuito rotórico cerrado, sin el efecto desfavorable de los grandes flujos de fuga.

El caso que acabamos de describir, relativo a los rotores en corto circuito, se produce sobre todo con las máquinas de flujos de fugas intensas, es decir, en

los motores de poca velocidad con gran número de polos. Prueba también que las sobretensiones pueden producirse en un motor de rotor en corto circuito aunque cuando se le ponga en marcha cerrando los interruptores primarios, se abran de nuevo estos interruptores antes que el motor haya adquirido su velocidad y su carga normales. Los interruptores deben, pues, establecerse de manera que tengan una acción bien libre y que su rebote sea imposible.

*Sobretensiones en el caso de velocidad que pase la del sincronismo.*—Otro caso en que se ha observado sobretensiones en el circuito del rotor de los motores con secundario bobinado, es el de los motores a dos velocidades en los que se establecen,

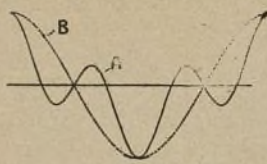


Fig. 3 a.

con el primario, las conexiones para la pequeña velocidad, mientras el motor marcha todavía a gran velocidad. Cuando se cierra el circuito primario, se establecen siempre dos contactos antes del tercero, pues es prácticamente imposible que se cierren los tres al mismo tiempo. El motor marcha, pues, momentáneamente con una excitación monofásica en su estator y una velocidad doble de la del sincronismo.

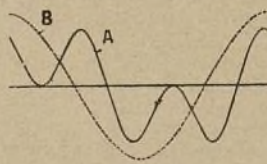


Fig. 4 a.

toma, en este caso, una forma semejante a las que indican las figuras 3 a y 4 a según la posición relativa de las bobinas de los dos enrollamientos y que las tensiones semejantes a las que indican las figuras correspondientes 3 b y 4 b pueden así ser inducidas en el enrollamiento secundario. Las sinusoides trazadas con líneas de puntos en estas dos últimas figuras repre-

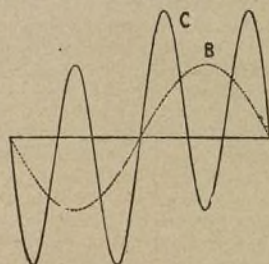


Fig. 3 b.

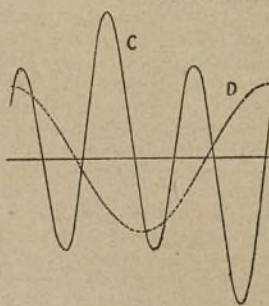


Fig. 4 b.



sentan las tensiones inducidas en el secundario, marchando a una velocidad doble de la del sincronismo por el campo polifásico, tensión que es naturalmente la misma que la que existe cuando el secundario está inmóvil y para el cual se ha previsto el aislamiento del enrollamiento secundario. De otro modo, la tensión en el secundario es entonces aproximadamente doble de la normal y es necesario o construir los motores para esta tensión o evitar adaptarlos para que el secundario se cierre antes que el primario, lo que tendrá por efecto, en razón del amortiguamiento debido al secundario, el disminuir la velocidad de variación de los flujos en el arrollamiento secundario y por conse-

cuencia las tensiones máximas en este enrollamiento.

**Conclusión.**—Otros fenómenos instantáneos que dan lugar a inconvenientes del mismo género, pueden presentarse en el funcionamiento de los motores asincrónicos, pero los ejemplos citados bastan para explicar ciertas dificultades que se ofrecen en la práctica. Pueden admitirse algunos riesgos de este género en motores pequeños de débil tensión, pero es necesario estudiar con cuidado estas cuestiones para los motores de gran potencia y alta tensión.

P. L.

(De la Revue Générale de L'Electricité)

## Generador a vapor por la electricidad

Conociamos la producción de la electricidad por medio del vapor, es decir, la transformación del potencial generado por el vapor aplicado a una máquina eléctrica, como la dinamo, en fuerza o potencial eléctrico. Una vez más, halla aplicación práctica la propiedad de reversibilidad y equivalencia que tienen todos los fenómenos físicos y hoy invirtiendo los términos podemos producir el vapor por medio de la electricidad. ¿Cómo?

Hace algún tiempo que no solo se venían haciendo experimentos con esta finalidad sino que existen algunas instalaciones, especialmente en Italia, que funcionan, ya desde antes de la guerra, con perfecta regularidad y buen resultado.

El principio consiste sencillamente en el aprovechamiento del calor producido por la electricidad, para la generación de vapor en una caldera. En estos tiempos de escasez de *hulla negra*, puede tener una gran trascendencia en la práctica, sobre todo económica, allí donde se puede disponer de *hulla blanca*, o donde ya existan centrales de producción eléctrica alimentadas por esa fuerza viva natural, tanto más cuanto que los aparatos o maquinaria necesarios para verificar esta transformación no ofrecen ni mayor complicación mecánica, ni mayor gasto de instalación y entretenimiento que los que puede ofrecer cualquier otra clase de maquinaria de vapor o eléctrica.

En las figuras 1 a 4 reproducimos uno de los tipos hoy más perfeccionados de generador de vapor por medio de la electricidad.

La principal característica de este generador es la de transformar la energía eléctrica en calor y consecutivamente en vapor aprovechando para ello la resistencia óhmica del agua que se ha de transformar en vapor.

Un tipo de estos aparatos, construido en Suiza, empleaba una corriente directa, la cual limita extraordinariamente su aplicación puesto que pocas fábricas disponen de esta clase de corriente en grandes cantidades.

El aparato Revel que es el representado en las figuras y cuya descripción ofrecemos, como tipo para conocer esta nueva transformación y aprovechamiento industrial de las fuerzas naturales, puede intercalarse en cualquier circuito de corriente alternativa de 200 a 3.600 voltios, que son la forma de corriente y presiones más frecuentes en los usos industriales.

En el sistema Revel, además, la producción de va-

por se regula continua y automáticamente del modo que se necesite; los aparatos son por completo automáticos en su acción y no requieren ninguna especial atención durante su funcionamiento. La falta o interrupción, por cualquier causa, de la alimentación de agua, lejos de constituir un peligro, solo puede dar origen a un decrecimiento o a una parada en la producción de vapor hasta el momento en que obviada la dificultad o interrupción, vuelve a circular el agua. Este aparato ofrece un rendimiento de 97 a 98 por ciento, pues la totalidad del calor generado por la energía eléctrica es absorbida por el agua, siendo la única pérdida la causada por la radiación del cuerpo de los aparatos. Siendo el rendimiento del sistema Suizo solo de 90,5 por ciento, es evidente la superioridad del tipo que describimos.

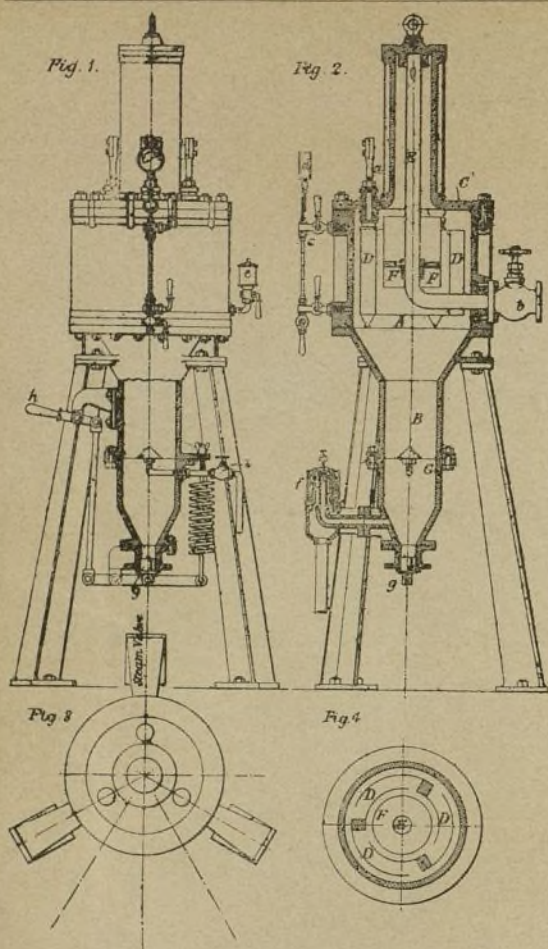
Este generador se construye para trabajar a una presión de 14 atmósferas, pudiéndose poner en conexión en cualquier momento con los tubos de vapor de cualquier caldera de vapor ordinaria. Debido a la rapidez de su acción pueden admitir cualquier exceso de energía hidro-eléctrica que puede aprovecharse siquiera por un corto tiempo.

El aparato representado en las figuras 1 a 4 está capacitado para 500 voltios, estando constituido por los siguientes elementos: A, electrodo y cámara de vapor; B, cámara de agua fría; C, tapa (cúpula de vapor) de la que salen tres varillas a de bronce de conexión eléctrica; D, electrodos de acero sólidamente fijados a las varillas a; E, tubo de vapor; F, soporte del tubo de vapor y separador; G, inyector del agua de alimentación; h, válvula de vapor; c, nivel de agua; d, manómetro; e, receptor de la solución de sosa; f, regulador del nivel de agua, que automáticamente gobierna el funcionamiento del aparato; g, válvula de seguridad y desagüe; h, manilla para maniobrar la válvula g; i, válvula de alimentación de agua.

El tipo de alta tensión se compone de las mismas partes que el de baja tensión diferenciándose de éste solo en la forma de los electrodos y en las dimensiones de la cúpula de vapor que en el tipo de alta tensión tiene el mismo diámetro que la cámara de vapor.

En el generador Revel, la transformación de la energía eléctrica en calor tiene lugar en el interior de la masa de agua contenida en la cámara A, actuando el agua como una resistencia óhmica intercalada entre los





ANTONIO LLORCA, Ing. Ind.

## Alternador trifásico (Nuevo modelo "invertido") (Véase modelo desmontable)

En el modelo desmontable presentamos un nuevo tipo de alternador, cuya construcción constituye verdaderamente una novedad en la técnica de la electricidad. El inductor está formado por la parte giratoria y el inducido es la fija de la máquina. (De aquí el nombre «invertido»). El inductor está constituido por dos mitades de las cuales cada una lleva unas prolongaciones, que afectan la forma de dientes, colocados de tal suerte que los de una mitad penetran en los intermedios de los dientes de la otra mitad, colocada frente de ella, e inversamente.

Estos dientes constituyen, en realidad, los polos del inductor, excitados por su correspondiente devanado (27) quedando de este modo abrazado en el interior de estos dos núcleos. Este devanado gira también junto con ellos, formando así una sola pieza giratoria.

Como se ve, pues, el modo de funcionar el inductor es absolutamente distinto del que comúnmente se construye. Con esta disposición se consigue el que todos los dientes que corresponden a una mitad del inductor, sean polos Norte y todos los de la otra mitad, polos Sur. Ahora bien, como éstos están intercalados (por construcción) se obtiene la alternativa de Norte y Sur que se necesita.

Este conjunto va montado sobre el eje motriz (30) el cual se apoya y gira en los cojinetes (3) y (4).

En uno de los extremos de este eje motriz, en (19), va montado el inducido de una pequeña dinamo de corriente continua, cuya corriente sirve para la excitación del devanado inductor de la máquina.

La dinamo de corriente continua, indicada en (7) va montada sobre un soporte adecuado y fijo a la má-

electrodos. La producción de vapor varía sin embargo con la superficie sumergida de los electrodos y comprende todos los valores posibles entre cero y el máximo, correspondiendo a los diferentes niveles del agua en la cámara A.

Para hacer funcionar el generador se cierra el interruptor del circuito, se abre la válvula *i* y se introduce una pequeña cantidad de solución de sosa por el pequeño receptor *e* para proporcionar al agua una conductibilidad conveniente. Cuando el agua ha alcanzado la altura del extremo inferior de los electrodos, la corriente fluye por el agua y empieza a producir vapor que aumenta conforme se eleva el nivel del agua hasta que alcanza la presión de trabajo requerida. En este momento el regulador *f* entra en acción influyendo en el nivel del agua y por lo tanto la producción del vapor permanece constante.

Para hacer cesar en su funcionamiento al aparato, se cierra la válvula *i* de alimentación de agua y se hace lo mismo muy lentamente con la de vapor *b*, mientras se abre la de desagüe maniobrando la palanca *h* hasta que el manómetro haya vuelto a cero.

Cuando el agua de alimentación deja un depósito calcáreo, es conveniente cada cinco o seis horas, librar a la caldera del sedimento formado en la base del cono truncado. Esto se verifica sin interrumpir la marcha de la máquina, aumentando el agua de alimentación y obrando al mismo tiempo sobre la manilla *h* para verter el exceso de agua que arrastrará consigo el sedimento formado.



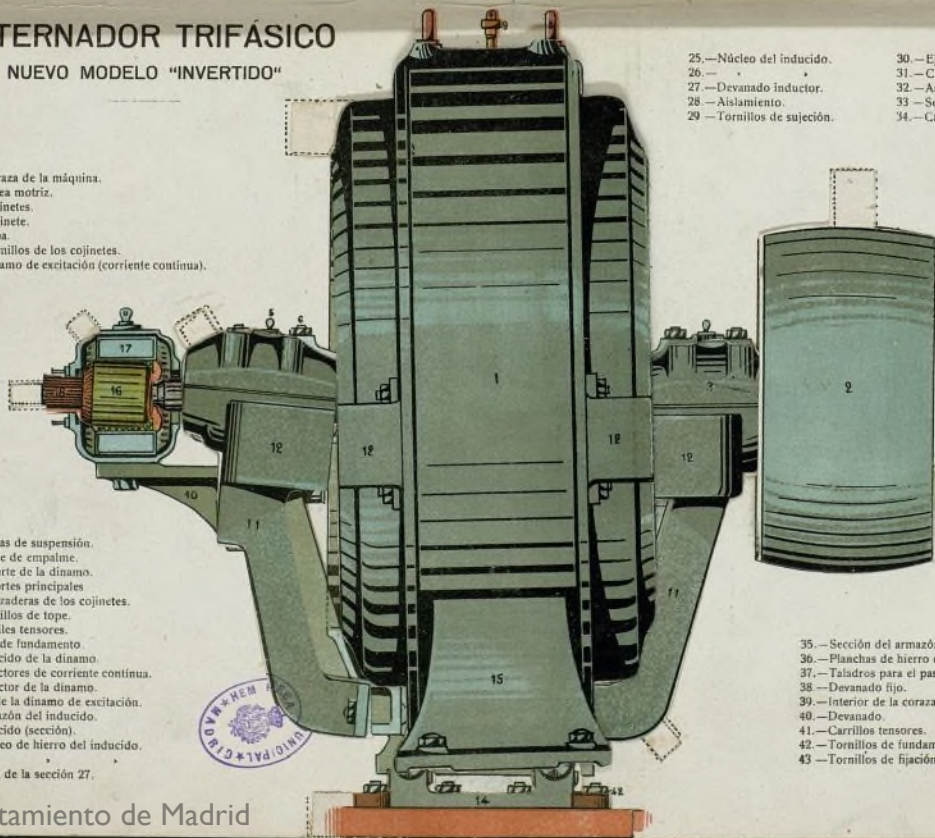


# ALTERNADOR TRIFÁSICO NUEVO MODELO "INVERTIDO"

N.º 73.

- 1.—Coraza de la máquina.
- 2.—Polea motriz.
- 3.—Cojinetes.
- 4.—Cojinete.
- 5.—Tapa.
- 6.—Tornillos de los cojinetes.
- 7.—Dinamo de excitación (corriente continua).

- 25.—Núcleo del inducido.
- 26.—
- 27.—Devanado inductor.
- 28.—Aislamiento.
- 29.—Tornillos de sujeción.
- 30.—Eje motriz.
- 31.—Cuañas de fijación.
- 32.—Armazón de la polea.
- 33.—Sección del cojinete.
- 34.—Cámara de aceite.



- 8.—Anillas de suspensión.
- 9.—Borne de empalme.
- 10.—Soporte de la dinamo.
- 11.—Soportes principales.
- 12.—Abrazaderas de los cojinetes.
- 13.—Tornillos de tope.
- 14.—Carriles tensores.
- 15.—Pies de fundamento.
- 16.—Inducido de la dinamo.
- 17.—Inductores de corriente continua.
- 18.—Colector de la dinamo.
- 19.—Eje de la dinamo de excitación.
- 20.—Armazón del inducido.
- 21.—Inducido (sección).
- 22.—Núcleo de hierro del inducido.
- 23.—
- 24.—Vista de la sección 27.

- 35.—Sección del armazón del 33.
- 36.—Planchas de hierro dulce.
- 37.—Tallados para el paso del devanado.
- 38.—Devanado fijo.
- 39.—Interior de la coraza.
- 40.—Devanado.
- 41.—Carriles tensores.
- 42.—Tornillos de fundamento.
- 43.—Tornillos de fijación.







quina alternadora, calculada, por consiguiente, para un mismo número de revoluciones.

La máquina en total va montada sobre unos carriles tensores (41) para regular la tensión de la correa.

La transmisión de la fuerza se efectúa por la polea (2) o por acoplo directo a una turbina, constituyendo entonces el grupo turbo-dinamo.

SANTIAGO LÓPEZ TAPIAS, Ingeniero.

## Quemador de combustibles líquidos para el caldeo de calderas

El empleo de los combustibles líquidos para el caldeo de las calderas, tanto marinas como fijas, ha tomado gran incremento desde hace algunos años. Estos

En este aparato el combustible llega bajo la forma de una o varias capas delgadas (dos) capas en el caso de las figuras 1 y 2) cuya sección crece en el sentido

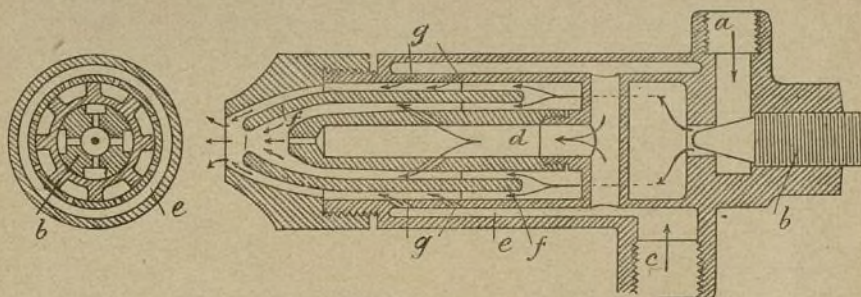


Fig. 1 y 2.—Sección de un quemador.

combustibles presentan, en efecto, importantes ventajas sobre el carbón, entre las cuales se destacan: la mejor utilización del poder calorífico; una extraordina-

de la corriente hasta el orificio de salida del aparato donde se efectúa la pulverización bajo la acción de la corriente de aire o de vapor que sale por un orificio central.

El combustible entra por el orificio A, regulándose su consumo por el punzón A. El fluido, vapor o aire comprimido, destinado a producir la pulverización, llega por el tubo C, de donde pasa, por una parte al tubo central D y por otra al espacio anular E. El líquido se inyecta bajo forma de dos capas cilíndricas separadas por la pared F. En cada una de estas dos capas, el fluido que sirve para la pulverización, se introduce por los orificios practicados oblicuamente en las paredes. Por otra parte, las capas de líquido se dividen en capas elementales por las nervaciones G e I.

Existen cuatro tipos de este quemador: dos de ellos se construyen especialmente para quemar petróleo y

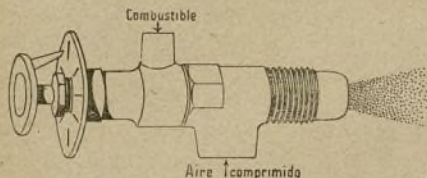


Fig. 3.—Quemador del primer tipo.

ria simplificación del caldeo, que se puede regular con la mayor facilidad y con una reducción de maniobra importantísima; la supresión de los humos; y, en fin, el fácil almacenamiento del combustible en un espacio reducido.

Para obtener una combustión completa de los petróleos y demás combustibles líquidos, es necesario, en razón de la elevada potencia calorífica de estos combustibles, pulverizarlos muy finamente en un quemador apropiado.

La pulverización de los combustibles líquidos puede obtenerse, sea con la ayuda de aparatos centrifugos, sea con la de pulverizadores de chorro de vapor o de aire. Estos, son los aparatos que constituyen la parte más delicada de las instalaciones del caldeo a petróleo y de su buen funcionamiento depende naturalmente el de toda la instalación.

Las figuras 1 y 2 muestran el principio de los quemadores que permiten la combustión fácil del petróleo y de los combustibles pesados, como los aceites, el alquitrán en bruto y la brea blanda.

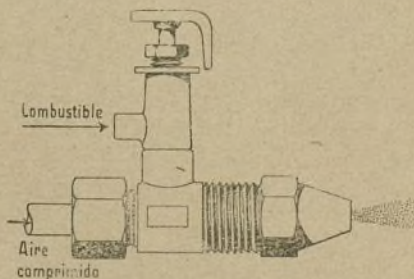


Fig. 4.—Quemador de gran gasto.

emplean aire comprimido a la presión de 0,25 m. de columna de agua, a razón de 1500 litros de aire por litro de combustible pulverizado; para alquitrán en



bruto y pez, la presión de aire es de 0,80 m y el consumo de 3000 litros. Esta clase de quemadores se emplean con éxito en los hornos de fusión y de recaldo. La figura 3 representa un quemador del primer tipo.

El tercer tipo funciona a vapor o por medio de aire comprimido de una manera análoga a los pulverizadores de chorro de vapor.

Estos quemadores aspiran por sí mismos el combus-

tible líquido y funcionan con una presión de media atmósfera. Consumen 0,300 kgs. de vapor o 600 litros de aire por litro de combustible pulverizado. Se construyen especialmente para el caldeo de calderas de vapor.

El cuarto tipo utiliza el gas, aire o vapor a la presión de 1,500 kgs. consumiendo aproximadamente 100 litros por litro de combustible pulverizado.

## La metalización en frío

Durante todo un siglo los depósitos galvanicos se obtenían a la temperatura ordinaria presentando las características de un depósito adherente.

Recientemente un sabio suizo, M. Schoop, ha inventado un procedimiento muy ingenioso.

Al principio Schoop buscó un metal en fusión y construyó un aparato por el cual salían con violencia las pequeñas gotas como en un pulverizador de toilette, pero una instalación como ésta presentaba el inconveniente de resultar extremadamente grande y por lo tanto era bajo todo punto de vista de difícil transporte.

Con este objeto estudió el inventor un aparato por el cual transformara el metal en polvo. Los polvos así obtenidos y los preparados por medio de otros procedimientos, como el de las hojas delgadas impregnadas de materias grasas, son introducidas en otro aparato del tipo segundo inventado, al cual llamó el autor «Cyclone».

Los polvos, empujados por una violenta corriente de aire, son recalentados al pasar a través de un mechero y proyectados en seguida con violencia.

Bajo el punto de vista comercial el procedimiento de usar el aparato «Cyclone» no es aceptable por su elevado coste; pero no obstante, hay una forma realmente práctica. El metal se utilizó bajo la forma de hilo. El hilo es entonces empujado por medio de una rueda al interior del recipiente de un mechero. La llama del mechero funde al hilo metálico a medida que avanza y precipita al metal en forma pulverizada sobre el objeto.

Recientemente M. Schoop, construyó un aparato

de este género, que sirve para emplear la corriente eléctrica (véase figura).

Los dos hilos (C) del mismo metal o de diferentes metales, según los casos, son ajustados por medio de dos ruedecitas (A y B) reguladas por los tornillos (D E). Una marcha adecuada del metal está asegurada por los dos hilos de la corriente y por la trepidación

constante de uno de ellos que hace las veces de electroimán. En estas condiciones el arco (F) no se rompe nunca y el aire constante que sale por el conductor (H) origina una especie de lluvia metálica.

Creemos innecesario decir que para la fusión de cuerpos no conductores (vidrio) el arco eléctrico no puede ser empleado. Para la fusión de vidrio etc., hay un aparato especial que está provisto de una corriente de gas.

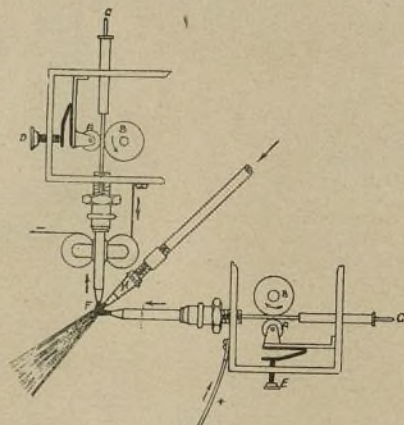
Estos procedimientos han sido aplicados a un sin fin de industrias y en este momento dada la gran producción intensiva de municiones, sean obuses, etc., en que siempre quedan pe-

queñas cavidades aunque estén bien torneadas. Con el auxilio de este aparato nada tan fácil para rellenar estas pequeñas cavidades por medio de una lluvia de zinc o de estaño.

Después de esta pulverización, se centran y pueden ser utilizados como obuses de los más bien torneados. De este modo se obtiene la seguridad de las piezas y del personal que las maneja.

Finalmente diremos que la facilidad de poder pulverizar todos los metales, incluso el acero, hacen de este aparato un verdadero auxiliar en los talleres.

S. LOPEZ TAPIAS, Ingeniero.



Aparato de pulverización eléctrica.

## Tinte para telas crudas

Las blusas blancas son realmente muy sucias. El color crudo no se puede obtener sino por el apresto, lo que es poco cómodo; queda un tinte gris que exige una manipulación en caliente, pues para teñir con él es necesario hervirlo y cuando no existen los medios acondicionados para este trabajo, es muy difícil ejecutarlo. He aquí el modo de obtener el mismo resultado en

frío, para una blusa, por ejemplo. Se toman 500 gramos de permanganato de potasa en 10 litros de agua, se funde simplemente en algunos litros de agua caliente y se añade al agua fría y se obtendrá una disolución color rojo púrpura que al contacto de la tela se volverá moreno claro y color crudo según la cantidad de permanganato de potasa.



## Torno para tornear ruedas

La buena marcha de los vehículos de los ferrocarriles, exige el torneado preciso de los calces de las llantas de las ruedas, pues la excentricidad de los calces o la existencia de desigualdades en la superficie de las llantas ocasionan un cansancio exagerado del material

ciales, cuyas distancias al centro de la platina se pueden regular en función del diámetro de las ruedas que se hayan de tornear. Esta platina se interrumpe en una parte de su longitud para dejar paso al eje de las ruedas que se han de trabajar, viniendo a llenar el

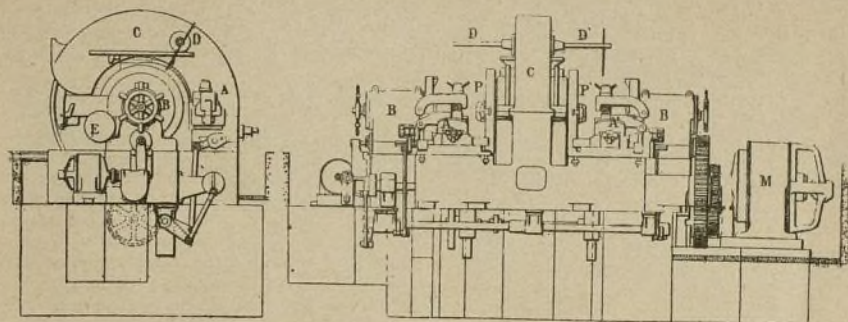


Fig. 1 y 2. — Vista lateral y de frente, en elevación, del torno.

y un aumento de la resistencia a la tracción. Los calces se gastan con relativa rapidez y el frenado produce con frecuencia un desgaste desigual de la superficie de la llanta que obliga a tornear de nuevo la rueda.

Este torneado debe ser exactamente el mismo para las dos ruedas montadas sobre el mismo eje y hay interés en no deschavetar las ruedas, siendo larga la operación de su desmontaje y remontaje y por lo tanto onerosa.

Se han construido tornos especiales que permiten el torneado simultáneo de las dos ruedas, sin necesidad de desmontarlas de sus ejes. Tal es el nuevo torno «Pond» para tornear y refresar los calces de las ruedas que con relación a los tornos ordinarios ha sido objeto de interesantes perfeccionamientos destinados a facilitar el trabajo y aumentar el rendimiento.

Lo más saliente es la sustitución de la rueda dentada de gobierno que, desde luego helicoidal, es ahora una rueda de cuñas.

La máquina se compone esencialmente (figs. 1 a 3) de dos pares de platinas P, P', destinadas a arrastrar las ruedas, dispuestas simétricamente con relación a un carter central C, en el cual hay para ello una rueda dentada. Esta rueda se acciona por un piñón colocado en la base de la máquina que recibe su movimiento de un motor eléctrico de 50 caballos por intermedio de engranajes de reducción, cerrados en carters.

Cada par de platinas se compone de una platina arrastradora dispuesta de manera que se encuentra entre las dos ruedas y de una platina exterior de menor diámetro. La platina arrastradora se apoya en la cara interior de la llanta por medio de tres mordazas espe-

hueso una placa que colisa una vez que el eje está colocado. La platina exterior está asimismo provista de tres mordazas de posición regulable para sostener solidamente las llantas. El árbol que soporta este plato gira en cojinetes montados en los cuerpos de las muñequillas móviles; es hueco y tiene un manguito o forro también hueco y ligeramente cónico en el cual se aloja el pezón exterior del eje previamente envuelto por conchas cónicas de dimensiones apropiadas. Estas conchas pueden reemplazarse por puntas alojadas en el manguito que permiten la colocación en el torno y el centrado de los ejes de punzones interiores.

El eje montado de las ruedas que se han de tornear dispuesto sobre dos rieles perpendiculares al eje del aparato debe colocarse en el eje de la gran rueda dentada y de las platinas que ésta gobierna. Para colocarlos se les debe pues atravesar. La rueda, a este efecto, comporta un

segmento articulado a charnela que se puede levantar o bajar para asegurar la continuidad de la rueda.

Este movimiento se produce, desde luego, automáticamente: una vez terminado el torneado de un eje es suficiente tirar de él haciéndolo rodar hasta fuera del banco para que, bajo el peso del cuerpo del eje, la parte articulada de la rueda dentada se levante, deje al eje desprenderse y se mantenga levantada hasta que se coloque otro eje. En este momento, la maniobra consistente en poner a fondo el nuevo eje en su posición de trabajo, produce el rebatimiento de la parte móvil de la rueda dentada y el encaje de su extremo libre con la otra parte de esta rueda.

Introducido así el eje entre las platinas arrastradoras es conducido a la altura del eje de las muñequillas

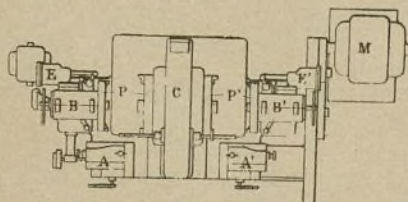


Fig. 3. — Plan esquemático del torno.



móviles por un ligero levantamiento del curso de rodadura sobre el cual reposa en el aparato. Este movimiento se obtiene con la ayuda de un motor eléctrico de 5 caballos por la mediación de una transmisión apropiada.

El torno tiene dos carros porta-herramienta, uno para cada rueda, que trabajan a la par.

Estos porta-herramienta (figura 3) son de presión neumática, lo que permite una maniobra rápida. El aire comprimido es admitido en un cilindro que forma cuerpo con el carro porta-herramienta y empuja hacia el exterior la varilla del pistón, en la extremidad de la cual se halla una cuña que obra sobre el punto de articulación de una palanca cuyo extremo opuesto se aplica instantáneamente sobre la herramienta.

La regulación de la separación de las muñequillas móviles B y B' se obtiene del mismo modo por el aire comprimido, llevado de la conducción general del taller, a cilindros que forman cuerpo con las muñequillas móviles. Una vez en su sitio, se verifica su bloqueo por medio de tornillos de presión accionados por el aire comprimido suministrado por los cilindros E y E',

que están unidos a los flancos de las muñequillas móviles.

Estas diversas disposiciones facilitan mucho el montaje de los ejes sobre la máquina y aumentan el rendimiento del aparato. La elevada producción de la máquina se asegura especialmente por el empleo del aire comprimido para el bloqueo de las herramientas, para la regulación de la separación de las muñequillas y su bloqueo en posición por el arrastre rígido de las ruedas sólidamente fijadas entre las patinas del torno; y, en fin, gracias al gobierno independiente obtenido con un potente motor con retorno por engranajes de cuñas.

La puesta sobre el torno de un eje montado se obtiene sin otro aparato de leva que un gato neumático, que sirve para levantar el eje sujeta por el centro para hacerlo girar 90° grados y depositarlo en su sitio.

La producción de estos tornos alcanza un promedio de 25 pares de ruedas montadas por cada jornada de 10 horas de trabajo efectivo, habiéndose obtenido esta producción para la restauración de los calces de las ruedas de un diámetro medio de 1,03 metros.

## Métodos modernos de aplicación práctica a la Industria en general

### Destilación de la madera para la fabricación del gas

En la actual crisis del carbón, creemos de gran oportunidad dar a conocer los procedimientos de destilación de la madera para la producción de gas para el alumbrado, a que ya han tenido de recurrir en muchas fábricas de nuestro país, sino de una manera exclusiva por ahora, mezclando la madera en mayor o menor proporción con la hulla.

Por consecuencia de esta misma crisis, más aguda en Italia, Mr. Rothenbach, director de la fábrica de gas de Perusa, se vió obligado, primero, a destilar lignito, después, madera de encina. En abril de 1916 empezó por destilar cuatro partes de carbón con una parte de madera. A últimos de mayo, destiló ya solo madera bien seca, consumiendo cerca de 6.000 kgs. cada 24 horas. Gracias a la disposición especial de los generadores y de los hornos, estos se pudieron caldear también exclusivamente con madera, haciendo para ello un consumo aproximado de 1.800 kgs. cada 24 horas. Las cenizas constituyen un subproducto de fácil venta.

La duración de la destilación, siendo la temperatura del horno sensiblemente la misma que la empleada para la destilación de la hulla, varía de 2 a 3 horas según el tamaño de los leños. Cada retorta puede contener 200 kilogramos.

La extinción de los carbones de madera incandescente a su salida de las retortas, que se practica por aspersión de agua como con el coque, da un carbón muy húmedo, pues la proporción de agua resultante en él alcanza a 30 por ciento, que se rompe en pequeños pedazos, pero se vende sin embargo bastante bien. Aproximadamente se recupera el 25 por ciento de la madera destilada y como es muy compacta el desgaste del polvo no pasa de 20 por ciento.

Opuestamente a lo que recomienda Reissig, en su obra sobre la destilación de la madera, no se ha podido

enfriar con rapidez el barrilete sin quebrantarse bastante debido al endurecimiento del alquitrán. La experiencia ha conducido a no añadir más que la cantidad de agua justa necesaria para reemplazar la que se evapora y la temperatura de salida del gas varía de 85° a 95°. En estas condiciones, el alquitrán de barrilete, aunque muy viscoso puede seguir al gas hasta la entrada del condensador tubular de agua donde la temperatura varía de 65° a 88°; ésta fluye con el alquitrán retenido por dicho condensador, en un sifón. Si se elimina el 15 por ciento de agua que contiene este alquitrán, queda una especie de pez que se puede emplear en las construcciones navales, cuya producción es aproximadamente de 1 por ciento.

En seguida se enfría el gas de un modo brusco, en un condensador de aire, en el que se recoge un segundo alquitrán moreno oscuro, más fluido, a la vez oleoso y acuoso, pero igualmente muy adherente a las paredes de las tuberías y recipientes.

Según Mr. Rothenbach, este alquitrán da, en la destilación, tres fracciones completamente separadas. La primera contiene, a razón de  $\frac{1}{3}$ , un aceite de la misma densidad que el líquido acuoso que le acompaña; las dos son de un color rojizo y funden al contacto del aire. La segunda fracción aceitosa, de un color moreno claro y de un olor menos penetrante que la primera, pasa entre 130° y 195°; es más pesada que el aire y funde también al aire y a la luz. El residuo es una brea bastante dura, casi idéntico al del primer alquitrán.

El agua que acompaña el alquitrán es de reacción fuertemente ácida, debido sobre todo a su gran contenido de ácido acético.

Como el gas no contiene hidrógeno sulfurado, sino CO<sub>2</sub> en un promedio de 28 por ciento, se ha su-



primido completamente la depuración del óxido de hoierr reemplazándola por la de la cal. La adición del lavado del gas con una lechada de cal, ha reducido mucho el consumo en los depuradores secos, en los que la reacción produce, desde luego, una gran elevación de temperatura, llegando hasta 52°. El gasto de cal por 10.000 metros cúbicos de gas, desciende a 3.600 kgs. para los lavadores y 5.900 kgs. para los depuradores, aproximándose al total del consumo teórico de  $\text{CaO}$  que para un contenido de 28 por ciento de  $\text{CO}_2$  será de 9.300 kgs.

El rendimiento de gas es alrededor de 30 metros cúbicos por 100 kgs. de madera destilada. La producción diaria por retorta alcanza 350 metros cúbicos.

El análisis del gas depurado y el cálculo de su potencia calorífica han dado las cifras siguientes:

	Por 100	Caloría
Acido carbónico . . . . .	1,4	*
Hidrocarburos no saturados . . . . .	3,9	1432
Benzol . . . . .		1345
Oxígeno . . . . .	0,7	*
Oxido de carbono . . . . .	35,7	1087
Hidrógeno . . . . .	36,0	1103
Metano . . . . .	20,3	1932
Azoe . . . . .	2,0	*
	100,0	4899

El gas de madera posee, pues, un poder calorífico inferior aproximado al del gas de hulla.

### Procedimiento para la obtención de carbonato de zinc utilizable en pintura, en sustitución del blanco de plomo y del blanco de zinc, con su transformación eventual en óxido de zinc.

El nuevo procedimiento tiene por objeto la transformación de los óxidos o carbonatos de zinc impuros, minerales de zinc, humos de zinc, cadmios y en general todos los residuos zingosos cualesquiera, en carbonato de zinc especial, utilizable en pintura en sustitución del blanco de plomo o del blanco de zinc corriente, pudiéndose transformar en óxido de zinc, si se desea.

El proceso de las operaciones constituye un ciclo cerrado, no comprendiendo sino las pequeñas pérdidas inherentes a toda fabricación.

La primera materia se trata por el ácido clorhídrico y cuando la acción de éste se ha terminado, se hace hervir el licor con el zinc en polvo para precipitar el plomo, el estaño, el cadmio. Tratando entonces el licor por una corriente de cloro agitando al máximo los metales y especialmente el hierro, se trata la solución por el carbonato de zinc, obteniéndose así, por la precipitación completa de los metales extraños, una solución de cloruro de zinc puro. Esta solución, una vez filtrada, se mezcla con la cantidad proporcional de carbonato de magnesio. Esta no produce reacción; pero si se hace barbotar una corriente de gas carbónico, se produce una reacción que se ceba con una pequeña cantidad

de  $\text{CO}_2$ , el  $\text{Zn Cl}_2$  destinado a ser transformado en  $\text{Zn CO}_3$ , mientras que el  $\text{Mg CO}_3$  se transforma en  $\text{Mg Cl}_2$ . Por filtración se separa el carbonato de zinc, se lava y se deseca.

Entonces se puede utilizar en pintura como el blanco de plomo o el blanco de zinc ordinario. Se mezcla perfectamente con el aceite y cubre con una intensidad análoga a la del blanco de plomo, además tiene una blancura deslumbrante.

Si no obstante, se desea obtener el óxido de zinc, basta para ello calcinar este carbonato.

La solución de  $\text{Mg Cl}_2$ , se evapora desde luego y cuando alcanza una elevada densidad, se introduce en un horno apropiado en el que progresivamente se deshidrata y el residuo se calcina a la temperatura de 150° a 200°; la sal se descompone en  $\text{H Cl}$  y  $\text{Mg O}$ . Se prosigue la calcinación hasta 800°. Los vapores de  $\text{H Cl}$  son arrastrados por una corriente de aire o de vapor de agua y condensados en una torre de coque. Este ácido sirve para nuevas disoluciones de primera materia. El residuo de  $\text{Mg O}$  convenientemente hidratado se trata por  $\text{CO}_2$  para obtener el carbonato de  $\text{Mg}$  que servirá para precipitar el zinc, como se ha dicho más arriba.

### Procedimiento de preparación de compuestos cianógenos

Esta invención tiene por objeto nuevos procedimientos para la producción de compuestos alcalinos del cianógeno. Según este procedimiento se utiliza como primera materia alcalifera, silicatos alcalinos, nativos o artificiales, que se calientan con carbón u otro agente reductor, en un horno eléctrico, exponiéndolos a la acción del azoe. La temperatura de reacción se mantiene en el horno en un punto tan elevado que los compuestos cianógenos formados en el curso del procedimiento puedan separarse bajo la forma de vapor o de humo con el óxido de carbono y otros gases formados en la operación, mientras se funde hasta el estado fluido, del modo usual, la escoria formada.

Ya se ha probado producir compuestos cianógenos en un horno de cuba, empleando como primera materia un silicato alcalino; pero esto no ha dado buenos resultados. El calor necesario para poner en práctica el procedimiento, siendo generado por combustión, exige

recurrir al empleo de aire soplado, lo cual es desventajoso para la formación de compuestos cianógenos en el sentido de que el ácido carbónico ( $\text{CO}_2$ ) que se forme entonces, tenga por efecto descomponer una parte del producto, sin contar que la cantidad relativamente grande de gases que se forman, se vuelvan así difíciles de condensar y de recoger los productos cianógenos formados. Valiéndose de un horno eléctrico conforme al procedimiento que nos ocupa, se evitan los inconvenientes en cuestión y se obtienen grandes ventajas sobre el procedimiento empleado hasta el presente, que es por lo que constituye un progreso señalado desde el punto de vista técnico, sobre los procedimientos del mismo género que se han practicado hasta aquí.

Con la utilización de un horno eléctrico, se hace igualmente posible regular la temperatura sin ninguna dificultad, de manera que los compuestos cianógenos formados pueden sacarse del horno, como ya hemos



dicho, bajo la forma de vapor o de humo, al mismo tiempo que los demás gases formados en el curso de la operación, mientras se opera el colado de la escoria del modo usual.

La adición de cales o de un compuesto que contenga  $\text{CaO}$ , hace más fácil la separación del álcali del silicato. Como la escoria que así se obtiene, contiene óxido de calcio, se puede utilizar para la fabricación de cemento.

Como silicatos alcalinos adecuados que se pueden utilizar en la práctica de este procedimiento, se pueden, a título de ejemplo, mencionar diversos géneros de feldespatos y de mica, así como ciertos géneros de rocas que contienen estos minerales; pero, con más o menos ventajas, se puede emplear cualquier clase de minerales o rocas o de productos artificiales que contengan silicatos alcalinos.

Una materia que en ciertas circunstancias es muy adecuada para este uso es la ampelita aluminosa que se halla con abundancia en la naturaleza. Como esta materia contiene con mucha frecuencia una cantidad considerable de carbono, la cantidad de carbón que se habrá de añadir a la carga puede, por el empleo de esta materia, reducirse en la misma proporción lo que constituye una economía. Los hidrocarburos y los productos del mismo género contenidos en la ampelita aluminosa pueden recogerse, en el supuesto de que convengan, y utilizarse en el curso de la operación.

Para comprender mejor este procedimiento, véase a título de ejemplo, cómo se puede producir un cianuro alcalino (cianido) utilizando como primera materia el feldespato.

Para mayor sencillez supondremos aquí que la primera materia es feldespato potásico puro  $\text{K}^2\text{O}$ ,  $\text{Al}^2\text{O}^3$ ,  $6\text{SiO}^2$ .

Se reduce el feldespato a fragmentos de tamaño conveniente y se le mezcla con el carbón y también con cal para obtener una escoria que funda con rapidez; después se carga la mezcla en un horno eléctrico y se le caldea a una temperatura conveniente por medio de la corriente eléctrica. Una parte más o menos grande

del álcali se reduce según la fórmula



El metal reducido se combina con el carbón y el aire, para formar cianuro de potasio,  $\text{CAzK}$ , que al mismo tiempo que los demás gases formados en el curso de la operación bajo la forma de vapor o de humo, se recogen al escaparse del horno.

La alúmina y el ácido silícico contenidos en el feldespato forman con la cal mezclada a la carga, una escoria que se funde de la manera usual.

Es oportuno decir que en la práctica industrial del procedimiento, el proceso de operaciones no se produce exactamente lo mismo. La primera materia que se emplea en este caso, contiene siempre, por decirlo así, más o menos impurezas que tienen su particular influencia sobre el procedimiento; el compuesto cianógeno no siempre se obtiene bajo la forma de cianuro solamente; se pueden del mismo modo formar otros compuestos cianógenos, por ejemplo, cianatos.

La invención comprende:

1.º Un procedimiento de preparación de compuestos cianógenos que consiste en cargar un silicato alcalino (nativo o artificial) con otras materias necesarias para poner en práctica el procedimiento, como el carbón u otros agentes reductores, así como la cal o los productos que contienen  $\text{CaO}$ , en un horno eléctrico y exponerlos a la acción del ázoe calentándolos a una temperatura tal que dé lugar a la formación de los compuestos cianógenos que se extraen del horno con los productos gaseosos, siendo entonces recogidos, mientras que la escoria se funde en estado fluido.

2.º En un procedimiento consecutivo al 1.º, mediante:

a) La utilización, como materia alcalifera, de ampelita aluminosa en forma que se pueden aprovechar o recoger, eventualmente, los hidrocarburos, y otras sustancias del mismo género contenidas en la ampelita.

b) La adición, en la carga, de una cantidad de cales tal que la escoria formada es adecuada para la fabricación de cemento.

## Esterilización y endurecimiento de las maderas

Este procedimiento se refiere a un medio para tratar las maderas de construcción y más particularmente a los procedimientos con los que se prepara y se endurece la madera por impregnación de las fibras con una solución de azúcar o de sacarina a la que algunas veces se añade una sal metálica.

Conforme este método, en lugar de emplear solamente una solución de azúcar o de sacarina con o sin sal metálica, se emplea una solución que contiene también uno u otros varios hidratos de carbono, tales como el almidón, la dextrina o la goma.

Por el tratamiento con esta solución compuesta, se endurecen las fibras de la madera lo que disminuye las dimensiones de los poros, comunica a las fibras mayor tenacidad y aumenta, de una manera general, las cualidades comerciales de la madera. La adición de hidratos de carbono del género almidón tiene por efecto volver la madera tratada menos higroscópica y, por consiguiente, menos susceptible a la influencia del vapor de agua y de la humedad de la atmósfera. Además, se

aumentan la densidad de la madera, su fuerza y su elasticidad.

En la madera tratada según este procedimiento, se expulsa la mayor parte de la savia y la que queda se coagula o solidifica. Así, se esteriliza y se pone al abrigo de las vegetaciones fongóideas y además se reduce su tendencia a rajarse o quebrarse a las altas temperaturas, preparándose la madera con gran rapidez, de suerte que cortada fresca, puede trabajarse después del tratamiento.

La madera puede volverse inatacable por las hormigas blancas u otros insectos destructores, por la adición a la solución de 2 a 4 por ciento de arsénico penetrando el arsénico en las fibras de la madera por la acción de la solución que entra en combinación con la celulosa.

Las proporciones de los elementos constitutivos de la solución pueden variar, pero la solución siguiente está dada como ejemplo que conviene particularmente con la encina fresca y con el nogal.



A una solución acuosa de azúcar o de sacarina que tenga una densidad específica de 1,080 grados aproximadamente, se adiciona 5 por 100 de dextrina, 0,5 por 100 de goma tragacanto y 3 por 100 de arsénico. Estos ingredientes pueden incorporarse a la solución por cualquier medio adecuado y, si se desea, pueden hacerse separadas las soluciones de los elementos y adicionarse a la solución azucarada.

El procedimiento para tratar la madera, preferentemente se efectúa del modo que sigue: la madera se sumerge en la solución compuesta de hidratos de carbono, con o sin arsénico, a una temperatura que puede variar entre 48 y 60 grados, en la que se deja hasta que se caliente por completo perdiendo una gran cantidad de aire con la elevación de la temperatura.

Cuando se traten maderas blandas es preferible que la temperatura sea un poco más elevada que cuando se traten maderas duras. Después de extraída una cantidad suficiente de aire de la madera, la temperatura de la solución se eleva a punto de ebullición manteniéndola poco más o menos, hasta que la madera esté bastante cocida. Entonces se enfría el líquido, artificial o naturalmente, a una temperatura que puede variar entre 43 y 82 grados centígrados, dependiendo esta temperatura de la clase de madera y del uso subsiguiente a que esté destinada. Finalmente, se seca la madera, sea, por excepción, al aire, sea artificialmente. Si se

seca al aire, la madera tratada por este procedimiento está en disposición de emplearse aproximadamente en la décima parte del tiempo que necesita la madera no tratada y, en todo caso, en menos del que necesita la madera tratada solamente con una solución de sacarina. Cuando se seca artificialmente la madera, puede sacarse inmediatamente de la solución y llevarla a la estufa en la que se somete al aire húmedo poco más o menos a la misma temperatura de la madera, conteniendo este aire 80 por 100 de la saturación húmeda. La temperatura del horno o de la estufa se eleva gradualmente, manteniendo el grado de humedad en su valor inicial hasta que la madera esté completamente caliente en el máximo de temperatura requerida, que puede variar de 35 a 100 grados centígrados, según la naturaleza y las dimensiones de la madera. Después que ésta se ha mantenido por tiempo suficiente en el máximo de temperatura, tanto ésta como el grado de humedad se reducen gradualmente: la temperatura a 21 grados y la humedad al 70 por 100 de la relativa a esta temperatura. Enseguida se deja la madera en la estufa hasta que haya abandonado la mayor parte de su humedad.

Se comprenderá que el tiempo necesario para las diferentes fases del procedimiento y en cierta medida las temperaturas que se hayan de emplear, dependerán de la naturaleza y de la condición de la madera que se ha de tratar y también del empleo a que se la destine.

### Procedimiento para la fabricación de cuero artificial

Se trata de una materia destinada a reemplazar el cuero para remontar el calzado, siendo tan fuerte como el cuero y pudiéndose coser y clavar del mismo modo.

Este cuero se produce enluciendo tul con un barniz al cual se añade una pequeña cantidad de secante y de rojo de Viena.

Cuando después de este tratamiento se ha secado el tul, se encolan diferentes capas de él, hasta obtener el espesor deseado, por medio de una mezcla formada

por 4 kilogramos de pez de alquitrán vegetal caliente, al cual se añade, agitando constantemente, 2 kilogramos de caucho disuelto en bencina u otro disolvente análogo, 400 gramos de rojo de Viena, mezclados hasta consistencia espesa con esencia de trementina y 200 gramos de polvo de corcho.

Cuando las capas de tul están pegadas, se las hace pasar entre dos rodillos a fin de prensarlas fuertemente.

## Formulario químico-industrial

### Procedimiento para limpiar los toneles

#### y toda clase de pipería

Para desenrojecer los toneles que han contenido vino tinto, se puede eliminar la materia colorante que impregna la madera, de dos maneras: sea por disolución con la ayuda de ácidos, sea por destrucción por medio de álcalis.

En el primer caso, generalmente se practica el deatrarado con agua que contenga 5 por 100 de ácido clorhídrico o sea 1 litro por 20 litros de agua. Se vierte en el tonel llenándolo por completo y se le hace rodar bastante para obtener un lavado perfecto; al cabo de algunas horas de contacto se deja salir la solución ácida, se enjuaga bien con agua tibia y después con agua fresca muy abundante hasta la neutralización y limpieza perfectas, se asegura desde luego de la desaparición completa del tinte rojo y se lava por segunda vez con un poco de agua clorhidratada al 5 por 100 que debe quedar incolora.

Pero lo más corriente es añadir a las soluciones alcalinas una disolución como mínimo, para una cuba de 2 hectólitos, 3 kilogramos de cristales de sosa del comercio o 1 kilogramo de sosa de Solvay en 20 litros de agua hirviendo. Se vierte en seguida en el tonel, se agita en todos los sentidos después de haber introducido una cadena de hierro y se deja algunas horas en contacto antes de verter el agua alcalina. Se enjuaga con agua caliente, después con agua fría hasta que quede perfectamente esclareado y limpio sin trazas de alcalinidad alguna.

Se pueden reemplazar económicamente los cristales de sosa por 1 o 2 kilogramos de cal viva.

Con el mismo objeto se ha propuesto también el permanganato de potasa a la dosis de 10 a 20 gramos por litro de agua hirviendo por tonel. Enjuagando bien al final de la operación.

Para acondicionar los toneles nuevos y librar a los de roble y de castaño de las resinas y de los taninos que se disuelven en el vino pudiéndole comunicar mal gusto, se empieza por tratarlos con agua caliente



que contenga 1 kg. de sal marina por hectólitro de agua. Al cabo de veinticuatro horas de contacto se enjuagan muchas veces con agua abundante.

Cuando sea posible se puede emplear el vapor de agua que da siempre excelentes resultados.

En los casos difíciles se aconseja un lavado con agua acidulada con ácido sulfúrico a razón de 1 litro de ácido sulfúrico por 50 litros de agua. Después se enjuaga bien.

Para las cubas de cemento se empleará con ventaja una solución de ácido tártrico al 5 por 100 haciendo muchas aplicaciones con algunos días de intervalo. El bitartrato de cal formado en la operación constituirá una capa resistente.

Si se emplea el ácido sulfúrico al 1 por 100, será necesario completar este tratamiento con otro, con una solución de silicato de sosa neutra al 5 por 100.

### **Pintura de aceite sobre cemento**

Para preparar las superficies de cemento que han de recibir una capa de pintura de aceite, es necesario neutralizar el cemento por un lavado con una solución de sal amoníaco. Se da en seguida una primera capa de color de aceite con esencia de trementina, después de lo cual podrá continuarse el trabajo por la aplicación de un color de fantasía cualquiera.

### **Pintura marfil, maderas blancas lacadas**

Composición destinada a dar a las materias sobre las cuales se aplica, el aspecto y la dureza del marfil, ébano, coral. Da la apariencia opaca, lisa y brillante de estas materias y recubre los objetos de una envoltura dura muy adherente. Esta composición es especialmente adecuada para los artículos de cepillería, tornearía, espejería, cuchillería, paragüería, abaniquería, encuadernación, artículos de papelería, muñequería, ebanistería de arte moderno, ornamentos, molduras, muebles blancos, blancos lacados.

Según la coloración que se desea obtener se modifican las materias que entran en esta composición.

Para imitar el marfil:

Blanco de plata . . . . .	250 gramos
Tierra siena natural . . . . .	20 "
Goma laca blanca . . . . .	— "
Alcohol a 95° . . . . .	1 litro
Aceite de ricino . . . . .	(algunas gotas)

Para imitar el ébano se reemplaza el blanco de plata por negro de marfil, del que se emplean 225 gramos en la mezcla.

El coral se imita con el rojo de China u otro adecuado en la proporción de 150 gramos.

### **Barniz para tonelería**

Vaselina . . . . .	150 gramos
Parafina . . . . .	500 "
Gutapercha . . . . .	10 "
Kaolín o arena fina impalpable . . . . .	350 "

Se funden juntos y mezclan los tres primeros ingredientes; se añade el kaolín o la arena fina, piedra pómez, kieselguhr, etc.

Este mástic se emplea en frío; es suficiente introducirlo con fuerza en las fisuras que se hayan de obtener.

### **Barniz especial para tonelería de madera**

Se funden en marmita:

Alquitrán . . . . .	3 kilogramos
Pez . . . . .	6 "
Kieselguhr impalpable . . . . .	4 "

bien mezclados y se aplican en caliente sobre las hendiduras de la madera por medio de un pincel embotado.

Cuando se ha endurecido esta primera capa se aplica otra que entonces se extiende sobre las duelas de los toneles.

Para hacer una aplicación realmente eficaz es necesario extender este barniz sobre la madera completamente seca, haciendo preferentemente este trabajo en estío exponiendo los recipientes al sol, pudiéndose también, igualmente calentarlos en estufa o en una cámara caliente.

### **Limpieza de envases de petróleo**

Se pone en un envase o tonel 1 ó 2 kgs. de cal viva y la cantidad de agua necesaria para que se extinga y se cierra bien el envase. El vapor penetra en las paredes de madera y absorbe todos los gases y todos los ácidos; al fin de cierto lapso de tiempo, se añade un poco más de agua y se hace rodar el tonel con su contenido y se termina la operación enjuagando con agua fría.

Otro modo consiste en llenar el tonel con el agua y añadir de medio a 1 kg. según la capacidad, de cal viva.

Durante varios días se remueve el tonel de vez en cuando de modo que la cal disuelta frote cada vez las paredes del envase. El petróleo que aún resta se transforma, poco a poco, en una sustancia gelatinosa que se desprende fácilmente de las paredes del tonel.

### **Aprestos de los tejidos para sacos**

#### **de abonos, productos químicos, etc.**

Se disuelven en agua y al calor:

Agua . . . . .	100 partes
Dextrina . . . . .	35 "
Aceite de linaza . . . . .	5 "
Colofonia o parafina . . . . .	1,15 "
Trementina de Burdeos . . . . .	1 "

Se revocan los sacos teniéndolos ahuecados por cualquier medio.

En 14 litros de agua hirviendo se pone 1 kg. de corteza de encina de curtidores; en esta agua se empapa la tela y se deja 24 horas. Al retirarla se enjuaga con agua fría y se seca.

Se necesita un promedio de 1 kg. de corteza por cada 8 metros de tela.

El tanino penetra en las fibras del cáñamo y del lino y las vuelve no solamente imputrescibles sino también resistentes.

Se pueden teñir estos tejidos en negro sólido mojándolos al salir del baño con una solución de sulfato de hierro, 500 gramos para cada 8 litros de agua.

Estas dos operaciones son muy poco costosas.

Se obtiene un color más agradable reemplazando la corteza de encina por el cachunde oscuro, siendo éste más rico en tanino y resultando la tela más flexible y suave, no necesitando emplear más que 500 gramos.



## Consideraciones sobre las turbinas de vapor

El valor de la energía contenida en 1 kilogramo de vapor en condiciones dadas de recalentamiento, de presión y de vacío, ha sido formulado aquí mismo en diferentes ocasiones al estudiar la turbina de vapor. En el curso de este estudio vamos a señalar el mecanismo de reevaporación parcial de la humedad bajo la influencia de las pérdidas internas. Se ha sostenido que si el rendimiento de la turbina se iguala a la unidad, la cantidad teórica de humedad producida en el ejemplo escogido, alcanzaría el 20 por ciento, mientras efectivamente no sería más que el 8,5 por ciento.

Es sabido que si la turbina no tiene más que una paleta única, el vapor pasa en seguida directamente al condensador, ventaja ésta inapreciable. La turbina de paletas múltiples suministra, por el contrario, una economía mínima pero positiva, de donde resulta esta aparente paradoja: *el rendimiento compuesto de todas las paletas es superior al rendimiento de cada paleta considerada aisladamente.*

A fin de fijar este hecho por un ejemplo, consideremos el caso de una turbina de una sola paleta, alimentada por el vapor saturado a la presión de 12 kilogramos por  $\text{cm}^2$ , enardecido hasta un vacío de 93 por 100. La energía efectiva es entonces de 75211 kilográmetros y el contenido final de humedad, de 23 por 100.

Con un rendimiento de 70 por 100 en la turbina, la energía absorbida por la reevaporación (siendo despreciables las pérdidas por radiación) es de 75211 por 0,3, o sean 22.563,3 kgrm.

Desde luego, siendo de 579 calorías el calor latente de evaporación a la presión del condensador, el valor de la humedad evaporada de nuevo es de 9 por 100, de suerte que su contenido final resulta de 14 por 100.

Consideremos ahora una turbina de cuatro palas alimentada por el vapor saturado seco y satisfaciendo a las mismas condiciones de presión y de vacío. El contenido de humedad en cada uno de los espacios supuestos sometidos a la misma carga y afectados de un rendimiento común de 70 por 100, será el siguiente:

	Presión en $\text{kg. cm}^2$	Humedad por 100
Primer espacio. . . . .	4,5	4,0
Segundo id. . . . .	1,4	7,8
Tercer id. . . . .	0,35	11,5
Cuarto id. . . . .	0,07	14,8

Comparando estos valores con los del primer caso (14 por 100) se observará que la turbina de cuatro espacios o palas, que ha condensado un peso mayor de vapor ha convertido una cantidad de energía mayor. El rendimiento correspondiente, calculable por el método precedente resulta de 72,4 por 100.

Existe pues una ventaja evidente multiplicando el número de palas aunque estos factores no sean proporcionales y aun cuando el beneficio, desde luego considerable, no sea más que 1,5 aproximadamente cuando el número de palas es de 4 a 20.

Desde luego esta multiplicación implica muchos inconvenientes (escapes de vapor alrededor de los dia-

gramas, etc.) que limitan prácticamente la adopción.

De cualquier modo que sea, es evidente el interés que puede presentar el cuadro de las proporciones de humedad en los diferentes espacios o cámaras de la turbina, en función de los rendimientos.

Así, por ejemplo, se observa que para un calentamiento de  $110^\circ \text{C}$  y un escape seco, el rendimiento no será superior a 45 por 100. Desgraciadamente es muy difícil determinar la calidad del vapor de escape y la experiencia ha demostrado cuan grandes son las dificultades para obtener valores suficientemente exactos. Y, sin embargo, solo la concepción de un método sencillo que permitiera determinar el porcentaje de humedad contenido en el fluido que se escapa de la turbina, aseguraría una determinación rápida y precisa del rendimiento.

Parecerá interesante aprovechar esta ocasión para examinar las condiciones de empleo del calorímetro y la influencia sobre nuestras conclusiones de la incertidumbre que acompaña al valor del calor específico del vapor recalentado.

Supongamos un calorímetro con retención en relación, por una parte, con la atmósfera y por otra parte con una tubería en la que circule el vapor que se trata de analizar, a la presión inicial de 12 kgs. por  $\text{cm}^2$ . La temperatura de recalentamiento a la presión atmosférica se observa que es igual a  $28^\circ \text{C}$ .

Suponiendo que la cantidad de calor total es la misma en los dos estados, podremos escribir:

*Calor total de vapor saturado a la presión atmosférica +  $C_p \times 28^\circ$  = calor total del vapor saturado a la presión de 12 kgs. por  $\text{cm}^2$  + calor del líquido.*

Sea  $x$  el peso del vapor por 100 y  $(1 - x)$  la cantidad de humedad.

Siendo el calor del líquido a la presión de 12 kgs. por  $\text{cm}^2$ , de 189,6 calorías, podemos establecer:

$$636,72 + 28^\circ C_p = 663,5 \times x + 189,6(1 - x)$$

de donde:

$$x = \frac{447,12 + 28 \times C_p}{473,9}$$

Para  $C_p = 0,5$  el contenido de humedad resulta de 2,7 por 100.

Para  $C_p = 0,6$  el contenido de humedad resulta de 2,2 por 100.

Lo cual representa una diferencia de cerca de 23 por 100.

Además, se observará por la misma ecuación, que, en la hipótesis de que el vapor de escape sea saturado, el contenido inicial de humedad alcanzará por lo menos 5,7 por 100.

En tales condiciones de presión, el calorímetro registrará entonces más de 5,7 por 100 de humedad. En realidad sus indicaciones estarán contenidas entre límites mucho más reducidos por consecuencia de la dificultad con que se tropieza para obtener muestras comparables de vapor muy húmedo, de los errores cometidos en la medición de las temperaturas, etc.



**Máquinas de vapor de émbolo y turbinas conjugadas de baja presión.**—Una máquina de émbolo en perfecto estado de funcionamiento, permite convertir la energía calorífica en energía mecánica en condiciones de rendimiento particularmente elevadas.

Esta consideración se verifica con largueza en la marcha con escape libre o a ligero vacío, refiriéndose el rendimiento no al consumo absoluto de vapor, sino a la energía entregada por el fluido entre límites de presiones determinadas. Así, una máquina con escape al aire libre con vapor seco a 12 kgs. por  $\text{cm}^2$ . de presión inicial, con un rendimiento, comprendido el generador, de 80 por 100, presentará un consumo de 10,7 kilogramos por kilovatio hora, mientras que cualquier otra máquina que trabaje bajo la misma presión inicial y un vacío de 93 por 100, consumiendo 8 kgs. de vapor, solo ofrecerá un rendimiento de 60 por 100.

Es evidente que, en razón de la importancia de los órganos que trabajan a baja presión, éstos no ofrecerán un rendimiento tan elevado como el de los órganos de alta presión.

La turbina de vapor ofrece, por el contrario, pérdidas por rotación más elevadas a alta presión, de suerte que los órganos de baja presión son capaces de un rendimiento superior.

Resulta de estas consideraciones que la conjugación de una máquina de émbolo que utilice altas presiones y de una turbina de baja presión, ofrecerá la máxima eficacia que se pueda desear y este es el procedimiento que, en todo caso, permite aumentar la potencia de una estación central, lo más económicamente posible, tanto desde el punto de vista de los gastos de instalación como de los de explotación.

Es desde luego fácil apreciar el beneficio que debe resultar del empleo de turbinas de baja presión, en la hipótesis normal de un beneficio de consumo por condensación de 25 por 100 en las máquinas compound y de 17 por 100 en las máquinas ordinarias.

El rendimiento de una máquina compuesta (compound) nueva y perfectamente regulada, con escape al aire libre puede alcanzar a 0,9. Sin embargo, disminuyendo con rapidez esta cifra, conviene estimar el valor medio de 0,8 o sea 0,75, tomando en cuenta las pérdidas en la generatriz que ella acciona.

El consumo de una unidad tal, alimentada con vapor saturado seco a 12 kgs. por  $\text{cm}^2$ . es de  $8,75 : 0,75 = 11,6$  kgs. por kilovatio hora.

Sea un vacío de 95 por 100 y tomando en consideración el factor de reducción expuesto, se puede descontar un consumo de  $0,75 \times 11,6 = 8,75$  kgs. correspondiente a un rendimiento de 4,7 : 8,6 o sea un 53 por 100.

La energía disponible entre 12 kgs. por  $\text{cm}^2$ . y la presión atmosférica, es de 41977,25 kgs., de suerte que, por kilogramo de vapor, la energía librada resulta de 31.483 kgs.

Paralelamente, entre la presión de 12 kgs. por  $\text{cm}^2$ . y un vacío de 95 por 100, la energía disponible es de 78.266,7 kgm. y la energía desarrollada por kilogramo de vapor, alcanza el valor de 4181,3 kgm.

Así, en el caso de una máquina de vapor que trabaje con condensación, los órganos que convierten el fluido de baja presión en energía mecánica, desarrollarán solo  $41.81,3 - 31.483 = 9.998,3$  kilogramos por kilogramo de vapor.

Desde luego, siendo la energía prevista disponible entre la presión atmosférica y el vacío de 95 por 100 de 41.780 kgm. el rendimiento del mecanismo de baja presión de la máquina de vapor no es más que de  $9.998,3 : 41.780$  o sea de 24 por 100.

En concurrencia, el rendimiento de una turbina de baja presión puede evaluarse en 60 a 70 por 100.

Adoptando el valor medio de 65 por 100, resulta claramente que, para un mismo peso de vapor, se convertirán en energía útil en el primer caso 9998,3 kilogramos por kilogramo y en el segundo caso 27.157 kilogramos por kilogramo, de suerte que la energía total recuperada tiene por valor:

*Máquina de vapor con condensación:*

$$0,75 \times 41977,25 + 0,24 \times 41780 = 41481 \text{ kgs.}$$

*Máquina de vapor y turbina sobre el escape:*

$$0,75 \times 41977,25 + 0,65 \times 41780 = 58640 \text{ kgs.}$$

En definitiva, para un mismo consumo de combustible la turbina de baja presión aumentará la potencia desarrollada de 41 por 100.

No será inútil añadir, además, que la turbina de baja presión, por la propiedad que posee de conservar una eficacia sensiblemente uniforme entre amplios límites de carga, corregirá ventajosamente las caídas de rendimiento en sobrecarga, inherentes a la máquina de émbolo con la cual esté conjugada.

**Turbinas de vapor.**—La primera turbina del tipo *impulsión*, de rueda única, giraba a una velocidad económica mucho más elevada para ser utilizada ventajosamente sin introducción de engranajes reductores.

Nos daremos cuenta de esto fácilmente considerando la expresión que relaciona la velocidad del vapor con la energía disponible.

Se tiene en efecto:

$$\text{Energía disponible} = \frac{Mv^2}{2}$$

de donde:

$$v = 4,42 \sqrt{\text{energía disponible}}$$

Si, a título de ejemplo, aplicamos el caso precedentemente considerado a la acción de 1 kg. de vapor saturado entre 12 kgs. por  $\text{cm}^2$ . y un vacío de 63 por 100, de que resulta una cantidad de energía igual a 75.211 kgs., observaremos que el vapor al entrar en el condensador alcanza una velocidad  $v$ , tal que:

$$v = 4,42 \sqrt{75211} = 1211 \text{ metros por segundo.}$$

Desde luego, si el vapor se escapa directamente al aire libre (energía disponible: 41977 kgm.), la velocidad será;

$$v = 4,42 \sqrt{41977} = 901 \text{ metros por segundo.}$$

Se notará que si los álabes giran a la mitad de la velocidad del vapor, la velocidad relativa de éste será igual a la mitad de su velocidad absoluta, siendo nula la velocidad absoluta de salida.

Dicho de otra manera, la energía cinética se convertirá íntegramente en trabajo.

Se concibe mejor este principio observando que si los álabes estuvieran fijos, entrando el vapor a una velocidad de  $V$  metros por segundo, se escaparía a



esta misma velocidad; volviendo a la velocidad  $v$  metros por segundo, la velocidad restante del vapor no será más que  $(V - 2v)$  metros.

Se observará que si la velocidad  $v$  fuera igual a  $\frac{v}{2}$ , la energía cinética total se convertiría en trabajo.

No obstante, conviene advertir que el vapor no se inyecta en el sentido geométrico del movimiento sino, por razones de construcción, bajo ciertos ángulos, generalmente vecinos de los  $20^\circ$ .

Estos ángulos de entrada dependen de la velocidad del vapor y de la de los álabes. Cuanto mayor es la de éstos últimos más abiertos deben ser estos ángulos para evitar los choques a la entrada. Debido a esto, siendo mucho más pequeña, en el caso de una turbina de dos cámaras, la diferencia entra la velocidad del vapor y la del álabe en la segunda rueda que en la primera, el ángulo de entrada es sensiblemente más grande.

Los ángulos de salida son variables; cuanto más pequeños, es más considerable la energía aprovechada, pero también, para una cantidad determinada de vapor, es más importante la altura de los álabes. Desde luego, las pérdidas por rotación resultan más elevadas, pues se concibe que a pequeños ángulos corresponde un circuito más estrecho.

Por una construcción muy esmerada se ha llegado a conseguir en turbinas de una sola cámara velocidades de rotación de 420 metros por segundo de las que es fácil calcular el rendimiento.

Supongamos que a la velocidad de 420 metros, la pérdida de energía en la tubería sea de 5 por 100, siendo la caída de velocidad, de 10 por 100, el ángulo de la tubería de  $20^\circ$  y el de salida de  $30^\circ$ .

Resulta del examen del diagrama de las velocidades que:

Al dejar la tubería la velocidad del vapor es tal que:

$$v = 4,42 \sqrt{0,95 \times 75211} = 1181,5 \text{ m. por segundo.}$$

La velocidad del álabe es de 420 metros por segundo.

Por lo tanto, la velocidad relativa de entrada es de 800 metros por segundo. Y la de salida, deducidas todas las pérdidas, de 720 metros por segundo.

De suerte que la velocidad absoluta de salida a la atmósfera será de 413 metros.

Así el balance de las pérdidas se establece como sigue:

Pérdida en la tubería:	$0,05 \times 75211 = 3.760$	kgm.
" en la rueda:	6.197	"
" de energía a la salida:	8.693	"

Total . . . 18.650 kgms

Y el rendimiento de la rueda, interpretado como el rendimiento indicado de una máquina de vapor, es de:

$$(75211 - 18650) : 75211, \text{ o sea } 75,2 \text{ por } 100.$$

Con el fin de vencer las dificultades inherentes a las grandes velocidades de rotación de la turbina de una sola cámara, Curtis imaginó multiplicar el número de éstas y el de las ruedas por cada cámara.

Este tipo de máquina se puede concebir simplemente como el caso de varias turbinas elementales dispuestas en serie. La presión se conduce en cada sec-

ción por una abertura de escape que constituye normalmente la tubería de la sección siguiente.

El trabajo de cada cámara varía según la presión en cada una de ellas. Con un trabajo uniformemente repartido por cámara, una turbina de cinco cámaras trabajando con vapor seco a 12 kgs. de presión y un vacío de 93 por 100, suministrará por cada cámara una energía disponible tal como:

$$75211 : 5 = 15042 \text{ kgm.}$$

con presiones respectivas de:

$$5,25 - 2,1 - 0,77 - 0,266 - 0,07 \text{ kg. por cm.}^2$$

Así el vapor se expande en seguida por las tuberías saliendo a la primera cámara con una presión de 12 a 5,25 kgs. Despreciando las pérdidas consecutivas, la velocidad del vapor (que permanece uniforme en todas las cámaras) a la salida de las tuberías, es pues

$$v = 4,42 \sqrt{15042} = 540 \text{ metros.}$$

De suerte que dos ruedas que giren a 135 metros por segundo recuperarán la energía total del vapor.

En cuanto concierne a la forma de las tuberías y la relación de escape, son función del gasto.

Para una presión en el extremo de la tubería inferior a 8 por 100 de la presión inicial y vapor saturado seco, se determina generalmente el gasto, sea por la regla de Napier:

$$P \text{ (kgs.)} = \frac{p \text{ (kgs. por cm.}^2) \times s \text{ (cm.}^2)}{60}$$

sea por la regla de Grashof:

$$P \text{ (kgs.)} = \frac{p \text{ 0,97 (kgs. por cm.}^2) s \text{ (cm.}^2)}{52,6}$$

que ofrecen resultados muy aproximados a los experimentales.

Sin embargo, la última de estas dos expresiones debe preferirse para las presiones pequeñas, con las cuales la ley de Napier da resultados erróneos por defecto. Las dos reglas dan resultados comparables en menos de 1 por 100 para las presiones comprendidas entre 6 y 14 kgs. por cm.<sup>2</sup>; mientras que la fórmula de Napier está en defecto de 7 por 100 para una presión de 1 kg. por cm.<sup>2</sup> y de 11 por 100 para una presión de 0,35 kg.

La adopción de esta última fórmula se justifica sin embargo por razones de simplificación que la hacen preferible adicionándole un término de corrección variable con la presión inicial. Y así se escribirá:

$$P = k \frac{p \times s}{60}$$

en la que se designa, por:

$P$ , el gasto de vapor saturado, en kgs. por segundo;

$p$ , la presión inicial en kgs. por cm.<sup>2</sup>;

$s$ , la sección de estrangulación;

$k$ , un factor variable con la presión  $p$  cuyos valores son los siguientes:

$k = 0,995$ para $p = 14$	kg. por cm. <sup>2</sup>
1	12
1,01	8,5
1,02	7
1,03	4,5
1,04	3,5
1,06	1,75
1,08	1,00
1,12	0,25



Con el vapor recalentado de  $t^{\circ}$  C, el gasto se reduce en 12 por 100 por  $100^{\circ}$  C de recalentamiento, de suerte que la ecuación general, se transforma:

$$P = k \frac{p \times s}{60} (1 - 0,0012 t)$$

Con el vapor húmedo el gasto crece en la razón inversa de la raíz cuadrada de la presión  $x$ .

En consecuencia la ecuación general del gasto de vapor para  $p' \leq 0,58 p$ , que éste sea recalentado, saturado o húmedo, puede expresarse por:

$$P = k \frac{p \times s}{60} \times \frac{(1 - 0,0012 t)}{\sqrt{x}}$$

A título de ejemplo supongamos que: la presión inicial  $p$  sea igual a 7 kgs. por  $\text{cm}^2$ ; la presión final  $p'$  sea igual a 3,5 kgs. por  $\text{cm}^2$ ; la temperatura de recalentamiento  $t^{\circ} = 55^{\circ}$  C.; la sección de estrangulamiento =  $6 \text{ cm}^2$ ; entonces  $k = 1,02$  y  $x = 1$ , de donde:

$$P = \frac{1,02 \times 7 \times 6 (1 - 0,0012 \times 55)}{60} = 0,666 \text{ kg. por segundo.}$$

Con vapor que contenga 3 por 100 de humedad el gasto alcanzará el valor:

$$P = \frac{1,02 \times 7 \times 6}{60 \sqrt{0,97}} = 0,728 \text{ kg. por segundo.}$$

En el caso en que  $p' > 0,58 p$ , el gasto inferior al

que ofrece la expresión precedente, varía con la forma de la tubería.

Grashof ha dado para este caso la fórmula que sigue, aplicable al vapor saturado:

$$P = k \frac{p \times 0,97 s}{52,6}$$

en la cual:

$k = 1,0$ para $\frac{p'}{p} = 0,58$	
0,9	0,76
0,8	0,83
0,7	0,88
0,6	0,915
0,5	0,945
0,4	0,955
0,3	0,985

Después de determinar el volumen del vapor y sus velocidades en los diferentes circuitos, será posible fijar las dimensiones de los álaves.

El estrangulamiento de la tubería, de otra manera, su sección mínima, se deducirá de la ecuación del gasto de vapor. En cuanto a la sección máxima de la tubería, o mejor, su relación de expansión, es igualmente deducible de las mismas ecuaciones, habiéndose observado, sin embargo, que el escape produce generalmente una condensación que permite reducir la sección en relación a su valor teórico basado en el caso de un escape de vapor seco.

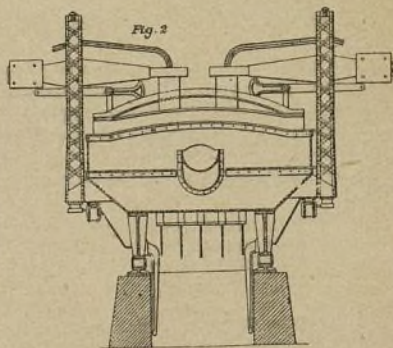
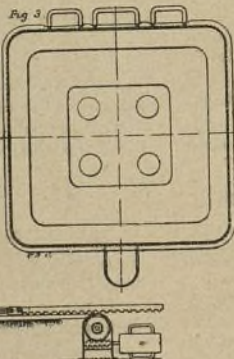
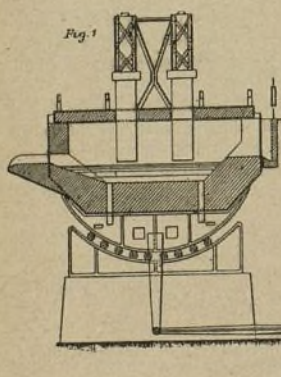
A. NORMIER.

(De *L'Industrie Electrique*.)

## El horno eléctrico de acero, sistema Girod

Este horno eléctrico de acero, es un horno de arco que tiene un crisol conductor. La corriente que suministran los electrodos de carbón suspendidos sobre el cuerpo del horno, forma un arco sobre la superficie

refractario de dolomita o magnesita; la base de los electrodos es de acero templado, éstos se dirigen por la base del horno y se proyectan ligeramente en el interior de éste por encima del revestimiento refractario.



del baño metálico, atraviesa este último y termina en el crisol. Las figuras 1 a 3 lo representan geométricamente, y en la figura 4 se reproduce una vista de conjunto de una instalación del mismo.

La conductibilidad en el crisol se obtiene empujando la base de los electrodos en el revestimiento

Los electrodos, los cuales son seis en número para un horno de dos toneladas y dieciseis para un horno de 20 toneladas, están dispuestos sobre la base a distancias iguales, rodeando la periferia del crisol.

La parte superior de la base de los electrodos está en contacto con el baño de fundición en el que se



introducen de 5 a 6 centímetros; la parte inferior, exterior a la platina del horno, tiene una cavidad que contiene agua en circulación cuyo objeto consiste en disminuir el tiempo de duración de la fusión y aumentar la del crisol refractario. La conexión para el paso de

tos de vista. Cuando empieza a funcionar con una carga fría, el horno trabaja como resistencia de una manera más completa, y el calor se difunde con más igualdad por el conjunto de la carga. El trabajo por el efecto Joule, es naturalmente, de pequeña importancia

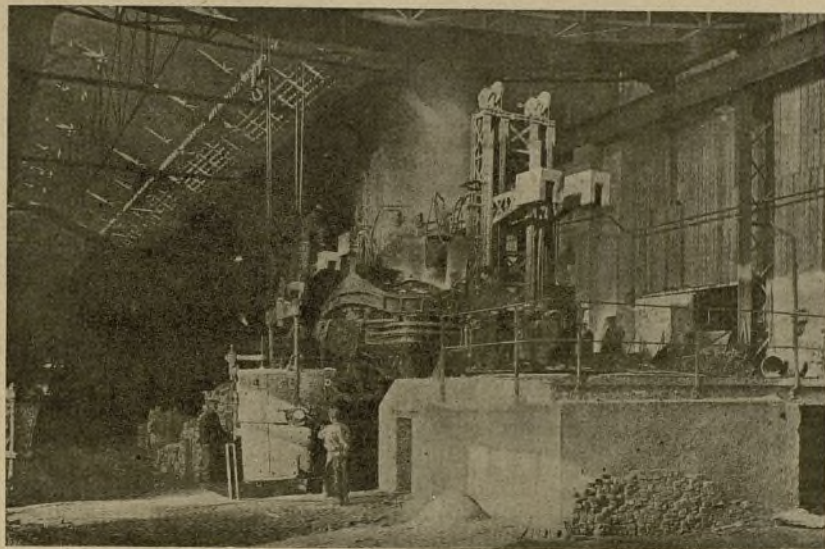


Fig. 4.—Instalación de un horno eléctrico de acero, sistema Giró.

la corriente se efectúa por debajo de la base de los electrodos.

El horno se cubre con una bóveda de ladrillo silíceo en la cual se abren los orificios para el paso de los electrodos de carbón, disponiendo además de una pequeña abertura entre éstos y los lados de aquéllos. La puerta de carga está situada en la clave de la bóveda. El baño de metal tiene de 20 a 30 centímetros de espesor. Las dimensiones y número de los electrodos superiores varía con las dimensiones del horno. Los hornos de 2 a 3 toneladas tienen un electrodo; los de mayores dimensiones tienen un número adecuado distribuido por la superficie del baño y formando como varias fuentes de calor con objeto de igualar la temperatura en todo el ámbito del horno. Algunos hornos de 20 toneladas como los instalados en las fábricas de Ugine, tienen cuatro electrodos de carbón.

Cualquiera que sea el número de electrodos de carbón, éstos se disponen en conexión múltiple alimentándose el horno con corriente directa o monofásica.

Es posible y aún ventajoso en ciertas circunstancias hacer conexiones trifásicas en los hornos que tengan tres o bien un número par de electrodos, en cuyo caso el crisol conductor está también en concurrencia, trabajando el horno lo mismo que con la otra disposición.

El principio de tener un crisol conductor el cual compele a la corriente a fluir por el conjunto de la carga, es especialmente ventajoso desde distintos pun-

tos después que tiene lugar la fusión; no es despreciable sin embargo y no existe ninguna duda que ese efecto es una de las causas por la que el método del crisol conductor asegura también la igualdad de temperatura del baño. El circuito de la corriente desde los electrodos de carbón al crisol, por el baño, forma un arco, facilitando esta disposición el control del trabajo del horno. Cada electrodo tiene su propio dispositivo de regulación, que funciona independientemente de los demás electrodos.

Desde el punto de vista metalúrgico la operación para la fabricación del acero se conduce siempre en la misma forma. Se introduce una carga de recortes y acero con material de una escoria preliminar consistente en cal y mineral de hierro; la mezcla de esta escoria oxidante es tal que cuando la fusión es completa, el baño de metal se puede refinar por completo, siendo la composición: carbón, 0,1 por ciento; sílice, 0,05 por ciento, como demuestran los ensayos de muestras. Si es necesario, la acción de esta escoria oxidante se aumenta o disminuye por la adición de mineral de hierro hasta el grado requerido de refinado.

Entonces se extrae la escoria preliminar reemplazándola por una escoria extra básica obtenida por la adición de cal pura; esta escoria calcárea, en presencia del baño refinado y oxidado, asegura un desfosforado activo. Después que la escoria calcárea ha sido muy bien removida, el baño está en disposición para ser desoxidado y recarbonizado dando al metal el ca-



rácter requerido; estas últimas operaciones se efectúan en presencia de una escoria neutra compuesta de cal y sílice. La recarbonización se verifica con carbón vegetal o con grafito pulverizado o aglomerado; la desoxidación se efectúa por la adición de agentes energéticos reductores tales como sílice, manganeso, aluminio, en forma de aleaciones de hierro y carbón. Estos agentes reductores obran ya en el baño mismo o en la escoria, en los que reducen el óxido de hierro que la última tiende a absorber.

Hacia el final del período de la desoxidación, tiene

lugar una intensa desulfuración. El porcentaje de carbón se forma por la adición de carbón o lingote de hierro y se completa la operación por la adición de sílice, manganeso, níquel, cromo, tungsteno, etc., variando con el grado de acero requerido.

Según el destino que se haya de dar al acero, se conduce la operación de modo que se obtenga el mayor o menor grado de refinado; así el porcentaje de sulfuro y fósforo que puede ser de 0,02 por ciento en los aceros ordinarios, se reduce a 0,005 en los aceros especiales y para herramientas.

## Cálculo de cables metálicos para grúas, monta-cargas, etc.

Es tan frecuente su uso en la actualidad por las grandes ventajas que tienen sobre las cadenas, que el empleo de éstas es cada vez más limitado, suprimiéndolas siempre que es posible y empleando en su lugar aquéllos, sobre todo en los casos en que es necesaria una ascensión rápida de la carga y gran seguridad de movimiento.

Las cadenas se rompen brusca e inesperadamente. No ocurre esto con los cables, los cuales indican su ruptura próxima, por la sucesiva ruptura de los alambres que los constituyen y situados en la superficie de los mismos, visible la ruptura a simple vista y por el alargamiento que la precede.

Además, los cables metálicos a igualdad de carga son menos pesados que las cadenas, incluyendo las cadenas Galle, y reducen al minimum las pérdidas de trabajo por frotamiento.

Los cables metálicos están constituidos por torones o ramales con un alma de cáñamo, dispuestos alrededor de otra alma central de cáñamo.

El cable ordinario se compone de seis torones.

Los torones o ramales están constituidos por un cierto número de alambres, torcidos juntos, de tal manera que por esta doble torsión, los alambres en la parte exterior del cable se presentan en la dirección de su eje.

Llamemos:

P, la carga que puede soportar con seguridad el cable.

$d$ , el diámetro del alambre en milímetros.

$D$ , el diámetro exterior del cable.

$s$ , la sección circular de un alambre.

$S$ , la sección del cable.

$G$ , el peso del cable por metro lineal.

$Q$ , la carga de ruptura del cable.

$K$ , coeficiente de ruptura del cable.

La sección de un alambre

$$s = \frac{\pi d^2}{4} = 0,7854 d^2$$

La sección del cable

$$S = s \times n,$$

siendo  $n$  el número de alambres que forman el cable.

Admitiendo un coeficiente de seguridad  $k$  igual a 9 kg. se encuentra que la carga

$$P = S \times k = 0,7854 n d^2 k \quad (A)$$

$$P = 7,07 d^2 n$$

de donde

$$d = \sqrt{\frac{P}{7,07 n}} = 0,376 \sqrt{\frac{P}{n}}$$

mas haremos notar que

$$0,376 = \frac{3}{8} \text{ aprox.}$$

luego podremos decir

$$d = \frac{3}{8} \sqrt{\frac{P}{n}}$$

operando

$$8 d = 3 \sqrt{\frac{P}{n}}$$

elevando al cuadrado

$$64 d^2 = \frac{9 P}{n}$$

de donde

$$P = \frac{64}{9} d^2 n = 7,11 d^2 n$$

valor mayor en 0,04 al encontrado anteriormente, pero admisible en la práctica.

Para un cable de 36 alambres:

$$P = 7,11 \times 36 d^2 = 256 d^2 = (16 d)^2$$

La relación entre el diámetro exterior del cable y el diámetro del alambre es variable y representada por los siguientes valores:

$$\frac{D}{d} = 8 \quad 10,25 \quad 11,33 \quad 12,80 \quad 13,25 \quad 14,20$$

cuando  $n = 36 \quad 48 \quad 54 \quad 60 \quad 66 \quad 72$

El alambre de acero fundido empleado para la construcción de cables, tiene una resistencia de 130 a 140 kg. por milímetro cuadrado a la ruptura, habiendo aceros cuya resistencia se eleva de 180 a 200 kg. por milímetro cuadrado.

Conociendo la carga de ruptura del cable se adopta un coeficiente de seguridad igual a 10 kg.

El peso del cable por metro lineal es:

$$G = 0,0075 d^2 n$$

y considerando un cable de 36 alambres, prescindiendo de las 0,0005,

$$G = 0,007 \times 36 \times d^2 = 0,252 d^2$$

$$4 G = d^2$$

$$G = \frac{d^2}{4}$$



La carga de ruptura de un cable puede determinarse por la fórmula:

$$Q = 6000 G.$$

El número 6000 representa lo que se llama la longitud de ruptura, o más bien dicho, que una barra cuya longitud oscile entre 5900 y 6000 metros, suspendida verticalmente se rompe por el efecto de su propio peso. Sustituyendo en la fórmula anterior el valor encontrado para G se obtiene:

$$Q = 6000 \times 0,0075 d^2 n = 45 d^2 n.$$

Las longitudes de ruptura son independientes de la sección de la pieza considerada.

Siendo K el coeficiente de ruptura para los cables de alambre de hierro se puede escribir:

$$Q = 0,7854 d^2 n K = 45 d^2 n$$

$$0,7854 \times K = 45$$

$$K = \frac{1}{0,7854} \cdot 45 = 57,285 \text{ kg.}$$

o sea para la resistencia a la ruptura los 60 kg por milímetro cuadrado admitidos en la práctica, para los cables de alambres de hierro.

\*\*\*

Los alambres que constituyen un cable son paralelos al eje de éste, por lo tanto, podemos admitir que los alambres en la periferia del cable sufren una flexión según la curvatura de la polea, sobre la cual se arrollan, flexión que no hemos tenido en cuenta en los cálculos anteriores, por suponer recto al cable.

Sea:

E el módulo de elasticidad, el cual es.  $\left( \begin{matrix} 30.000 & \text{para el acero fundido} \\ 22.000 & \text{ordinario} \\ 20.000 & \text{hierro;} \end{matrix} \right)$

M el momento de flexión;

I " " " inercia =  $\frac{\pi d^4}{64}$ ;

V distancia de la fibra más fatigada a la neutra; para un círculo  $V = \frac{d}{2}$ ;

$\frac{1}{V}$  el módulo de flexión el cual en nuestro caso es:

$$\frac{1}{V} = \frac{\pi d^4 : 64}{d : 2} = \frac{\pi d^3}{32};$$

r el radio de curvatura del eje neutro de la pieza flexada.

De las dos fórmulas de flexión:

$$Mr = EI \quad (1)$$

$$M = \frac{EI}{r} \quad (2)$$

se obtiene suponiendo una sección circular cuya materia sea el acero ordinario para la fórmula (1):

$$Mr = 22.000 \times \frac{\pi d^4}{64}$$

$$64 Mr = 22.000 \times \pi d^4$$

$$64 Mr = 69.116 d^4 \text{ aprox.}$$

y para la fórmula (2) deducida de la (1).

$$M = \frac{69.116 d^4}{64 r} = \frac{1.080 d^4}{r}.$$

Tomemos un alambre de acero de 0,5 mm arrollándose sobre una polea o tambor de un radio  $r = 275$  milímetros, tendremos para el momento de flexión:

$$M = \frac{1.080 \times 0,5^4}{275} = 0,245.$$

Llamando T la tensión del metal la fórmula de la flexión:

$$M = \frac{1}{V} \cdot T$$

nos dice que:

$$T = \frac{M}{\frac{1}{V}}$$

o sea:

$$T = \frac{M}{\frac{\pi d^3}{32}} = \frac{32 M}{\pi d^3}$$

aplicando:

$$T = \frac{32 \times 0,245}{3,14 \times 0,5^3} = 20 \text{ kg.}$$

Esta tensión debemos añadirla a la tensión directa que soporta el cable bajo la acción de la carga P.

Como dato de comparación diremos: para un alambre de un diámetro 1,15 milímetros:

$$M = \frac{1.080 \times 1,15^4}{275} = 6,87 \text{ kg.}$$

y que la tensión:

$$T = \frac{32 \times 6,87}{3,14 \times 1,15^3} = 45 \text{ kg. aprox.}$$

La fatiga del metal en este caso es mayor en  $2\frac{1}{4}$  veces a la fatiga del cable cuyos alambres tienen 0,5 milímetros de diámetro, lo cual nos demuestra que el coeficiente de seguridad del cable cuyos alambres tienen 1,15 mm. de diámetro es  $2\frac{1}{4}$  de veces menor que el cable de alambre de 0,5 mm. de diámetro.

Por lo tanto es más útil emplear cables formados de alambres de pequeño diámetro, obteniendo con ello cables más elásticos.

Sea el problema general concebido en estos términos:

Un cable de  $n$  alambres, el diámetro de un alambre siendo  $d$  se arrolla sobre un tambor cuyo radio es  $R$ , siendo  $k$  la tensión a que puede trabajar el cable. ¿Cuál será la carga  $P$  que éste soportará con seguridad?

Por lo antes dicho la fatiga a la flexión es  $\frac{Ed}{2R}$  por

lo tanto el coeficiente útil a la extensión es  $k - \frac{Ed}{2R}$ ,

y por la fórmula (A) se tiene:

$$P = 0,7854 n d^2 \left( k - \frac{Ed}{2R} \right).$$

Los radios de arrollamiento serán lo mayores posible, tomando como mínimo para los de las poleas y tambores once veces el radio exterior del cable. Este se debe adaptar en todo lo posible a las gargantas de las poleas sobre las cuales se arrolla, procurando que el cable tenga gran superficie de apoyo para evitar su aplastamiento, el cual se produce por el deslizamiento mutuo de los alambres, originando un desgaste desi-



gual en ellos, tanto mayor cuanto más imperfecto sea el engrase en el interior del cable. Antes de emplear éste por primera vez, es conveniente introducirlo en un baño de sebo muy caliente y en servicio se debe engrasar con aceites pesados de petróleo mezclados con plomabagina.

## I

*Cables metálicos para monta-cargas de acero fundido, resistencia a la ruptura por mm<sup>2</sup> de 130 a 140 kgs.*

Diámetro del cable en mm.	Número de alambres del cable	Diámetro de los alambres en mm.	Resistencia a la ruptura de los alambres del cable	Peso en kgs. por 100 mts. de cable	Diámetro admisible de la polea en mm.
4	42	0,44	800	6,3	80
5	49	0,50	1.200	9,2	100
6	49	0,60	1.700	13	120
7	72	0,68	2.400	18	140
8	72	0,66	3.050	23	160
9	84	0,58	3.500	27	180
10	114	0,66	4.000	36	200
11	114	0,73	5.500	45	220
12	114	0,80	7.000	52	240
13	114	0,86	8.000	60	260
14	114	0,93	9.000	68	280
15	120	0,92	10.000	74	300
16	132	0,93	11.000	80	320
17	144	0,94	12.000	92	340
18	144	1,00	14.000	106	360
19	144	1,05	15.000	119	380
20	144	1,10	17.000	130	400
21	144	1,16	18.500	142	420
22	144	1,22	20.000	155	440
23	156	1,20	22.000	168	460
24	156	1,25	24.000	181	480
26	156	1,34	26.000	195	5,0
28	180	1,33	30.000	225	560
30	180	1,42	35.000	253	600
32	180	1,52	40.000	300	640
34	180	1,62	46.000	343	680
36	180	1,71	52.000	386	720
38	180	1,80	58.000	434	760
40	180	1,90	65.000	483	800
42	180	2,00	72.000	536	840
44	180	2,07	79.000	586	880
46	180	2,19	86.000	642	920
48	180	2,28	94.000	697	960
50	180	2,38	102.000	759	1.000
55	180	2,60	120.000	910	1.100
60	180	2,80	140.000	1.060	1.200

## II

*Cables metálicos para grúas y monta-cargas de acero fundido, resistencia a la ruptura por mm<sup>2</sup> de 180 a 200 kgs.*

Diámetro del cable en mm.	Número de alambres del cable	Diámetro de los alambres en mm.	Resistencia a la ruptura de los alambres del cable	Peso en kgs. por 100 mts. de cable	Diámetro admisible de la polea en mm.
4	72	0,34	1.200	6,5	80
5	72	0,41	1.600	6,8	100
6	84	0,45	2.000	13	120
7	114	0,46	3.000	17	140
8	162	0,44	4.400	24	160
9	198	0,45	5.500	31	180
10	198	0,50	6.900	38	200
11	222	0,52	8.400	46	220
12	222	0,57	10.000	55	240
13	222	0,63	12.000	65	260
14	222	0,66	13.000	75	280
15	222	0,71	15.000	86	300
16	222	0,76	18.000	98	320
17	222	0,80	20.000	109	340
18	222	0,85	22.500	123	360
19	222	0,90	25.000	137	380
20	222	0,95	27.500	151	400
21	222	1,00	30.000	166	420
22	222	1,04	33.500	182	440
23	222	1,09	36.000	200	460
24	275	1,00	40.000	219	480
26	338	1,00	47.000	240	520
28	338	1,07	54.000	286	560
30	338	1,15	69.000	332	600
32	338	1,23	71.000	380	640
34	338	1,31	80.000	423	680
36	338	1,38	90.000	477	720
38	338	1,46	100.000	535	760
40	338	1,54	110.000	595	800
42	338	1,62	121.000	652	840
44	338	1,70	132.000	724	880
46	338	1,77	143.000	770	920
48	338	1,84	154.000	815	960
50	338	1,92	170.000	908	1.000
55	338	2,10	200.000	1.110	1.100
60	338	2,30	240.000	1.331	1.200

Estos cuadros son de gran utilidad y resumen los diferentes datos que podrían utilizarse en alguna aplicación, que de este estudio se hiciera.

FRANCISCO LACOMBA GARCÍA

Perito Agregado al M. y T.  
en la C.ª de los Ferrocarriles de M. Z. A.

## El doble motor de gas (Véase el plano de la lámina central)

Además del artículo que publicamos en la página siguiente, sirva como ampliación del mismo la figura 1 de nuestra lámina central.

En ella se representa dicho motor pero en vista transversal del mismo. Las indicaciones anotadas corresponden a lo siguiente:

- 1.—Eje motriz o cigüeñal común.
- 2.—Cojinete.
- 3.—Volante.
- 4.—Cojinete.
- 5.—Interior del cilindro.
- 6.—Cámara de refrigeración (agua).
- 7.—Cojinete.
- 8.—Regulador.
- 9.—Compensador del mismo.
- 10.—Eje de acción de las válvulas.
- 11.—Palancas del interruptor.
- 12.—Regulación.
- 13.—Zócalo general.

Estos motores se han construido también acoplados en doble serie con lo cual se obtiene mayor regularidad todavía en el reparto de los cuatro tiempos que funcionan.

Una planta de estos motores es la que se representa en la figura 2 de la misma lámina.

En ella se pueden apreciar los cuatro cilindros en (1) y las admisiones en (2).

La entrada de la mezcla gaseosa al cilindro se verifica en (3) y la salida por (4).

Las tapas interiores de los cilindros se pueden apreciar en (5) y el eje que hace funcionar todas las válvulas e interruptores se puede ver en (6). El cigüeñal (7) es común a los dos pares y va montado sobre los cojinetes (8) y (9). El eje (6) va en los cojinetes (10).

El volante (11) es suficientemente pesado para que sirva a los dos sectores que indicamos.

El zócalo que se presenta a la izquierda de la máquina puede ser el de un grupo de bombas, etc.



cero  
0 kgs.

metro  
ible de  
lea en  
m.

80  
100  
120  
140

160  
180  
200  
220

240  
260  
280  
300

320  
340  
360  
380

400  
420  
440  
460

480  
520  
560  
600

640  
680  
720  
760

800  
840  
880  
920

960  
1000  
1040  
1080

en los  
apli-

cia

A.

blados  
ulari-  
os que

resen-

ros en

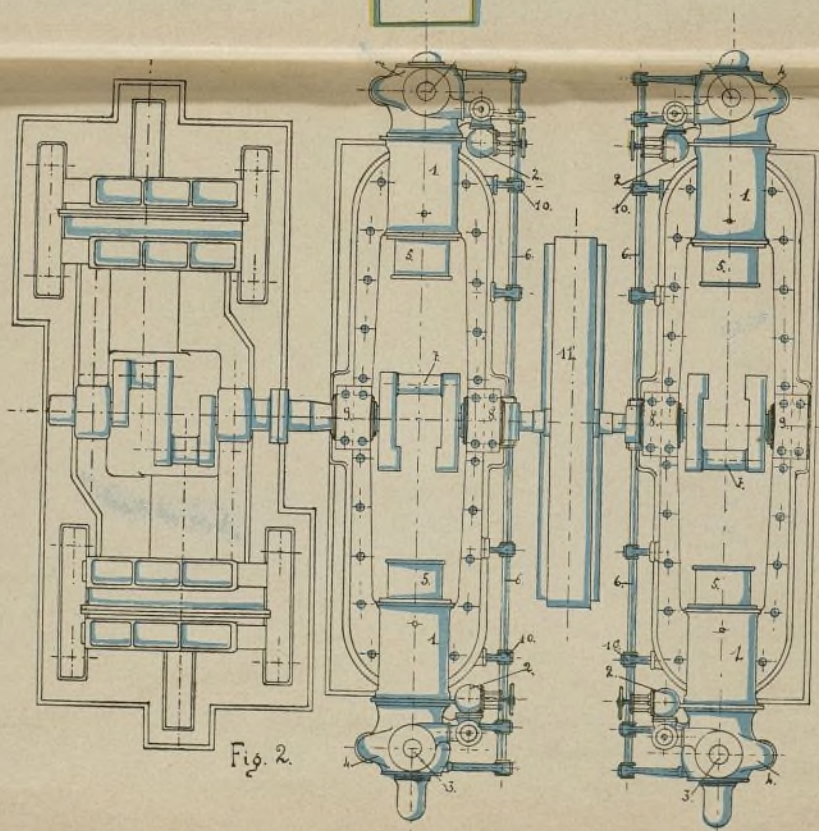
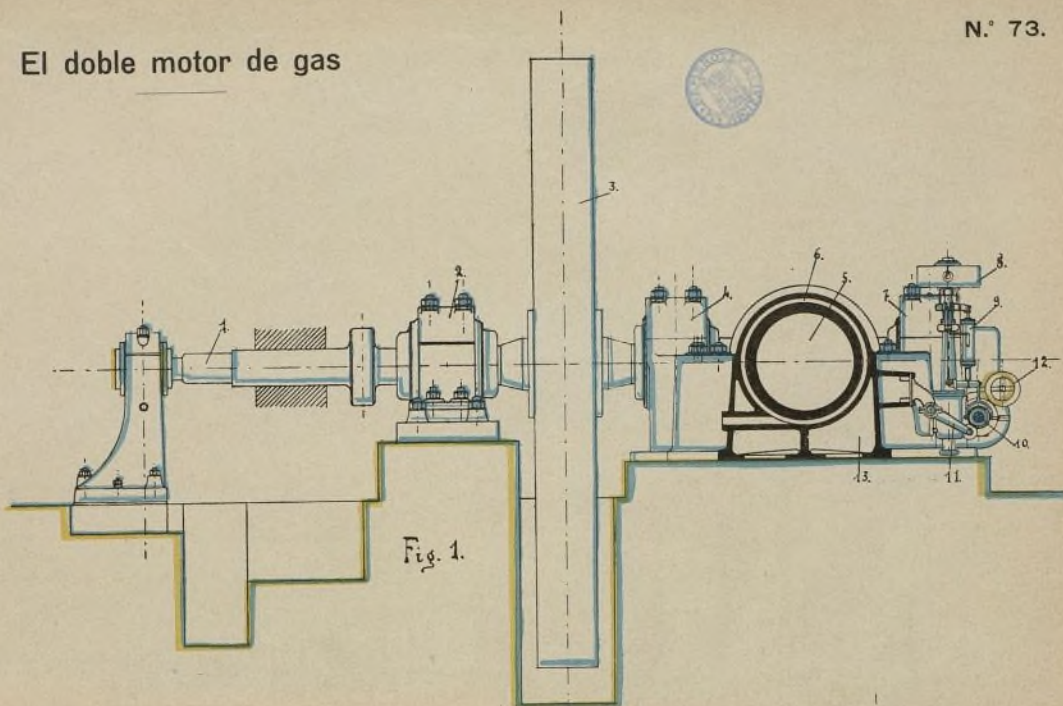
e veri-

ueden  
las las  
cigüe-  
sobre  
s (10).  
a que

la má-









El  
de

C  
es  
reco  
se p

les c  
solo  
ante  
se a  
(3) y  
suj  
lindr

E  
del m  
E  
tores  
por 2  
S

regu  
E  
med  
el re  
nada  
por m  
nami  
(22)  
del d

L  
y (34)  
están  
piral  
(33).  
expl  
sión

L  
vulas  
L  
L  
L

dició  
L  
facil  
pues  
de l  
tiemp

E  
gula  
E  
fuerz

E  
más  
del z  
ve p  
del a  
E

tura



## El doble motor de gas

Construido por la casa «Deutz» este motor ofrece características muy recomendables como puede apreciarse por la descripción siguiente:

Consta de tres cojinetes centrales de los cuales en la adjunta figura solo es visible uno de ellos en (6) situado en la parte anterior central del motor. Sobre estos tres cojinetes se apoya el cigüeñal, al cual se acoplan las dos bielas (3) y (4) cuyos correspondientes vástagos (2) y (5) van sujetos por su otro extremo (23) al émbolo (24) del cilindro (25) (una de ellas).

En (7) y (8) puede apreciarse el segundo cilindro del motor.

En consecuencia, puede considerarse como dos motores acoplados. El agua de refrigeración circula por 26.

Sobre el cigüeñal va montado un volante (1) para regularizar la marcha.

El engrase del interior del cilindro tiene lugar por medio del tubo (9). El regulaje de la marcha lo efectúa el regulador (10) de fuerza centrífuga, el cual es accionado por la palanca (20) que a su vez recibe la fuerza por medio del eje (19) que sirve también para el accionamiento de las válvulas. El eje (19) está acoplado en (22) y descansa en los cojinetes (18) y (21). La culata del cilindro T puede verse en (11).

Las válvulas pueden apreciarse en sección en (29) y (39) verificándose el encendido en (28). Las válvulas están provistas de sus vástagos (30) y de un muelle espiral (31) y (38) envuelto todo y protegido por la tapa (33). El agua circula por (34), (35) y (36). La cámara de explosión puede apreciarse en (27) y el tubo de explosión en (37).

Las palancas destinadas al accionamiento de las válvulas, pueden apreciarse en (14) y (15).

La entrada de la mezcla gaseosa se verifica en (32).

Los cilindros van montados sobre un zócalo de fundición que es visible en (40).

Las ventajas que reúne este motor se echan de ver fácilmente considerando el acoplo de los dos cilindros, puesto que cuando uno de ellos está en función, en uno de los cuatro tiempos, el otro se encuentra en otro tiempo correlativo.

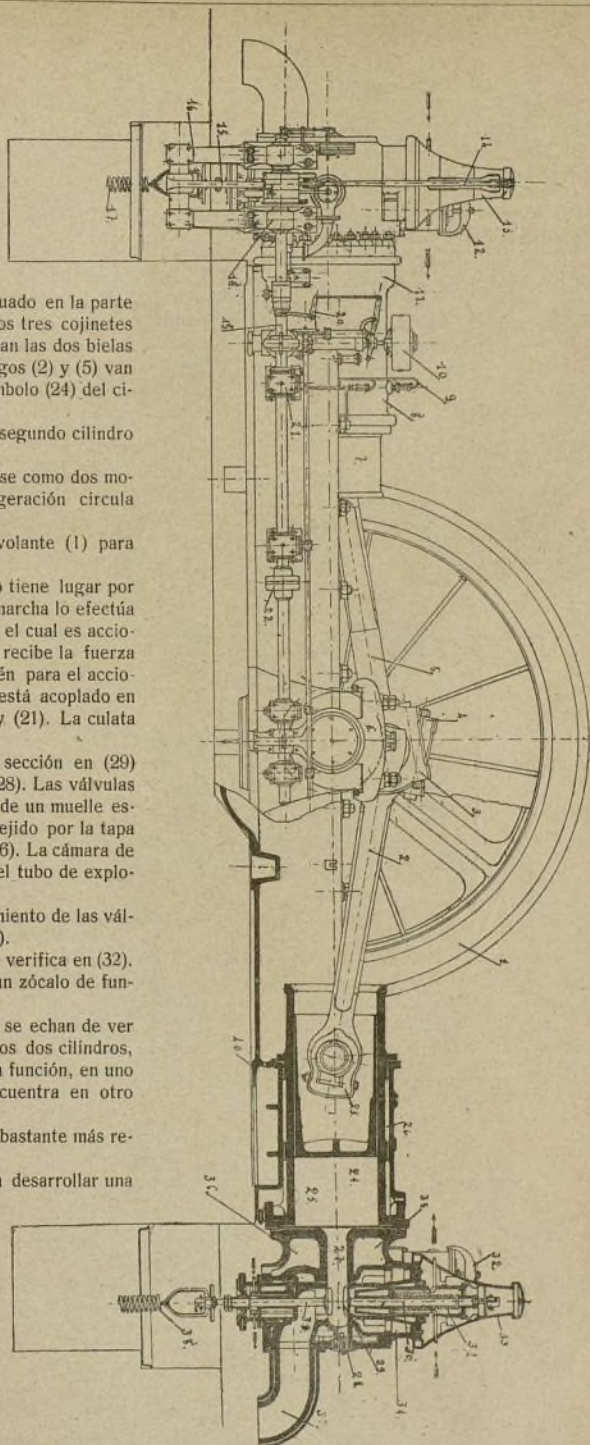
El funcionamiento, por lo tanto es bastante más regular.

Este motor ha sido construido para desarrollar una fuerza de 500 caballos.

El regulador está provisto además de una bomba (visible al lado del zócalo del regulador) la cual sirve para amortiguar el movimiento del aparato.

El encendido se verifica por ruptura de chispa.

E. LOZANO, Ingeniero Industrial.





## El diagrama del campo y amper-vueltas en el motor asincrónico

Supongamos en principio que el rotor de un motor asincrónico no tiene pérdidas por deslizamientos de corrientes (Foucault).

Mientras el motor funciona, tanto el rotor como el estator se hallan atravesados por corrientes cuyas intensidades  $J_1$  y  $J_2$  proporcionan una determinada cantidad de líneas de fuerza.

Mientras existan estas intensidades, cada una de por sí, originan, pues, los campos magnéticos giratorios  $\Phi_1$  y  $\Phi_2$  correspondientes.

Como quiera que los dos existen simultáneamente, engendran un campo magnético, final,  $F$ . En realidad este es el único que existe, siendo los otros dos sus componentes.

El campo giratorio  $F$  engendra la fuerza electromotriz en el rotor, la cual va rezagada al campo  $F$  en un ángulo de  $90^\circ$ .

Esta fuerza electromotriz engendra la corriente del rotor, y ésta a su vez, el campo magnético del mismo, que denominamos  $\Phi_2$ .

La fuerza electromotriz del rotor y su corriente están en fase. El campo magnético  $\Phi_2$  se encuentra en el diagrama (fig. 1) en posición vertical sobre  $F$ .

Ahora bien, el campo  $\Phi_1$ , en realidad, no existe, sino que se compone de un campo  $\Phi_1$  producido por la corriente del estator y procedente del campo  $F$ .

Este campo  $\Phi_1$  está pues determinado en su magnitud y dirección (fig. 1), si el campo  $F$  y el  $\Phi_2$  son conocidos.

Supongamos (fig. 2) que  $\Phi_2$  representa el campo ficticio, el cual haya sido engendrado por la corriente del rotor y cuyas amper-vueltas han sido engendradas en el rotor mismo. Si únicamente existiera este campo, la línea  $F_2$  (vertical al mismo)

representaría el campo verdadero resultante en el rotor.

Este es producido por la acción combinada del campo ficticio del rotor  $\Phi_2$  con el campo ficticio procedente del estator.

Por consiguiente  $\nu_1 \Phi_1$  representa el campo magnético citado, esto es, el que procede del estator.

Ahora bien;  $\nu_1 \Phi_1$  es solamente la parte del campo ficticio del estator que pasa de este último al rotor.

En el estator se engendra el campo  $\Phi_1$  el cual es producido por los amper-vueltas del estator y de algo mayor fuerza.

El campo que efectivamente existe en el estator es  $F_1$  el cual se obtiene por combinación del campo ficticio del estator  $\Phi_1$  con aquella parte del campo ficticio del rotor  $\nu_2 \Phi_2$  que pasa de este último al estator.

A raíz de la figura puede apreciarse que el campo resultante del rotor no es idéntico al del estator.

Los campos de pérdida (magnética) pueden apreciarse igualmente en la figura.

En ella están representados en I las líneas de fuerza que no pasan del estator a rotor y en II las que no pasan del rotor al estator.

Este diagrama representa al propio tiempo el diagrama de los amper-vueltas, si se construyen los campos magnéticos, proporcionales y en la misma dirección que los amper-vueltas.

SANTIAGO LÓPEZ.

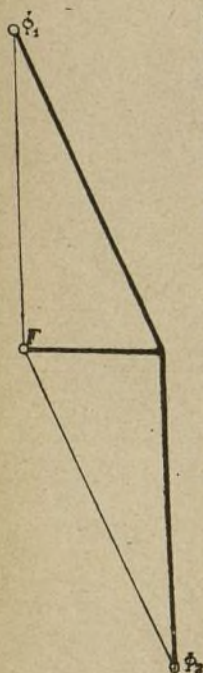


Fig. 1.

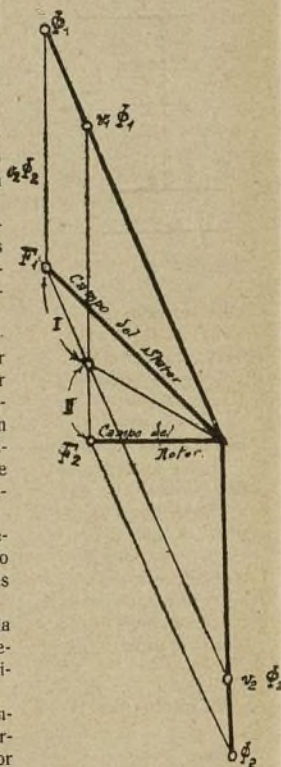


Fig. 2.

## Los efectos de la corriente trifásica en sus dos conexiones

Sabido es que la corriente trifásica no es más que la combinación de tres corrientes alternas monofásicas distanciadas entre sí con relación a sus fuerzas electromotrices en lo que corresponde a un tercio de período o sea que los vectores de sus fuerzas electromotrices forman ángulos de  $120^\circ$  uno con otro.

Para determinar, los valores momentáneos en cada una de las corrientes, se puede hacer uso de las siguientes fórmulas:

$$e_1 = E \times \sin \alpha$$

Para la segunda corriente sería:

$$e_2 = E \times \sin (\alpha + 120^\circ) = E \left( \frac{1}{2} \sqrt{3} \cos \alpha - \frac{1}{2} \sin \alpha \right)$$

Y para la tercera corriente será:

$$e_3 = E \sin (\alpha + 240^\circ) = E \left( -\frac{1}{2} \sqrt{3} \cos \alpha - \frac{1}{2} \sin \alpha \right)$$

Ahora bien: con estas fórmulas se obtienen las tensiones que corresponden a cada una de las tres co-



corrientes con relación a la tensión general de la línea. En las fórmulas antedichas, las letras  $e_1$ ,  $e_2$  y  $e_3$  representan las tensiones en cada fase y la letra  $E$ , la tensión de la línea en total. El ángulo  $\alpha$  significa la distancia que hay entre período y período.

Si las tensiones  $e_1$ ,  $e_2$  y  $e_3$ , se suman, el resultado

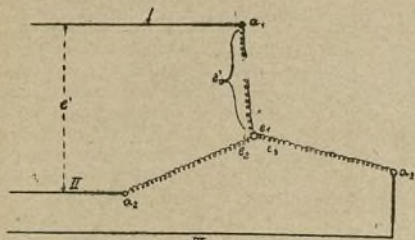


Fig. 1.

debe ser nulo, esto es, 0. Si denominamos  $i$  a la intensidad de la corriente, observaremos, efectuando la medición, que al igual que sucede con las tensiones, también la suma de las intensidades ( $i_1 + i_2 + i_3$ ) será igual a 0.

La corriente trifásica puede conectarse de dos formas distintas, cuyos efectos son también distintos.

Estas dos formas son las conocidas bajo el nombre de «estrella» o «triángulo».

En la figura 1 está representada la conexión en estrella, la cual también se denomina *conexión abierta*.

Si denominamos  $e_0$  la tensión que corresponde a las fases, esto es, la tensión medida entre el principio  $a_1$  y el fin  $e_1$  de una fase, y suponiendo  $e'$  la tensión que existe entre sus líneas (véase figuras) la fórmula tomará el aspecto siguiente:

$$e' = e_0 \times \sqrt{3}$$

El efecto entonces será:

$$\Sigma = 3 e_0 i' \cos \varphi$$

o bien:

$$\Sigma = \sqrt{3} \times e' \times i' \times \cos \varphi.$$

Todas estas fórmulas sirven solamente cuando las tres fases sean iguales.

Si la conexión de las fases se verifica según el sistema en *triángulo*, los efectos varían notablemente.

Esta conexión, que representa la figura 2, se denomina también *conexión cerrada*.

En este sistema, la tensión de las fases y la de la línea son idénticas, por lo tanto:

$$e_0 = e'$$

En cuanto a las intensidades de la corriente, varían éstas según la fórmula siguiente:

$$i' = \frac{J'}{\sqrt{3}}$$

El efecto será:

$$\Sigma = 3 e' i' \cos \varphi$$

O bien;

$$\Sigma = \sqrt{3} \times e' \times J' \times \cos \varphi$$

Para acoplar a la práctica lo anteriormente expuesto, sirva el siguiente ejemplo numérico.

Supongamos que se desea saber cuántos vatios ha de engendrar una dinamo trifásica para alimentar 180 lámparas de incandescencia que consumen 50 vatios cada una y se desea también saber la intensidad de la corriente que ha de circular por las líneas.

Empezaremos por determinar el efecto en vatios de la máquina, el cual será:

$$180 \times 50 = 9.000 \text{ vatios.}$$

Para determinar los amperios que han de circular por las líneas, haremos uso de las fórmulas anteriormente descritas, y obtendremos:

$$\sqrt{3} e' J' = 9.000 \text{ vatios}$$

de donde se desprende

$$J' = \frac{9.000}{\sqrt{3} \cdot e'}$$

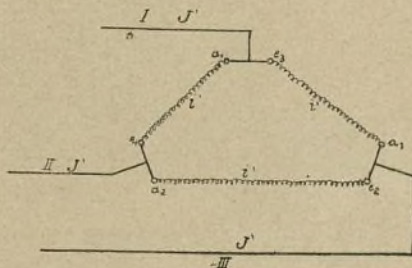


Fig. 2.

Ahora bien;  $e'$  representa el voltaje de la máquina. Si suponemos que éste sea de 120 voltios, tendremos:

$$J = \frac{9.000}{\sqrt{3} \cdot 120} = 43 \text{ amperios}$$

que es la intensidad que ha de circular por las líneas.

SANTIAGO ANDREU, Ingeniero.

## Polea extensible sistema Dunbar

Esta polea presenta por sus dos caras dos pestañas fijas P, Q (figs. 1 y 2) las cuales están dotadas de ranuras radiales A, B, C, que sirven de guías a seis brazos cruzados que forman el soporte extensible de la garganta interior de la polea.

La figura 1 muestra dos de estos brazos, opuestos, D y F, que cortan las pestañas P y Q según uno de

sus diámetros; en un extremo de los brazos se encuentra el cubo G y en el otro el collar H montado alrededor del árbol I.

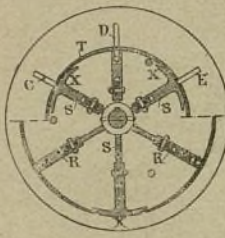
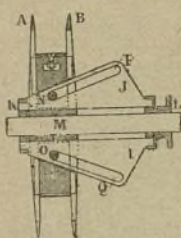
Las espigas J y K colisan en las rampas respectivas de guía L y M por el desplazamiento lateral de los brazos. Si con la ayuda de una palanca apropiada, se obra sobre el collar H para desplazarlo a lo largo del



árbol I se arrastrará a la vez todo el sistema de brazos que, en la figura 1, está en el límite de su curso hacia la derecha. En este movimiento las espigas J y K colisan progresivamente en las gargantas L y M hasta el extremo de la derecha de cada una de estas gargantas y el sistema de brazos pasa casi por completo de derecha a izquierda de las pestañas.

La figura 2 permite comprender el juego que se verifica entre estas pestañas durante el desplazamiento de derecha a izquierda de los brazos. Las seis espigas, tales como J y K, se desvían simétricamente del eje I arrastrando con ellos hacia la periferia los segmentos radiales extensibles que forman dos sistemas distintos.

El primer sistema está formado de tres segmentos N orientados según tres radios a  $120^\circ$ , del círculo O que representa la superficie de la polea reducida a su menor diámetro. Esta superficie está formada por láminas de resorte O (fig. 2) sujetas a los segmentos N del primer sistema por medio de tornillos. El segundo sistema de segmentos extensibles como en el primero, está constituido por tres segmentos R. Su extremo



Figs. 1 y 2.—Sección de la polea extensible sistema Dunbar.

exterior no tiene ninguna conexión con las tres láminas O que forman la superficie exterior de la polea, sobre la cual debe girar la correa de transmisión. Pero, por el contrario, este extremo está libre y terminado, para cada uno de los segmentos R, por una superficie

alaveada que, cuando los segmentos A y las láminas O se aflojan y se separan del centro, pueden cerrar el espacio que queda libre entre las láminas O y hacer puente entre estas láminas en cada espacio.

La figura 2 muestra en su mitad superior la manera como está constituida la superficie de la polea cuando ésta está reducida al menor diámetro; y en su mitad inferior, la manera como las

láminas se separan y se deforman cuando la polea está en su máximo diámetro; se observa cómo los extremos S de los segmentos R hacen puente entre las láminas O.

Parece ser que esta polea da satisfactorios resultados en las numerosas instalaciones que de ella ya existen. Se ha aplicado también en problemas de transmisión, diversos y, a título experimental, funcionará lo mismo sobre un automóvil al cual permitirá la variación continua de la velocidad.

## La industria de los barnices modernos

Como sabemos, los barnices son una extensa variedad de líquidos más o menos espesos que, extendidos en una capa delgadísima sobre la superficie de los cuerpos sólidos, les dan un aspecto brillante característico, preservándolos a la vez a la acción de los agentes atmosféricos y a las alteraciones.

Son disoluciones de resinas, gomorresinas y bálsamos con el alcohol, éter, esencia de trementina o aceite de linaza cocido, puestos en contacto con el aire seco para la desecación.

Los buenos barnices es necesario que reúnan muchas cualidades: que puedan extenderse formando capas brillantes, tersas, sólidas, transparentes, que se conserven mucho tiempo sin alterarse. En determinados casos no deben modificar el color del cuerpo sobre el cual se aplican; en otros, además de darle el lustre peculiar, deben imprimirle una determinada coloración. Hay barnices que se secan a las cuatro horas, otros un día completo (24 horas) y otros mayor espacio de tiempo, influyendo en la desecación, no solamente la desecación del barniz, sino la temperatura.

Para manipular es preciso que las superficies estén bien secas y en lugares bien secos; evitese todo lo posible las humedades tanto del aire como en los lugares en donde se efectúan las operaciones. Durante la desecación, cuando el disolvente es volátil se evapora, y cuando es un aceite secante, se oxida. Si la cantidad de disolvente es excesiva, la capa de barniz es delgada, poco protectora y poco brillante; si escasea el disolvente, la capa resulta demasiado gruesa y las partes

profundas no se secan. Cuando hay exceso de secante, aparecen estrías con la desecación, que producen mal efecto que vulgarmente se le da el nombre de *cortarse*. La coloración depende de las gomas y del aceite; para obtener barnices pálidos, las primeras materias que debemos emplear serán pálidas, teniendo especial cuidado con la temperatura; el sol ejerce una gran acción decolorante, sobre todo si obra directamente, y con el empleo del ozono se han podido obtener excelentes resultados puesto que obra doblemente y que al mismo tiempo decolora y favorece la desecación.

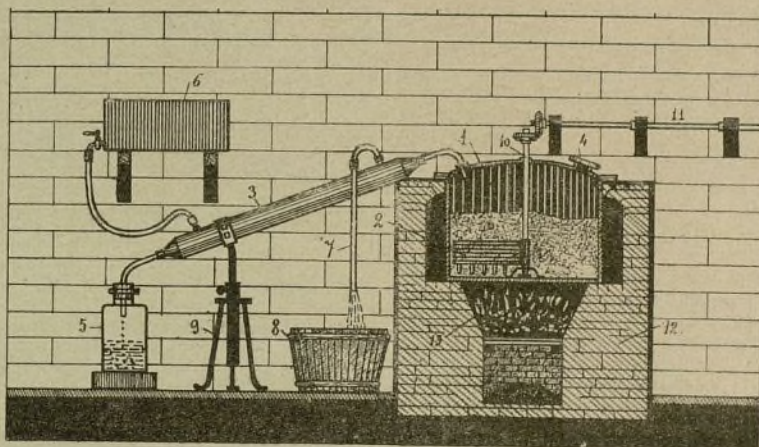
La primera cualidad que se persigue en los barnices es el lustre; las gomas más duras son las que dan barnices más brillantes. Con el tiempo, y antes de su aplicación, los barnices se vuelven más brillantes; pero una vez aplicados, al envejecer blanquean, se vuelven malos y poco a poco se desprenden, particularmente cuando contienen colofonia o gomas muy blandas. A veces los barnices se *velan* por efecto de la condensación de humedad mientras se secan, por no haber sido cocidos a una temperatura adecuada. Cuanto más aceite contiene un barniz, más elástico es; pero no conviene en cantidad excesiva porque entonces la secación es malísima. La duración de los barnices varía mucho con las condiciones en que se hallen; los confeccionados con gomas duras que contengan una regular proporción de aceite duran muchísimo, pero su brillo va disminuyendo y a los dos años puede decirse que lo han perdido en gran parte, convirtiéndose en un aspecto de *semi-mate*.



**Preparación, división y fórmulas de barnices.**

—Podemos prepararlos de dos maneras: en frío y en caliente, según sea la solubilidad de los componentes integrantes. Algunas resinas se disuelven con dificultad y por eso es preciso someterlas a ciertas operaciones imprescindibles. La resina copal, dura, por ejemplo, se vuelve más soluble en el alcohol reduciéndola a polvo impalpable con intermedio del agua y dejándola en contacto del aire por espacio de algunos meses. Otras veces se aplica a esta resina, para hacerla más soluble, un procedimiento que también puede emplearse en las demás que no puedan disolverse directamente. Para ello se ha construido un aparato especial cuyo esquema ilustra estas líneas, el cual consta de una gran caldera (1) cilíndrica de cobre, plateada interiormente, provista de un agitador (2) y enlazada con un refrige-

comunicación el recipiente con un refrigerador de reflujo, empleando un agitador. Cuando las resinas se han disuelto, se deja enfriar continuando la agitación algún tiempo. Al día siguiente se decanta, se filtra y se embotella. En algunos casos se mezcla a la resina vidrio machacado para facilitar la división y para evitar que la resina se pegue a las paredes de la vasija. En la preparación de ciertos barnices se calienta a fuego directo, por más que no resultan entonces de tan buen aspecto, a no ser que se tenga mucho cuidado en que la calefacción sea suave y se agite siempre la mezcla. Los barnices etéreos exigen un especial cuidado y muchas precauciones, porque el menor descuido podría ocasionar un incendio a causa de la extremada volatilidad e inflamabilidad de este disolvente. Los de esencia de trementina (aguarrás) se preparan en frío, en



APARATO PARA OBTENER INDUSTRIALMENTE EN GRANDES CANTIDADES RESINA COPAL SOLUBLE.

1. Caldera de cobre. — 2. Agitador. — 3. Serpentin. — 4. Abertura de carga. — 5. Recipiente a donde se recoge la resina. — 6. Depósito de agua para el serpentín. — 7 y 8. Tubo y cubo de desagüe. — 9. Pie-soporte del serpentín. — 10. Eje-barra del agitador, en su parte inferior está fija en el fondo de la caldera; en la parte superior termina con una rueda dentada. — 11. Árbol de transmisión con otra rueda dentada, conectada con la del eje-barra. — 12. Horno de mampostería. — 13. Horno de alimentación.

rante (3). La caldera está empotrada en un horno de mampostería. Se carga la caldera por una abertura (4) que tiene en su parte superior, y luego se calienta progresivamente haciendo funcionar el agitador (2). Por la acción del calor la resina sufre un principio de descomposición y los vapores que se desprenden se condensan en el refrigerador. En una carga de 100 kilogramos, al cabo de unas dos horas se han condensado unos 25 kilogramos de un líquido oleoso, dándose entonces la operación por terminada y procediéndose a descargar la caldera. Al abrir la llave de descarga sale la resina copal líquida y se recibe en placas de cobre plateado, donde se solidifica en forma de placas. Otras veces se somete la resina a la acción del vapor recalentado. En general la preparación de los barnices es muy fácil cuando se opera en frío.

Si se trata de barnices alcohólicos, se ponen el alcohol y las resinas en un recipiente que puede cerrarse herméticamente y se agita de vez en cuando. A veces conviene calentar algo y entonces se calienta el recipiente mediante un baño de maría; para evitar peligros de explosión y pérdidas de alcohol puede ponerse en

baño de agua o a fuego directo; los barnices gruesos se preparan siempre en caliente.

Exponemos algunos principales componentes que entran en la composición de barnices:

**Líquidos disolventes:** Aceite de la amapola o adormidera, aceite de lino, esencia de trementina, esencia de romero, alcohol, éter, espíritu de bosques y acetona.

**Cuerpos sólidos:** Copal, succino, mástic, sandaraca, goma laca, elemí, benjuí, colofonia, arcanzón o pez griega, ánimo y cauchú.

**Colorantes:** Gutagamba, sangre-dragón, aloes y azafrán.

Los barnices se dividen, en atención a la naturaleza del disolvente, en cuatro grupos: barnices de éter; barnices de alcohol; barnices de esencia de trementina y barnices grasos.

**Barnices de éter.**—Son los que se secan más pronto porque el éter se volatiliza fácilmente a la temperatura ordinaria. Son los menos importantes; a continuación exponemos una fórmula buena y práctica:



Copal . . . . .	50 gramos
Eter sulfúrico puro . . . . .	20 »

Se emplea para reparar los esmaltes de las joyas; también es empleado esta clase de barniz para aplicarlo sobre otros a fin de darles brillo vítreo.

**Barnices de alcohol.**—Son los preparados a base de alcohol; se secan con bastante rapidez por evaporarse dicho disolvente, aunque en menor escala que la de los éteres. Se emplean principalmente para barnizar maderas, papel y cartón; los encuadernadores, los doradores los usan mucho, en metalistería también se sirven de ellos. He aquí una fórmula excelente, cuya composición es la siguiente:

Sandaraca . . . . .	40 gramos
Almáciga . . . . .	20 »
Colofonia . . . . .	20 »
Alcanfor . . . . .	10 »
Alcohol de 94 grados . . . . .	240 »

Este barniz es más duro substituyendo la mitad de la sandaraca por goma laca blanqueada y duplicando la cantidad de alcanfor, según la fórmula siguiente:

Sandaraca . . . . .	20 gramos
Goma laca blanqueada . . . . .	20 »
Almáciga . . . . .	20 »
Colofonia . . . . .	20 »
Alcanfor . . . . .	20 »
Alcohol de 94 grados . . . . .	240 »

Los barnices alcohólicos se adhieren bien a los metales añadiéndoles 0,10 a 0,5 por 100 de ácido bórico. Cuando estos barnices son completamente limpios pueden colorearse con colores de anilina.

Los barnices alcohólicos son poco duraderos, porque se secan con rapidez y dan una capa muy brillante, pero con facilidad se agrietan y se convierten en polvo blanco, a no ser que se les haya dado consistencia y tenacidad suficientes con adiciones de almáciga, elemi o trementina que dan por resultado más buenas fórmulas como las que a continuación transcribimos:

#### Barniz blanco para papel, cartulinas, tarjetas

Sandaraca . . . . .	500 gramos
Trementina . . . . .	90 »
Aguarrás . . . . .	1 »
Alcohol de 90 grados . . . . .	1,000 »

#### Barniz para muebles de maderas duras

Almáciga mondada . . . . .	187 gramos
Sandaraca . . . . .	94 »
Trementina de Venecia . . . . .	94 »
Vidrio molido . . . . .	125 »
Alcohol de 96 grados . . . . .	1,000 »

#### Barniz de color de bronce para el hierro

Oropimente . . . . .	50 gramos
Plombagina . . . . .	50 »
Alcohol de 85 grados . . . . .	100 »

Después de aplicar esta mezcla y cuando esté bien seca, se barniza con:

Gutagamba . . . . .	30 gramos
Aguarrás . . . . .	250 »
Barniz graso . . . . .	1,000 »

#### Barniz para preservar al hierro del orin

Sandaraca . . . . .	30 gramos
Colofonia . . . . .	20 »
Goma laca . . . . .	10 »
Aguarrás . . . . .	20 »
Alcohol de 90 grados . . . . .	30 »

#### Barniz para objetos de carpintería

Copal . . . . .	60 gramos
Aguarrás . . . . .	40 »
Alcohol de 90 grados . . . . .	60 »
Eter sulfúrico . . . . .	10 »

**Barnices de esencia de trementina.**—Son menos secantes que los anteriores, pues la esencia de trementina o aguarrás deja al volatilizarse un residuo viscoso, que hasta cierto punto es muy beneficioso; pero son más elásticos y más sólidos; son menos brillantes, pero se prestan mejor al pulimento y se cuartejan menos. Tres fórmulas indicamos que son para otras tantas aplicaciones:

#### Barniz común para muebles

Resina de pino . . . . .	60 gramos
Aguarrás . . . . .	100 »

#### Barniz para grabados

Almáciga . . . . .	48 gramos
Trementina . . . . .	20 »
Aguarrás . . . . .	3,000 »

#### Barniz copal para muebles

Copal . . . . .	100 gramos
Esencia de espliego . . . . .	200 »
Aguarrás . . . . .	600 »

**Barnices grasos.**—Los barnices grasos de aceites secantes son todavía menos secantes que los que acabamos de citar. La desecación no es debida en ellos a una evaporación más o menos activa, sino a un fenómeno de oxidación. Son muy sólidos y elásticos, no se agrietan y se prestan muy bien al pulimento. Como disolvente se suele emplear en ellos el aceite de linaza cocido. Para preparar barniz de aceite de linaza se hierve aceite de linaza de color pálido, obtenido por preparación en frío, agitando constantemente durante dos horas; después se añade un 3 por 100 de litargirio y se hierve tres horas más. Otras veces se macera el aceite con acetato de plomo. Si se quiere obtener un barniz de aceite de linaza sin plomo se pone en digestión el aceite con 0,66 por 100 de borato manganoso a la temperatura de 100 grados por espacio de dos o tres días. Conviene dejar reposar algunos meses el barniz. Se le blanquea exponiéndolo, en capa de 10 centímetros, en cajas de plomo, a la luz directa del sol, o bien sometándolo a la acción del aire caliente, del oxígeno o del ozono, a la temperatura de 35 a 38 grados. Se obtiene un barniz de color oscuro, apropiado para los cueros hirviendo aceite de linaza con azul de Prusia hasta que tenga suficiente consistencia; el azul de Prusia no se altera en esta operación y, después de reposado y lavado con aguarrás, puede ser utilizado nuevamente. Citaremos algunas fórmulas correspondientes a este tipo de barnices y son:



	Clase I	Clase II	Clase III	Clase IV
Resina copal dura. . . . .	33'33	25'00	33'34 a 38'90	20'00
Aceite de linaza cocido. . . . .	16'67	43'75	16'66 a 11'10	60'00
Aguarrás. . . . .	50'00	31'25	50'00 a 50'00	20'00
	100'00	100'00	100'00 a 100'00	100'00

**Barniz Flatting**

Copal duro. . . . .	300 gramos
Aceite de linaza cocido. . . . .	300 "
Aguarrás. . . . .	400 "

**Barniz de oro para metales blancos**

Succino fundido. . . . .	40 gramos
Oro laca. . . . .	100 "
Aceite de linaza cocido. . . . .	400 "
Aguarrás. . . . .	800 "

**Otros barnices.**—Además de los barnices que hemos descrito, existen otros que no se hallan comprendidos en la división y enumeración de los grupos anteriores. En ellos se emplean como disolvente la acetona, el cloroformo, el éter de petróleo, los aceites ligeros de la destilación del *boghead*, la bencina, mezclados o no con alcohol ordinario o con alcohol metílico.

**Barniz para el cuero.**—Para los cueros y curtidos indicamos la fórmula siguiente que da unos resultados buenísimos:

Alcohol. . . . .	1 kilogramo
Goma laca en escamas. . . . .	40 gramos
Trementina. . . . .	8 "
Resina almáciga. . . . .	5 "

Se disuelven los productos resinosos en el alcohol por el orden que se indica y se dejan en maceración hasta solución completa, agitando todos los días la mezcla. Se extiende este producto sobre las pieles por medio de brochas de cerda suave y flexible y se deja secar.

**Barniz charol.**—Este barniz no es más que una *disolución de asfalto o betún de Judea y de barniz graso o copal en esencia de trementina y aceite de linaza cocido con litargirio en una proporción de 5 por 100.*

**Barniz papel.**—El papel, como sabemos, se puede satinar por procedimientos mecánicos o químicos. Ocupémonos de este último y para ello se prepara un barniz al agua con los ingredientes que preceden:

Albúmina de huevos frescos. . . . .	2000 gramos
Agua. . . . .	5000 "
Goma arábiga clase superior. . . . .	500 "

Es condición precisa que los huevos sean del día o todo lo más los que llevan puestos durante las 24 horas. Disuélvanse las sustancias perfectamente y des-

pués se filtra la solución a través de un lienzo compacto.

**Su empleo:** extiéndase sobre el papel por medio de una brocha y se deja secar al aire libre semiseco. Evítese el aire seco, pues la secación sería rápida y produciría cortaduras y grietas sobre las superficies.

**Barniz para cuellos, puños y pecheras de camisa.**—En el sentido más amplio es más bien un *abrilantado o lustre* que un barniz la denominación que se le debería dar, por no intervenir en su preparación ninguna acción mecánica y sí química:

Agua destilada. . . . .	1,000 gramos
Borax o borraj (borato sódico). . . . .	100 "
Goma arábiga (clase superior). . . . .	100 "
Esperma o blanco de ballena. . . . .	100 "

Se disuelve en el agua el borraj y la goma; se calienta suavemente el líquido y se añade, poco a poco, el blanco de ballena. Cuando éste se halla completamente fundido, se echa la mezcla en un mortero de piedra previamente calentado y se agita sin cesar hasta que la esperma de ballena, perfectamente emulsionada, forma una especie de crema líquida. Entonces se le añade 0'50 por 100 de esencia de esplejo y 40 gramos de glicerina. Las prendas deberán estar bien lavadas y secas y ligeramente planchadas, y procédase al barnizaje de igual manera que el del papel.

**Barniz para el pelo y cabello.**—Dos fórmulas buenas, higiénicas y antisépticas y que el mismo lector puede confeccionarlas puesto que su preparación es facilísima:

A	Grasa o manteca de coco fresca. . . . .	500 gramos
	Cera de abejas o parafina. . . . .	250 "
	Esencia de bergamota o de ilang-ilang, o de violeta, o de rosa, o de jazmín, etc. . . . .	30 "
	Esencia de casia ( <i>Laurus cassia</i> ). . . . .	1 a 2 "
	Esencia de tomillo. . . . .	1 a 2 "
B	Alcohol de 90 grados. . . . .	900 gramos
	Aceite de ricino. . . . .	100 "
	Acido bórico puro. . . . .	30 "
	Esencia de rosas, o de jazmín, o de violetas o de ilang-ilang, etc. . . . .	10 "
	Tintura de almizcle. . . . .	20 "

En la fórmula (B) se disuelve el ácido bórico en 159 gramos de agua caliente y se mezcla con el alcohol, al cual se añade sucesivamente por el orden que indicamos la esencia que sea de nuestra predilección, después la tintura y finalmente el aceite de ricino, agitando bien toda la mezcla.

En la fórmula (A) se mezcla íntimamente la grasa o manteca con la cera o parafina; conseguido esto se va añadiendo las esencias, teniendo la precaución de agitar bien la masa.

Estos barnices cosméticos se conservan en sitios secos, recubiertos con papel de estaño, de plata o de aluminio, metidos en cajitas o tubitos de madera; en manera alguna en recipientes de vidrio o metal.

ANGEL DE ARAMBURU y GARCÍA.



## Formulario químico-industrial

### Parafinado, silicatado y barnizado de envases

La cuestión de la conservación de bebidas alimenticias por saneamiento de los envases y aplicaciones de barnices protectores diversos, es siempre interesante y de actualidad; pero este método, excelente en teoría, no es recomendable sino con la condición de emplear productos inofensivos, completamente insolubles en las bebidas que se hayan de conservar y, por consiguiente, incapaces de desnaturalizarlos y de comunicarles mal gusto.

**Parafinado.** — El parafinado debe practicarse con parafinas refinadas blancas, a punto de fusión elevado, 54/56° B., pues estas son insípidas e insolubles.

Las parafinas industriales ordinarias a bajo punto de fusión, abandonan con mucha facilidad el petróleo líquido que entra en su constitución, en cuanto quedan en libertad las partículas de parafina que pasan a sobrenadar a la superficie de los líquidos.

El parafinado de los envases no presenta ninguna dificultad especial: ante todo se funde la parafina a un calor dulce que llegue a 90°. Se cuela entonces en el envase bien seco imprimiéndole un movimiento de rotación. Se escurre el exceso por la boca para emplearlo en otra operación. Cuando es posible, se puede también recurrir a la aplicación de la parafina fundida, con un pincel extendiéndola en seguida con uniformidad con la ayuda de un hierro candente.

La experiencia demuestra que es necesario emplear unos 100 gramos de parafina por metro cuadrado para obtener una capa suficientemente aisladora o sean 200 gramos para una pieza de 225 litros; lo que a razón de 1,50 pesetas el kilogramo supone el ligero gasto de 30 céntimos de parafina para una barrica ordinaria.

La repetición de esta operación todos los años, después de un rascado general, no constituye un tratamiento muy oneroso.

Por el empleo de este método esencialmente práctico y económico, se puede asegurar la buena conservación de los líquidos sin tener que recurrir a los antisépticos y evitando disminución de volumen por evaporación o filtración con entrada de aire y con mucha frecuencia la acetificación.

Se obtiene así el aislamiento de los gérmenes y fermentos acumulados en las duelas que han servido, en donde muchos de aquellos pueden volver a entrar en actividad y cultivar en seguida perfectamente en las bebidas a despescho de las desinfecciones más enérgicas que se practiquen.

**Silicatado.** — El silicatado propuesto al mismo fin indicado, debe efectuarse con silicato de potasa de farmacia; pues los silicatos industriales, generalmente muy alcalinos y ricos en sulfuros, dan resultados deplorables desde todos los puntos de vista.

Con los envases de madera, salvo tal vez en el exterior, el silicatado no es muy recomendable, pues es de una aplicación difícil y de una consistencia insuficiente, pero puede rendir excelentes servicios para la protección de las cubas de cemento, evitando que los mostos y los ácidos de vino ataquen las paredes de estos recipientes disolviendo la cal y dando un aguapié de poco color y de conservación difícil por disminución de actividad.

Antes de aplicar el silicato se empieza por lavar interiormente las cubas de cemento, repitiendo este lavado dos o tres veces con ácido sulfúrico diluido al

décimo; después se las revoca fuertemente varias veces con algunos días de intervalo, con soluciones de silicato de potasa a 25 por 100 al principio y 50 por 100 para terminar. Los lavados con agua abundante activan este tratamiento. Se forma así un barniz inalterable por el vino.

Para reemplazar los silicatos se han propuesto los fluosilicatos; pero hasta aquí este método no se ha extendido.

El silicato de potasa farmacéutico en damajuana cuesta aproximadamente 25 céntimos por kilogramo. En media damajuana, 28 céntimos el kilogramo. Por 10 kilogramos, 35 céntimos.

**Barnizado.** — En cervicería se emplea comunmente un barniz para recubrir el interior de los envases, pero este barniz no resiste a los vinos más ricos en alcohol y en ácidos que las cervezas, comunicándoles mal gusto con mucha rapidez.

No sucede lo mismo con el alquitranado a la colofonia sola o mezclada con parafina y cera vegetal del Japón.

### Para quitar el enmohecimiento de los toneles y envases

Para una barrica de 225 litros se introducen mezclados:

Sal de cocina . . . . .	40 grs.
Bióxido de manganeso pulverizado . . . . .	40 "
Ácido sulfúrico . . . . .	40 "
Agua hirviendo . . . . .	10 litros

Se hace rodar el envase, dejándolo después en reposo durante tres o cuatro horas. Se vacía y se lava con agua abundante muchas veces hasta que el agua salga clara y sin olor.

### Procedimiento para pintar sobre cemento

El objeto de este procedimiento es la preparación y aplicación a los cementos, de un líquido especial mediante el cual se puede pintar sobre el cemento dando una o varias capas, sin temor de que se alteren las pinturas.

Este líquido impide la formación de las glicerinas en la superficie de los cementos y destruye las sales de magnesio.

La fabricación del líquido consiste en precipitar en un baño de ácido clorhídrico 10 por 100 de su peso de ferrocianuro de potasio.

Al completarse la disolución del ferrocianuro, se somete la masa líquida a la electrolisis por medio de una corriente continua.

Los polos opuestos (ánodo y cátodo) uno de carbón y otro de hierro se colocan en los dos extremos de las balsas de fabricación.

Al atravesar el líquido la corriente, disuelve los cloruros y deja el hierro en suspensión en la masa líquida en estado coloidal.

La aplicación de este líquido sobre los enlucidos de cemento, les reviste inmediatamente de una capa ferruginosa fuertemente fijada.

Para obtener un buen resultado, son necesarias dos capas.



## Importancia industrial del vanadio y modernos métodos de dosificación

El vanadio ha dejado de ser un metal de interés puramente científico, utilizándose en diversas formas en la Industria. Cuanto a su estudio se refiere debe interesar a los lectores de esta revista, que está dedicada a seguir los progresos de las ciencias en la parte de aplicación a la producción industrial.

Los compuestos de vanadio se utilizan en la fabricación de negro de anilina y de ácido sulfúrico, obrando como catalizadores oxidantes; en Cerámica, en Medicina, en Fotografía, etc., aunque en todos estos usos se consume mucho menos vanadio que la cantidad invertida en la fabricación de ferrovanadio y otras aleaciones vanádíferas, para la cual produce la Industria muchas toneladas de ácido vanádico. Son estas aleaciones de empleo creciente.

Los aceros vanadados, son de gran dureza, que conservan aunque se eleve su temperatura y son resistentes a la ruptura por choque, tracción, etc., aún cuando la cantidad de vanadio sea pequeña. Las puntas de los modernos proyectiles, las planchas para el blindaje de buques, varias piezas utilizadas en la construcción de automóviles, limas, taladradore, etc., contienen vanadio. También otros metales (cromo, molibdeno y tungsteno) comunican propiedades semejantes a los aceros, pero el vanadio ejerce su acción beneficiosa en mayor grado, necesitando pequeñas cantidades del metal, el cual puede utilizarse en la Industria por haber descendido de un modo considerable su precio, que era de 70,000 y aún 130,000 pesetas el kilogramo, poco después de su descubrimiento y antes de aplicar los modernos procedimientos de extracción.

El vanadio acompaña principalmente al titanio y se halla muy repartido en todos los terrenos, principalmente en los de formación primordial, en los que según Vogt e Hillebrand se encuentra en la proporción de 0,015 a 0,052 por 100. En las lavas se halla con frecuencia; Riccardi lo encontró en las del Vesubio y también existe en las del Chinyero (Canarias), según propias investigaciones (en colaboración con D. A. del Campo). Pocos minerales contienen cantidades considerables de vanadio, aunque existe abundante en la vanadinita, carnotita, roscoelita, etc. Algunos de estos minerales se encuentran en ciertas regiones de nuestra península, tan rica en minerales. Los yacimientos de vanadinita de Santa Marta (Badajoz) son explotados para la extracción del metal.

Dada la frecuencia con que se encuentra en los terrenos, no es extraño se haya comprobado la presencia de vanadio, en las cenizas de diversas gramíneas nacidas en terreno arcilloso o volcánico; en la remolacha y en varios vegetales. En los animales también se encuentran pequeñas cantidades de vanadio según Demarçay y el cromógeno de la sangre de algunos Ascidios, contiene según Heuge, hasta 15 por 100 de ácido vanádico, en sus cenizas, careciendo de hierro y manganeso, metales que en los otros animales favorecen el reparto de oxígeno por su organismo, y en estos el

vanadio les sustituye. Las cenizas de algunos carbonos minerales procedentes de diversas regiones (San Rafael en la Argentina, Yauli en el Perú) contienen hasta un 38 por 100 de anhídrido vanádico. Quizá la fácil oxidación y reducción del vanadio favoreció el desarrollo colosal de las primitivas vegetaciones que originaron los modernos yacimientos carboníferos.

De todo lo dicho se deduce que es interesante aplicar nuevos métodos analíticos para descubrir y dosificar el vanadio en sus compuestos, pues siendo metal relativamente caro, es preciso que el industrial, que necesita adquirir, por ejemplo, ácido vanádico comercial, para la fabricación de ferrovanadios, conozca exactamente la proporción que existe en sus compuestos. Todos los antiguos y clásicos procedimientos de dosificación de este metal han sido cuidadosamente estudiados y revisados por diversos químicos, en vista de las dificultades que presentaban o de las inexactitudes a que conducían. El resumen de estos trabajos puede verse en la obra de Mennike (*Die quantitative Untersuchungsmethoden*, des, Mo, nud W.,—Berlín, 1913).

\*\*\*

Algunos compuestos orgánicos (como los ácidos acético, oxálico, etc.) son usados en análisis químicos desde hace mucho tiempo; sin embargo el número de éstos utilizados en Química analítica, como reactivos, era poco numeroso. Hoy el mejor reactivo del níquel es la dimetilgloxima. La paradimetilanilina es el reactivo más sensible del ácido sulfídrico. La brucina se utiliza en la investigación del ácido nítrico, el cual se precipita cuantitativamente con el nítrón (o sea el dimetilhidrotriagol).

Baudisch, en 1909, empleó la sal amónica de la nitrosufenilhidroxilamina, para la precipitación del cobre y del hierro, por lo cual llamó a dicho producto *cupferrón*. Posteriormente Biltz y Hödtke, han estudiado la precipitación del mercurio y estaño, Fresenius la del bismuto, Schörder la del titanio y circonio, Nisseuson la separación del hierro, del arsénico y del cobalto, Hanus y Soutroup la del cobre, del cinc y del cadmio y Bellucci y Grassi la del titano y aluminio.

Tratando hace unos años de investigar la manera de conducirse este nuevo reactivo con algunos metales cuya acción no estaba todavía determinada, encontré que el molibdeno y el vanadio también precipitan con el cupferrón y estudié las condiciones para que esta reacción sea cuantitativa. Extensamente se han publicado los resultados de estas investigaciones en otra ocasión (Revista de la R. Academia de Ciencias E. F. y N., de Madrid, Junio de 1914). Posteriormente Turner (de la Universidad de Iale, Est. Unidos) (1) ha repetido dichos experimentos y halló resultados

(1) American Journal of Science, XLI, n.º 244 y The Chemical News, CXIII, p. 284 Junio, 1916.



concordantes con los míos, y solo al final de su trabajo se queja de que en la revista de Química en que vió el resumen del citado trabajo (Am. Chem. Soc. 1915, IX, 2201), no tiene datos suficientes para poder repetir mis investigaciones y comprobar lo referente a la precipitación cuantitativa de vanadio al estado de vanadilo por el cupferrón. De una manera resumida daré cuenta a los lectores de esta Revista de mis investigaciones.

\*\*\*

El reactivo llamado abreviadamente cupferrón, no lo proporcionan las casas de productos químicos, no obstante estar anunciado en algún catálogo. Es preciso obtenerlo siguiendo las indicaciones de Baudisch (Chem. Zeit., 1911, pág. 913). Para ello se parte de la fenilhidroxilamina y como ésta es fácilmente alterable es conveniente obtenerla en el momento que tenga que prepararse el reactivo. El método más recomendable para obtenerla es el de Bamberger tal como la describen Fischer (Guide des prepar. org. 1907, p. 9) o Gatterman (Die Praxis des org. Chem. Leipzig, 1912, p. 209). Tratados de manipulaciones de Química orgánica corrientes en los laboratorios. También el nitrato de amilo, necesario en la obtención de cupferrón, debe ser preparado poco antes de utilizarlo. Es recomendable el procedimiento de Tichborne y Chapman, que consiste en saturar de vapores nitrosos, alcohol amílico, mantenido entre 60° y 70°, separando por decantación el nitrato de amilo formado y rectificando el producto por destilación.

Obtenidos la fenilhidroxilamina y el nitrato de amilo la preparación del cupferrón es sencilla. Se hace llegar una corriente de amoníaco seco sobre una solución etérea de la primera. A dicha solución se añade por cada gramo de fenilhidroxilamina, casi 1 y  $\frac{1}{2}$  de nitrato de amilo. Se observa entonces que todo el contenido del vaso se cuaja en el primer momento, y elevándose espontáneamente la temperatura, vuelven de nuevo al estado líquido, y se producen unas escamas nacaradas brillantes de nitrosifenilhidroxilamina—amoníaco o sea el cupferrón. Separado éste por filtración y lavado con éter, se seca entre papel de filtro y se guarda en un frasco que contenga algo de carbonato amónico, para mantener la atmósfera amoniacal pues de este modo y privándole del contacto del aire se conserva durante bastante tiempo sin trazas de descomposición.

\*\*\*

Es sabido que el vanadio forma varios óxidos de los cuales los de mayor interés analítico son el  $V_2O_5$ , del cual se derivan los vanadatos y las sales vanádicas (en unas y otras funciona el vanadio como pentavalente) y el  $V_2O_4$ , del cual proceden los hipovanadatos y las sales del radical vanadilo  $VO^+$  (en las cuales el vanadio es tetravalente).

Estudiando la acción del vanadio sobre estas dos series de compuestos obtuve los siguientes resultados.

\*\*\*

*Las soluciones ácidas de vanadatos alcalinos (vanadio pentavalente) dan con el cupferrón, un precipitado rojo pardo que la agitación reúne en copos esponjosos. Esta reacción es muy sensible, y si*

la cantidad de vanadio es pequeña solo se forma coloración rojiza.

El precipitado y principalmente la coloración desaparecen rápidamente por ebullición y lentamente por contacto del aire, a la temperatura ordinaria. Lo mismo les ocurre a los precipitados que da el mismo reactivo con otros metales (como el hierro, cobre, etc.), aunque el de titanio es bastante estable en presencia del aire. El precipitado es soluble en los líquidos alcalinos. En el agua no acidulada se disuelve algo.

Si el cupferrón está alterado no se produce el precipitado o se redisuelve el existente. En cambio si la solución del reactivo está preparada recientemente la precipitación puede considerarse como cuantitativa, siguiendo el método general descrito por Baudisch. Este autor asegura que los productos de descomposición del reactivo no ejercen influencia sobre el precipitado que forma las sales de hierro y cobre. No puede decirse lo mismo del precipitado que dan con los compuestos de vanadio pentavalente, pues no obstante la sensibilidad de la reacción no debe utilizarse para la precipitación cuantitativa.

Una solución ácida de vanadato amónico que contenga 0,000001 de gramo de vanadio por centímetro cúbico de solución, todavía se forma antes de un minuto, una coloración rojiza al añadir una o dos gotas de una solución de cupferrón. En soluciones más diluidas, ya es muy pasajero el color rojizo, que tarda en aparecer y se vuelve en seguida verdoso como siempre que se oxida el cupferrón en líquido ácido.

La reacción que propongo es más sensible que otras ya conocidas del vanadio, como el color rojo que dan los ácidos concentrados. El color azul, con el sulfocianuro potásico. La coloración rosa, que las soluciones ácidas de vanadatos dan con el agua oxigenada, etc.

\*\*\*

Reduciendo las soluciones ácidas de vanadato amónico (vanadio pentavalente), con gas sulfuroso, se forman las sales de vanadilo ( $VO^+$ ) (vanadio tetravalente). Con esta clase de compuestos también forma un precipitado el cupferrón, de color pardo verdoso, que por la acción del aire se vuelve pardo rojizo y se reúne en masas esponjosas. En este caso la precipitación del vanadio es *cuantitativa* aunque el cupferrón se hubiese alterado parcialmente.

Vamos a dar las reglas para precipitar cuantitativamente el vanadio. Es preciso reducir las soluciones ácidas de vanadato alcalino, haciendo pasar una corriente de gas anhídrido sulfuroso hasta que el líquido sea completamente azul. Hervir para expulsar el sulfuroso, favoreciendo la expulsión haciendo pasar una corriente de gas carbónico y operar después como el caso general de las precipitaciones con cupferrón. Es decir: a la solución de vanadio preparada como acabamos de indicar, añadir poco a poco y agitando la solución de cupferrón al 6% y cuando el precipitado formado, al caer una gota, es completamente blanco, añadir unos 2 c. c. más de cupferrón. Filtrar, a la trompa, lavar con agua acidulada. Colocar el filtro con el precipitado en una capsulita o crisol de platino y secar a la estufa a unos 90°. Al mismo tiempo que se destruye el compuesto formado con cupferrón, se incinera el filtro en la misma cápsula. Elevando la temperatura se transforma el residuo en  $V_2O_5$ , que queda



fundido y al enfriarse cristaliza en agujas, acompañando a la cristalización una bonita luminiscencia, observable al operar en sitio oscuro. Pesado el anhídrido vanádico, se deduce por cálculo el vanadio existente en la solución.

Es necesario tener la precaución de introducir el filtro húmedo con el precipitado en el crisol de platino, porque al intentar secarlo en el embudo se descompone el precipitado por la temperatura y el líquido formado pasa el filtro. Tampoco puede emplearse el crisol de Gooch, por ser el anhídrido vanádico fusible. Al final de la operación conviene mantener cierto tiempo fundido el anhídrido vanádico, para favorecer la oxidación de la parte que se reduce por la acción de los compuestos orgánicos. Al enfriarse el crisol o capsu-

lita conviene lo haga lentamente, porque al ser rápida la cristalización del  $V_2O_5$ , las agujas formadas saltan algunas veces fuera del crisol.

El vanadio puede separarse del fósforo, arsénico, aluminio y cromo precipitándole con cupferrón. En varias determinaciones realizadas, he obtenido un peso de  $V_2O_5$  algo inferior a la cantidad correspondiente al vanadio puesto. Pero cuando no se necesita gran precisión tiene este método la ventaja de la gran rapidez con que se hacen las determinaciones. Turner (The Chemical News. CXIV, p. 261.—Diciembre 1916) ha intentado separar el vanadio del uranio, pero no ha obtenido resultados satisfactorios.

VICENTE GARCÍA RODEJA  
Catedrático del Instituto de Oviedo.

## Campo electrodinámico de una corriente rectilínea

### I. — Campo de una corriente rectilínea indefinida

pues:

$$NV = i \quad \text{y} \quad nc = 1.$$

Supongamos que el hilo conductor es homogéneo y de diámetro constante; que el régimen de corriente está perfectamente establecido de tal suerte que la velocidad de los átomos de éter es uniforme en todo el espesor del hilo. Además de estos átomos móviles que constituyen la corriente, muchos otros adhiriéndose a las moléculas materiales a quienes cubren, solo experimentan, debido al paso de la corriente, un aumento de energía vibratoria, productora de calor.

Designemos por  $V$  la velocidad de la corriente y por  $N$  el número de sus átomos contenidos en la unidad de longitud. Su intensidad  $i$  estará representada por el producto  $NV$ . Sea  $c$  la distancia media entre dos átomos consecutivos, estimada paralelamente del hilo conductor y hagamos  $nc = 1$ . Entonces la corriente podrá reemplazarse equivalentemente por un número de filas paralelas igual a  $\frac{N}{n} = n'$  y la acción de la corriente indefinida  $zz'$  (fig. 1) sobre un átomo  $m$  será igual a la suma de las acciones de éstas  $n'$  filas.

Sabemos ya que una fila de átomos en movimiento con una velocidad  $V$  y distantes unos de otros  $c$ , su acción sobre un átomo situado en el punto medio de esta fila a una distancia  $h$  de la corriente, podía representarse por una fuerza paralela a su dirección cuyo valor es  $f = \frac{\pi A}{2} \times \frac{V}{ch}$ ; ( $A$  es un factor constante).

Si  $h$  es lo suficientemente grande por corresponder al radio  $r$  del hilo conductor, para que las  $n'$  filas de átomos sustituidos en la corriente estén sensiblemente a la misma distancia  $h$  del átomo  $m$ , la influencia total de la corriente estará representada por la fórmula:

$$F = n'f = \frac{\pi}{2} \frac{N}{n} A \frac{V}{ch} = \frac{\pi}{2} \frac{A}{h} \frac{i}{h},$$

y

$$mn = \sqrt{h^2 + r^2} - 2\rho h \cos \omega$$

Así, pues, la acción de una corriente rectilínea indefinida sobre un átomo de su punto medio es una fuerza dirigida en el sentido de la corriente, propor-

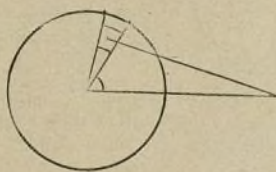


Fig. 2.

cional a su intensidad y en razón inversa de la distancia del átomo.

Examinemos el caso en que  $\frac{r}{h}$  no puede ser más pequeño. Del punto  $m$ , llevemos un plano perpendicular al conductor  $zz'$  supuesto cilíndrico y sea  $ror'$  la sección circular obtenida. Los puntos de intersección de las  $n'$  filas de átomos de la corriente estarán distribuidos uniformemente sobre la superficie de esta sección, y el elemento superficial  $\rho d\omega d\rho$  situado en  $n$ , contendrá  $n' \frac{\rho d\omega d\rho}{\pi r^2}$ . La acción de las filas correspondientes será:

$$\frac{n' \rho d\omega d\rho}{\pi r^2} \frac{\pi A}{2} \frac{V}{cmn},$$

y la acción total de la corriente, nos la dará la integral:

$$\frac{\pi A}{2} \int_0^{2\pi} d\omega \int_0^r \frac{n' \rho d\rho}{\pi r^2} \frac{V}{cmn}$$

ahora como

$$n' \frac{V}{C} = i$$

y



tendremos

$$F = \frac{\pi A i}{2h} \int_0^{2\pi} d\omega \int_0^r \frac{\rho d\rho}{\pi r^2 \sqrt{1 + \left(\frac{\rho}{h}\right)^2 - 2\frac{\rho}{h} \cos \omega}}$$

$\rho$  varía de 0 a  $r$  y su mayor valor de la fórmula  $\frac{\rho}{h}$

es  $\frac{r}{h}$ . Si este valor fuese tan ínfimo para poder des-

preciarlo, la doble integral se reduciría a la unidad y se convertiría en la fórmula  $F = \frac{\pi A i}{2h}$ . En caso con-

trario, la doble integral sobrepasa de la unidad y va aumentando a medida que  $h$  disminuye, pero las variaciones son muy pequeñas y mientras que  $h$  disminuye del infinito a su límite inferior  $r$ , la integral doble aumenta solamente de 1 a  $\frac{4}{\pi}$  como vamos a demostrar.

Pongámosla bajo la fórmula:

$$I = \frac{h}{\pi r^2} \int_0^{2\pi} d\omega \int_0^r \frac{\rho d\rho}{\sqrt{h^2 + \rho^2 - 2\rho h \cos \omega}}$$

tendremos:

$$\int_0^r \frac{\rho d\rho}{\sqrt{h^2 + \rho^2 - 2\rho h \cos \omega}} = \frac{\sqrt{h^2 + r^2 - 2rh \cos \omega} - h}{1 - \cos \omega} \log \left( \frac{r - h \cos \omega + \sqrt{h^2 + r^2 - 2rh \cos \omega}}{h(1 - \cos \omega)} \right)$$

Como que solamente buscamos el valor máximo de la integral doble, introduzcamos la simplificación  $h = r$  y tendremos:

$$\int_0^r \frac{\rho d\rho}{\sqrt{r^2 + \rho^2 - 2\rho r \cos \omega}} = 2r \sin \frac{\omega}{2} - r + r \cos \omega \log \left( 1 + \frac{1}{\sin \frac{\omega}{2}} \right)$$

y la integral doble  $I$  se convierte por  $h = r$

$$I = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} \left[ 2 \sin \frac{\omega}{2} - 1 + \cos \omega \log \left( 1 + \frac{1}{\sin \frac{\omega}{2}} \right) \right] d\omega$$

ahora:

$$\int_0^{2\pi} \left( 2 \sin \frac{\omega}{2} - 1 \right) d\omega = 8 - 2\pi$$

y:

$$\int_0^{2\pi} \cos \omega \log \left( 1 + \frac{1}{\sin \frac{\omega}{2}} \right) d\omega = \int_0^{2\pi} \left( 1 - \sin \frac{\omega}{2} \right) d\omega = 2\pi - 4;$$

luego:

$$I = \frac{4}{\pi},$$

y para los átomos del punto medio que llegan en contacto con el hilo conductor, tenemos:

$$F = \frac{2 A i}{r}.$$

Es desde luego evidente, en el caso actual, que las superficies isodinámicas son cilindros de sección recta circular cuyo eje es el eje mismo de la corriente.

Sigamos estudiando ahora la variación de presión producida en el ambiente etéreo por el paso de la corriente. Sabemos que prescindiendo de toda influencia eléctrica, la presión  $P$  del éter, nos da la fórmula:

$$P = \frac{1}{3} \Delta U^2$$

siendo  $\Delta$  la densidad absoluta del éter,  $U$  el cuadrado de la velocidad media de sus átomos. Suponemos, además, en la demostración de la fórmula, que los átomos se mueven en cantidad igual en todas direcciones. Esta condición no existe desde el momento en que la corriente queda establecida; la velocidad  $U$  es modificada y de un modo variable con la dirección. La densidad  $\Delta$ , puede considerarse sensiblemente constante, puesto que al producirse un vacío, en un medio cualquiera, nuevos átomos lo llaman inmediatamente.

Examinemos, pues, las variaciones de dirección y velocidad de los movimientos atómicos:

Sea  $AB$  (fig. 3) la corriente rectilínea indefinida y  $o$  un átomo del medio, animado de la velocidad  $U$  en

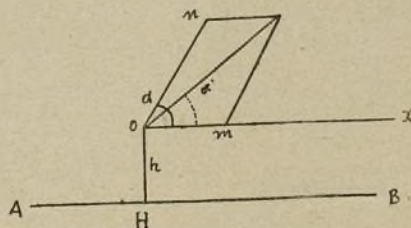


Fig. 3.

la dirección  $on$  que forma un ángulo  $\alpha$  con la recta  $ox$  paralela a la  $AB$ .

Llamando  $i$  la intensidad de la corriente,  $h$  la perpendicular  $oH$  bajada del punto  $o$  a la recta  $AB$ , sabemos que el átomo situado en  $o$  está sometido a una fuerza  $F = \frac{\pi A i}{2h}$  dirigida según  $ox$  y capaz de

hacerle recorrer en el espacio de tiempo  $dt$  una longitud  $om = ndt$  al propio tiempo que recorre en el sentido de su dirección primitiva la línea  $on = Udt$ ; para obtener el movimiento resultante, es preciso construir el paralelogramo de velocidades  $omnr$ , el cual nos permite calcular la doble variación de aumento y dirección de la velocidad resultante. Hagamos  $ox = U'dt$  y  $rox = \alpha'$  y obtendremos las relaciones

$$U'^2 = U^2 + u^2 + 2Uu \cos \alpha$$

$$\sin \alpha' = \sin \alpha \frac{U}{U'}$$

para los valores de  $\alpha$ , comprendidos entre  $\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{2}$  y  $\frac{\pi}{2}$ ,  $\cos \alpha$  es positivo, de donde  $U' > U$  y su valor abso-



luto sen.  $\alpha' < \text{sen. } \alpha$  de donde  $\alpha' < \alpha$ . Si imaginamos un plano que pase por  $oH$  perpendicular a la corriente, todos los átomos que partan del punto  $o$ , dirigiéndose a la derecha de este plano, se aproximarán a  $ox$  y por consiguiente aumenta su velocidad.

Para el valor de  $\alpha$  comprendido entre  $\frac{\pi}{2}$  y  $\frac{3\pi}{2}$ ,  $\cos. \alpha$  es negativo de donde tenemos  $U' < U$  y su valor absoluto  $\text{sen. } \alpha < \alpha'$ ; y como el ángulo es obtuso  $\alpha' < \alpha$ . Así, pues, el ángulo va siempre en disminución y la dirección de la velocidad, se aproxima siempre a  $ox$ .

Se desprende de lo anteriormente dicho, que bajo la influencia de la corriente eléctrica los movimientos de los átomos del éter tienden a ponerse paralelos con  $AB$  (dirección de la corriente) y que sus velocidades dejan de estar distribuidas uniformemente en todas las direcciones que pueden partir alrededor del punto  $o$ . Su valor varía al propio tiempo que su dirección, aumentando o disminuyendo según sea el ángulo  $\alpha$  agudo u obtuso. En consecuencia: la presión deja de ser constante para convertirse en variable alrededor del punto  $o$ . Se comprenderá fácilmente que el flujo de energía alcanza su valor máximo en la dirección  $ox$ , y que en otra dirección, cualquiera,  $on$  disminuye a medida que el ángulo  $\alpha$  aumenta de  $o$  a  $\pi$ .

## II. Campo de una corriente rectilínea limitada

Sea  $ab = 2l$  la longitud de la corriente y  $m$  un átomo del éter ambiente. Tomemos como origen de las coordenadas el punto  $o$ , medio de  $ab$ , llamemos  $z$  las coordenadas del punto  $m$  y  $x$  la ordenada de un punto  $c$  de  $ab$ . Tendremos  $m^2 = (x - z)^2 + z^2$ . Designando por  $s$  la sección del hilo homogéneo  $ab$  y por  $D$  la densidad de la corriente, el elemento de volumen situado en  $c$  es  $zdz$  y el número de átomos de éter en movimiento que contiene es  $Dsdz$ . Pero como que un solo átomo ejerce sobre sí una acción que se representa por:

$$A \frac{V \cos \alpha}{mc^2} \text{ (por } \alpha = mch)$$

de donde la acción ejercida por el elemento de volumen será:

$$\frac{AV \cos \alpha}{mc^2} Dsdz$$

y observando que el producto  $dsV$  es igual a la intensidad  $i$  de la corriente, esta expresión se convertirá:

$$Ai \frac{\cos \alpha dz}{mc^2}$$

y como que  $\cos \alpha = \frac{z - \delta}{mc}$  y  $\text{sen } \alpha = \frac{x}{mc}$ , las dos componentes de la impulsión elemental siguiendo líneas paralelas a los ejes serán, la una

$$Ai \frac{(z - \delta) dz}{[x^2 + (z - \delta)^2]^{\frac{3}{2}}}$$

y la otra

$$Ai \frac{(z - \delta) x dz}{[x^2 + (z - \delta)^2]^{\frac{3}{2}}}$$

Para valorar ahora los componentes de la acción total de la corriente limitada  $ab$  es preciso integrar

las dos diferenciales de  $-l$  a  $+l$ . Encontramos para sus valores:

$$\begin{aligned} F_1 &= Ai \int_{-l}^{+l} \frac{(z - \delta) dz}{[x^2 + (z - \delta)^2]^{\frac{3}{2}}} = \\ &= \frac{Ai}{2x} \left[ \arctg. \frac{z - \delta}{x} - \frac{x(z - \delta)}{x^2 + (z - \delta)^2} \right]_{-l}^{+l} \\ F_2 &= Ai \int_{-l}^{+l} \frac{x(z - \delta) dz}{[x^2 + (z - \delta)^2]^{\frac{3}{2}}} = \\ &= Ai \left[ -\frac{x}{2(x^2 + (z - \delta)^2)^{\frac{1}{2}}} \right]_{-l}^{+l} = \\ &= -\frac{2Ai lx\delta}{[x^2 + (l - \delta)^2]^{\frac{1}{2}} [x^2 + (l + \delta)^2]^{\frac{1}{2}}} \end{aligned}$$

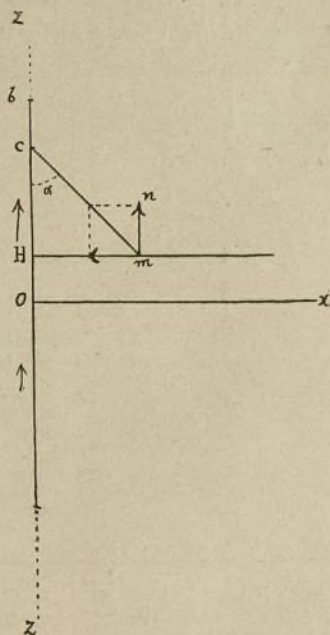


Fig. 4.

Las superficies isodinámicas son de revolución alrededor del eje desde  $z$  y su ecuación es:

$$\sqrt{F_1^2 + F_2^2} = \text{corriente,}$$

esta ecuación es demasiado complicada dada la índole de este trabajo, para que nos detengamos a estudiarla.

Las superficies de igual atracción o repulsión nos la daría la ecuación más sencilla  $F_2 = y$  corriente; tomando por constante  $-2Ailks$  se convierte:

$$x\delta = k[x^2 + (l - \delta)^2][x^2 + (l + \delta)^2].$$

En el plano  $z$  o  $x$ , es la ecuación de la curva meridiana cuyas variables son  $x$  y  $\delta$ . Si cambiamos  $x$  por  $-x$  y  $\delta$  por  $-\delta$  la ecuación no varía, puesto que su origen es un centro de simetría.

Si hacemos pasar un plano por  $ox$  perpendicular a  $ab$ , será fácil de comprender que para los puntos de





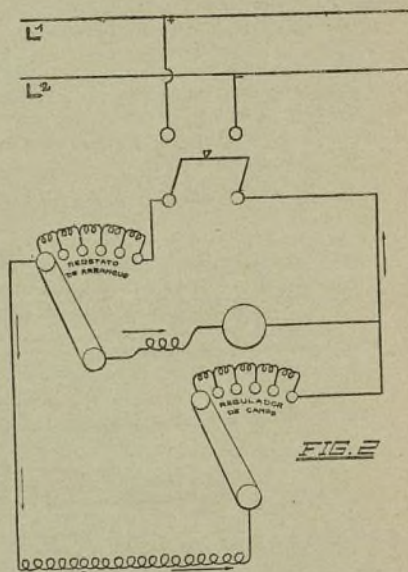
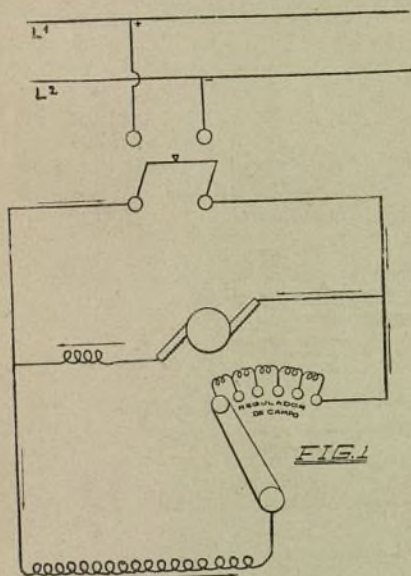
este plano;  $\vec{B} = 0$  y  $F_z = 0$  y que la acción impulsiva de la corriente es paralela a  $ab$ ; para los puntos restantes del espacio, la acción es repulsiva o atrayente según se hallen situados encima o debajo de dicho plano.

R. CARABIA, Ingeniero.

## Cambio de una dinamo compound en un motor

Sucede algunas veces que es preciso cambiar una dinamo compound en un motor, y la persona a cuyo cargo corre la operación, teniendo simplemente en cuenta que la dinamo desempeña por igual el oficio de motor, precede a intercalar un reostato de arranque en el circuito del inducido para poner la máquina en marcha; pero olvida invertir las conexiones del campo en serie y, como resultado, al iniciar la marcha el motor trabaja satisfactoriamente hasta que se

remos que la dirección de la corriente por el inducido por el campo en derivación y por el campo en serie, es en el sentido de las flechas en la misma figura. Observaremos también que la dirección de la corriente por el campo en serie es contraria a la indicada en la figura 1, de suerte que las corrientes por los dos campos en vez de ayudar una a la otra, obran en direcciones opuestas. La intensidad del campo en derivación es constante en tanto que la del campo en serie depende



le aplica alguna carga; entonces la velocidad comienza a aumentar, se producen chispas y, por último, el motor se para; además si no se abre el cortacircuito o el fusible, es probable que el motor funcione en sentido contrario y tal vez se perjudique considerablemente.

La causa de este procedimiento peculiar se explica de la manera siguiente:

La figura 1 presenta las conexiones de la dinamo compound impulsada por alguna fuerza exterior que suministra corriente a las líneas principales L1 y L2.

Bajo estas condiciones el flujo de la corriente por el inducido, por el campo en derivación y por el campo en serie, es en el sentido de las flechas en la figura de referencia. Ahora bien, si tratáramos de hacer trabajar esta máquina como motor, suministrando corriente a las líneas principales L1 y L2, sin alteración alguna de las conexiones, intercalando simplemente el reostato de arranque como se indica en el esquema figura 2, nota-

de la carga, de manera que si se pone el motor en marcha sin carga alguna, éste comienza a girar bajo la influencia del campo en derivación y a medida que la carga aumenta la intensidad del campo en serie es cada vez mayor hasta que vence la acción del campo en derivación y provoca la descrita en el párrafo primero.

Un buen método a seguir para determinar las conexiones adecuadas en los dos campos es el siguiente:

Terminadas todas las conexiones desconéctase el campo en derivación y hágase funcionar la máquina con el campo en serie solo, observando cuidadosamente el sentido en que ésta gira. Es necesario evitar que la velocidad de la máquina alcance un valor demasiado alto puesto que es bien sabido que un motor con excitación en serie se destroza si se hace funcionar sin carga alguna. Si la máquina no marcha en la dirección deseada pueden invertirse las conexiones del campo en



serie o las del inducido; reconéctese el campo en derivación y desconéctese el campo en serie, y entonces al volver a poner el motor en marcha, debe girar en el mismo sentido que funcionando con el campo en serie solamente. Si la máquina marcha en la misma dirección con uno u otro arrollamiento de campo acoplado, entonces funcionará perfectamente como motor compound

y pueden hacerse las conexiones permanentes.

En los esquemas que se acompañan se han omitido expresamente las conexiones de cero voltaje en el reostato de arranque para evitar confusión y simplificar los diagramas. El reostato de regulación para el campo puede utilizarse o no según se desee.

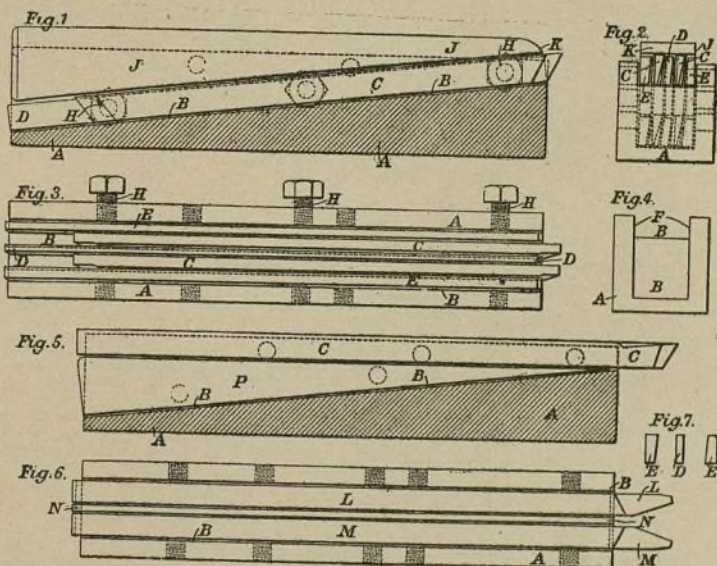
PAUL JUSTUS.

## Util para cortar filetes de tornillos, al torno

El instrumento que vamos a describir está destinado al corte de filetes prismáticos de tornillos y roscas del tipo llamado de filetes «acmé» empleado en los tornos. Para cortar tornillos de filete múltiple son patentes sus ventajas sobre los métodos ordinarios puesto que se pueden cortar a la vez todos los filetes empleando dos, tres o más útiles que trabajen al mismo tiempo.

En los casos en que se desee un avance o paso

tornillo de filete doble. La figura 2 es un alzado por el extremo del porta-herramienta representado en la figura 1. La figura 3 es una planta o vista horizontal del mismo instrumento. La figura 4 es una vista por el extremo posterior. La figura 5 es un alzado lateral mostrando los útiles en posición para cortar un acmé o filete de rosca. La figura 6 es una vista en planta del anterior dispositivo. La figura 7 muestra en detalle la vista por el extremo de las tiras ahuecadas y una pieza



rápido del tornillo sin debilitarlo indebidamente es una ventaja manifiesta la adopción de un filete múltiple. Cuando se corta por los métodos ordinarios, esto es, con un solo útil y única operación, es necesario cortar cada filete o avance separadamente lo cual requiere mucho tiempo para la operación total de corte o construcción de la rosca o tornillo. Otra dificultad que ofrece la construcción de roscas y tornillos de filete múltiple es la de dividir el paso con igualdad, de suerte que cada filete tenga igual grueso, no permitiendo, para ciertos pasos, la división igual el cambio de ruedas. Por el empleo de útiles múltiples, todas estas dificultades e inconvenientes quedan eliminados.

La figura 1 representa un alzado lateral del porta-herramienta con los útiles en posición para cortar un

de separación empleada para colocar los útiles dentro del ángulo debido y procurar su espaciado correcto al cortar los filetes rectangulares.

A es la barra acanalada o porta-herramienta en la que B es una ranura de amplitud variable para adaptar convenientemente y asegurar en ella los instrumentos cortantes C. El porta-herramienta puede variar en dimensiones en concordancia con las de las herramientas o útiles de corte y el número de éstos que puede contener y en el caso de filetes cuadrados, si se requiere más de un filete, pueden cortarse al mismo tiempo cualquier número de filetes en correspondencia con el número de útiles contenidos en el porta-herramienta colocando piezas D espaciadoras para que los útiles cortantes se fijen a las distancias ne-



cesarias, mientras que el ángulo correcto a que se han de adaptar, se obtiene por las tiras ahuesadas E, E, que se colocan por la parte exterior de los útiles, adyacentes a los lados F del porta-herramienta como muestra la figura 2, variando el huso según el paso y diámetro del trabajo. Las tiras E se colocan también con los lados ahuesados paralelos de manera que puedan obligar automáticamente a los útiles y piezas espaciadoras a tomar el ángulo correcto para el trabajo requerido.

Las herramientas, husos y pieza espaciadora se fijan en el porta-herramienta, con preferencia por medio de tornillos H y cuando a su vez éste se fija en el soporte de corredera del torno, se emplea una barra cónica J que proporciona a la superficie superior del porta-herramienta la horizontalidad conveniente. La barra J tiene también un extremo K cortada en forma curvada que desvía o tira hacia un lado los recortes manteniendo limpio el punto de operación sobre la herramienta y la pieza que se trabaja.

En el caso de construcción de roscas o filetes *acmé*, (figs. 5 y 6) la herramienta está constituida por dos partes L y M, formadas de manera que el metal se desplaza lateralmente al filete haciendo más eficaz la separación y limpieza de recortes y reduciendo la tendencia a la producción de choques y ruidos estridentes. Colocando una pieza espaciadora N de espesor adecuado entre los útiles L y M, el paso del tornillo o rosca varía en la proporción necesaria. En este caso se coloca una pieza P en forma de cuña en la base de la ranura B para asegurar horizontalmente los útiles y cuando el porta-herramienta

se coloca en el soporte de corredera, las platinas descansan sobre la cabeza de los útiles que en este caso se proyectan sobre los lados del porta-herramienta.

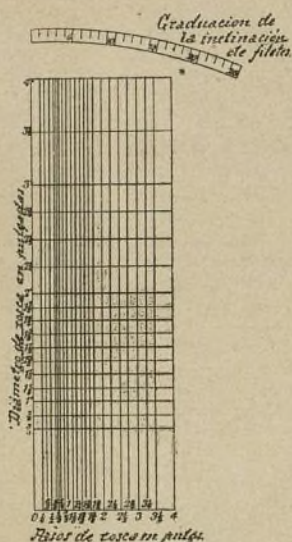


FIG. 8.

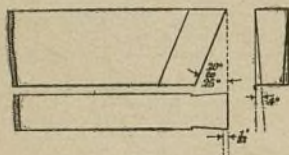


FIG. 9.

una gran economía. La figura 10 reproduce la vista de dos roscas de filete cuadrado de dos sentidos, una de ellas de doble filete y la otra de tres filetes, y dos porta-herramientas con los útiles de trabajo en posición, dispuestos para la operación de corte.

A. MENENDEZ CABALLERO, Ingeniero.

## Procedimiento para la precipitación de las sustancias orgánicas contenidas en las soluciones de sulfitos

El procedimiento consiste en el hecho de que las aguas sulfíticas, concentradas o no, reciben una adición de aniones (iones positivos) de uno o de varios de los cuerpos  $\text{NH}_4^+$ , K, Na, Mg y Ca, y una adición de cationes (iones negativos) de uno o de varios de los cuerpos  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  y  $\text{CO}_3^{2-}$ , en proporciones tales que la solución no sea alcalina después de estas adiciones.

Los iones pueden añadirse bajo forma de óxidos de hidratos, de sulfitos, de ácidos o sales, sea bajo forma sólida, sea previamente disueltos en un disolvente. Como regla es ventajoso recalentar ligeramente la lejía antes, durante o después de la adición de los iones.

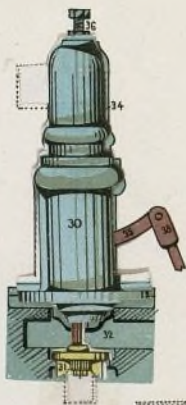
El procedimiento puede ejecutarse también con escasas aguas sulfíticas en las cuales se hayan reempla-

zado entera o parcialmente los iones de Ca por otros iones o por agua sulfítica obtenida empleando  $\text{NH}_4^+$ , K, Na o Mg, en vez de Ca, en el momento de hervir el sulfito. Se puede también proceder con lejía que se habrá preparado previamente, por entero o de un modo parcial, descargada de azúcar por una fermentación o por una precipitación.

Constituye éste, en resumen, un procedimiento para la precipitación de las sustancias orgánicas contenidas en las lejías o aguas sulfíticas, caracterizado por el hecho de que se añaden a éstas después de haberlas o no concentrado, aniones de  $\text{NH}_4^+$ , K, Na, Mg o Ca y cationes de  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  y  $\text{CO}_3^{2-}$ , en proporciones tales que la solución no se vuelve alcalina, estando la lejía, con preferencia, recalentada y pudiendo descargarse de su azúcar por un medio cualquiera.



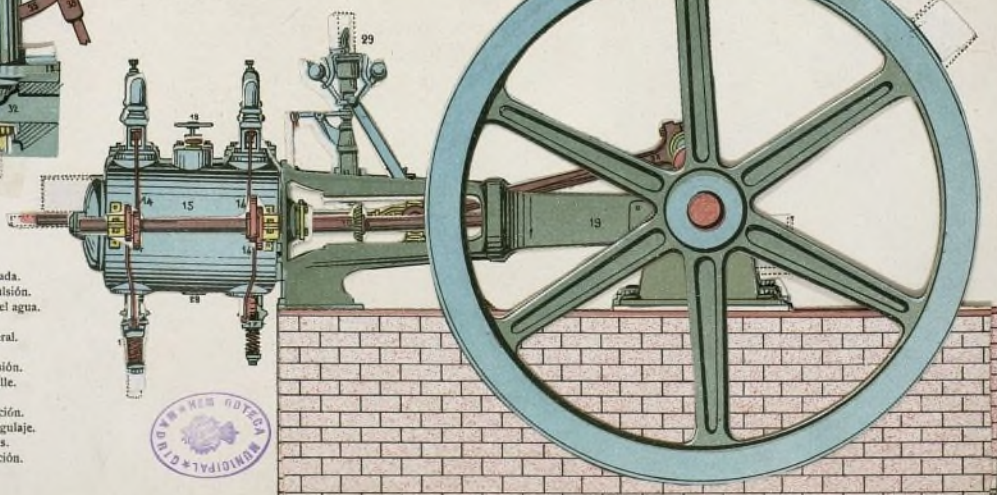
## Máquina de vapor con distribución de válvulas



- 1.—Zócalo de mampostería.
- 2.—Cojinete.
- 3.—Piñón motriz del eje (3).
- 4.—Volante.
- 5.—Piñón de engrane con (3).
- 6.—Eje motriz de las válvulas y del regulador.
- 7.—Cojinete de (6).
- 8.—Excéntricas de acción de (14).
- 9.—
- 10.—Piñón de engrane del (11).
- 11.—Regulador.

- 12.—Contrapesos.
- 13.—Eje de acción de (14).
- 14.—Vástagos de la válvula.
- 15.—Cilindro.
- 16.—Cajas de los muelles de las válvulas.
- 17.—Muelles de las válvulas.
- 18.—Válvula de entrada.

- 19.—Zócalo de la máquina.  
20.—Manivela para la puesta en marcha.  
21.—Manivela.  
22.—Cabeza de biela.  
23.— , del vástago (24).  
24.—Vástago del émbolo.  
25.— Émbolo.



- 26.—Canal de entrada.  
27.— " " expulsión.  
28.—Circulación del agua.  
29.—Regulador.  
30.—Cubierta general.  
31.—Válvula.  
32.—Caja de admisión.  
33.—Tope del muelle.  
34.—Muelle.  
35.—Palanca de acción.  
36.—Tornillo de regulaje.  
37.—Prensa-estopas.  
38.—Palanca de acción.







a  
b  
v

de  
si  
ri  
la  
de  
cu  
en  
pu  
ta  
mi

ab  
sa  
se  
mi  
cil  
exp

en  
aná  
y  
de  
me  
aná  
qui

com

áng  
eng  
en e  
y qu  
to a  
ader  
a las

T  
nocer  
amid  
tos q  
P  
rrient  
suelto  
tante  
Se  
Mr. C

(1)  
d' anillo



## Máquina de vapor con distribución de válvulas (Véase el modelo desmontable)

Estas máquinas afectan, casi siempre, una forma análoga a los motores de gas y como ellos, la distribución de vapor se obtiene también por medio de válvulas.

En su esencia, se diferencia en que en los motores de gas solamente existen dos válvulas, una de admisión y una de expulsión; por el contrario, tratándose de máquinas de vapor, las válvulas son dobles y colocadas una de admisión y una de expulsión en la culata del cilindro y otro juego análogo en la parte delantera del mismo, como puede apreciarse en el modelo desmontable, siendo (16) las válvulas de admisión y (17) las de expulsión.

La entrada de vapor se verifica abriendo a mano la válvula (18), y pasando entonces el vapor por los canales, se distribuye a las dos válvulas de admisión, pasando luego al interior del cilindro y saliendo por las válvulas de expulsión y por el tubo (28) al exterior.

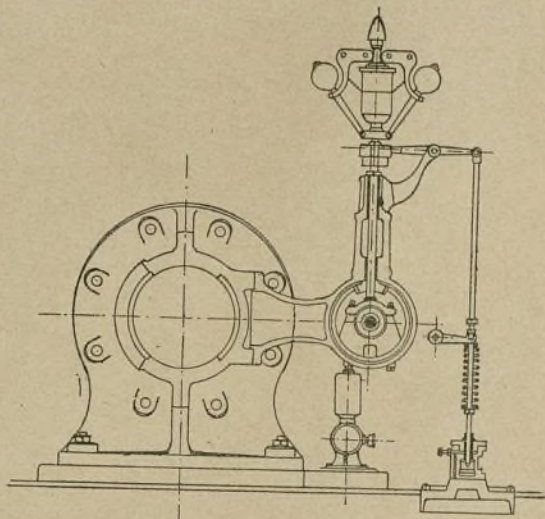
La distribución del vapor se efectúa en el interior del cilindro de un modo análogo a todas las máquinas de vapor, y el funcionamiento o transformación de la presión en fuerza, se obtiene por medio de la biela manivela y volante análogamente, así se trata de cualquier otra máquina de vapor.

El funcionamiento de las válvulas es como sigue:

En el árbol (3) va sujeto el piñón de ángulo dentado del mismo número que engrana con otro análogo, el cual va sujeto al árbol (6) en el que va fijado otro piñón dentado de ángulo (10) y que, engranando con otro igual a éste, da movimiento al regulador de velocidad (11). Dicho árbol (6), además de dar funcionamiento al regulador, da fuerza a las excéntricas (9), las cuales, teniendo el movimien-

to de rotación, empujan a las palancas (38), las cuales accionan a las respectivas (35) que, sujetas al vástago que está dentro de las válvulas (16), oprimen al muelle de presión (34) dejando paso al vapor, el cual da fuerza al pistón y a la biela, etc.

Dicha caja de distribución con válvulas, tiene la



Combinación de un regulador con su movimiento.

ventaja en el regulaje del movimiento, pues se suprimen todas las oscilaciones que se producen en las máquinas antiguas.

En la figura adjunta se representa la combinación de un regulador con su movimiento.

SANTIAGO LÓPEZ.

## ANILINAS MODERNAS

### Toluidinas, xilidinas y otras materias colorantes nacionales y extranjeras

**Toluidinas.**—Estas materias colorantes, que se conocen también con los nombres de *toluenilamina* y *amidotoluenos*, se preparan por varios procedimientos que a continuación describimos.

**Primer procedimiento.**—Se hace pasar una corriente de hidrógeno sulfurado con nitrotolueno disuelto con alcohol amoniacal; pero la operación es bastante lenta y además es siempre incompleta (1).

**Segundo procedimiento.**—El químico francés Mr. Chautard, la obtuvo tratando por potasa la resina

que se forma por la acción del ácido nítrico sobre la esencia de trementina.

**Tercer procedimiento.**—Modernamente la industria la prepara siguiendo el método análogo para obtener las anilinas (véase EL MUNDO CIENTIFICO-INVENTOS MODERNOS, números 74 y 78) o sea reduciendo la nitrobencina, en cilindros provistos de un agitador, empleándose como agente reductor la mezcla de limaduras de hierro y ácido acético. Terminada la reducción se añade cal y se destila la toluidina mediante el vapor de agua. Diferenciáanse las toluidinas de la anilina por la diferente solubilidad de los nitratos, de los clorhidratos y de los derivados acetílicos.

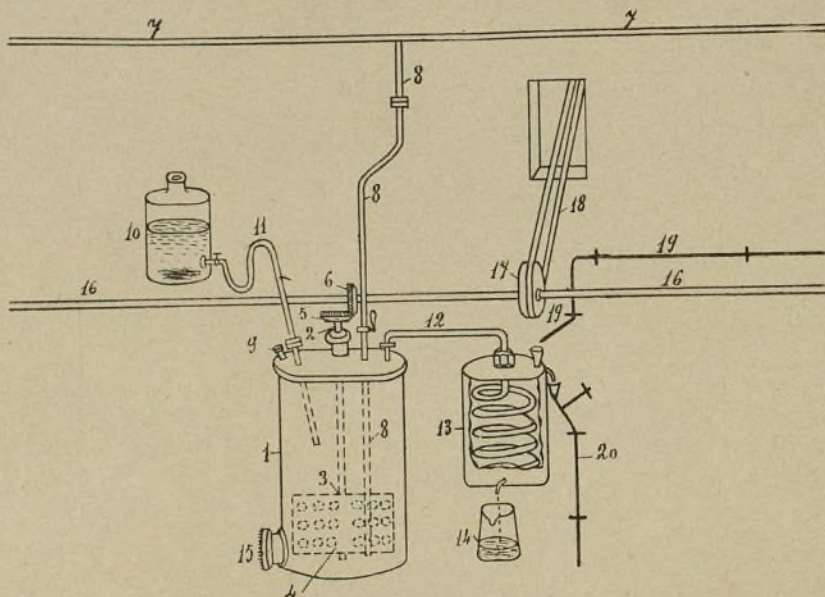
(1) El químico M. Sell separa la toluidina de la anilina bruta (que es d' aniline) aprovechando la poca solubilidad de su oxalato.



Se conocen los tres isómeros *orto*, *meta* y *para-toluidinas* (1). Obtiénese reduciendo los correspondientes nitrocompuestos. Como en la nitración del tolueno se forman a la vez los tres isómeros, con la reducción si llega a una mezcla de las tres toluidinas (en pequeña cantidad la *meta-toluidina*) y la separación se consigue vertiendo la mezcla en una solución de ácido oxálico en presencia de HCl y calentando hasta la ebullición: se separa el oxalato de *para-toluidina*, poco soluble e insoluble en éter y en el líquido filtrado se encuentra el clorhidrato soluble de las otras toluidinas. Wülfing ha demostrado que solo las aminas que tienen la posición *para* libre se pueden transformar (con HCl + NaNO<sub>2</sub>) en el correspondiente amidoazo derivado y entonces la *para-toluidina*, que se mantiene sin al-

Queda entonces el *meta-nitrotoluo* que por reducción da *meta-toluidina*; ésta forma un aceite incoloro que a 25 grados tiene un peso específico 0,998 que hierve a 197 grados.

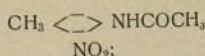
**Xilidinas.**—Por dos procedimientos podemos prepararlas; el primero, consiste en tratar el xileno por el ácido nítrico hervido que producirá el nitroxileno el cual, a su vez, bajo la influencia del sulfidato de amoníaco, se transforma en *xilidina*; el segundo tiene la ventaja de efectuar la operación directamente y se obtiene los seis isómeros que se conocen de las xilidinas y todos juntos se forman nitrando el xileno bruto y reduciendo los nitrocompuestos; el más importante es la *meta-xilidina*. Sabemos que existen diversos



Instalación y preparación industrial de las toluidinas

- 1.—Cilindro de hierro colado. 2 y 3.—Agitador mecánico. 4.—Aleta del agitador. 5 y 6.—Engranajes que imprimen el movimiento al agitador. 7 y 8.—Cañerías y tubo que conduce el vapor para calentar la mezcla reaccionante. 9.—Abertura de carga. 10.—Recipiente que contiene los productos de la destilación para ser nuevamente redestilados. 11.—Tubo comunicante para la destilación. 12.—Tubo que conduce los vapores al serpentín para la condensación. 13.—Depósito refrigerante-serpentin. 14.—Recipiente donde se recogen los productos de la condensación. 15.—Abertura-agujero de descarga del cilindro una vez hecha la operación. 16.—Eje común del engranaje vertical con la polea. 17 y 18.—Polea y correa transmisor. 19.—Cañería de agua fría para el serpentín. 20.—Cañería de desagüe del depósito refrigerante.

teración, puede separarse destilándola con vapor. La *para-toluidina* se puede separar también por enfriamiento, porque es la primera en congelarse. La *orto-toluidina* que se halla también en el alquitrán de hulla es líquida, su peso específico es 1,09, hierve a 199 grados y pardea en contacto con el aire; la *para-toluidina* es sólida, funde a 43 grados, hierve a 198 grados, es poco soluble en agua fría y en cambio es muy soluble en alcohol, éter o benzol. La *meta-toluidina* se obtiene directamente nitrando la *para-toluidina* previamente acetilada y entonces se forma



el grupo acetílico se elimina por ebullición con ácido clorhídrico y el grupo amínico se elimina diazoando.

(1). Al lector-suscriptor F. A. B. (Sabadell), hemos de manifestarle que con las letras o, m y p, acostumbramos a indicarse en Química abreviadamente, las indicaciones *orto*, *meta* y *para* para simplificar, abreviar y concretar los trabajos, estudios, operaciones, etc., etc.—N. de la R.

métodos de separación de las distintas xilidinas, debidas por los químicos alemanes, pero ignoramos las distintas operaciones que se hacen, puesto que no han sido expuestas al dominio industrial, ni al público; únicamente sabemos que los citados químicos se fundan en la diversa solubilidad de los acetatos y de los clorhidratos de las *orto*, *meta* y *para-xilidinas*. Para obtener los distintos isómeros muy puros se parte de los correspondientes nitroproductos puros.

Tanto las toluidinas como las xilidinas tienen muchísima importancia para las fábricas de materias colorantes y se obtienen en gran escala.

**Aceite de anilina para el rojo.**—Para la preparación de esta materia colorante indicamos la fórmula que precede: constituyase por 1 parte de *anilina pura* por 2 partes aproximadamente entre *orto* y *para-toluidina*; hierve a 190 y 198 grados, a mayor temperatura pierde sus buenas cualidades y no sirve como aceite de anilina para el rojo.

**Salas de anilinas.**—Impropriadamente, a nuestro mo-



desto entender, se denomina así a los compuestos de anilina con los ácidos. Respetémoslo y diremos que las sales más principales son: *clorhidrato de anilina*  $C_6H_5NH_2 \cdot HCl$ . Se obtiene químicamente puro y seco, en cristales blancos, haciendo burbujear una corriente de ácido clorhídrico gaseoso seco y puro en una solución etérea de anilina. Funde a 198 grados y se sublima parcialmente; hierve sin alterarse a 245 grados, es muy soluble en agua y en alcohol e insoluble en el éter. La industria la prepara en grandes cantidades por otro procedimiento que consiste en neutralizar la anilina a 100 grados con ácido clorhídrico concentrado (exento de cloro); se deja luego en reposo por algunos días, se separa la sal de anilina cristalizada, que se centrifuga y deseca a 50 grados; las aguas madres se evaporan hasta cristalización. Al aire, las escamas blancas de la sal se coloran en rojo o en parduzco.

La solución acuosa, en presencia del ácido clorhídrico, tñe de amarillo intenso la madera de pino y la médula de saúco. El *bromhidrato de anilina*,  $C_6H_5NH_2 \cdot BrH$ ; el *nitrato de anilina*,  $C_6H_5NH_2 \cdot NO_3H$ ; el *fluoruro de anilina*,  $C_6H_5NH_2 \cdot FH$ ; el *sulfato de anilina*,  $(C_6H_5NH_2)_2 SO_4$ ; el *acetato de anilina*,  $C_6H_5NH_2 \cdot C_2H_3O_2$ ; el *oxalato de anilina*,  $(C_6H_5NH_2)_2 C_2O_4$ ; todas estas sales se obtienen de igual manera que el de clorhidrato, o sea, tratando la anilina por la cantidad necesaria del correspondiente ácido. El *canforato de anilina*, es también una sal de la anilina  $(C_6H_5NH_2)_2 C_{10}H_{16}O$ ; que se prepara calentando en un matraz cerrado 100 partes de ácido canfórico pulverizado juntamente con 93 partes de anilina incolora; se forma primero un líquido aceitoso, el cual, extendido sobre recipientes en capas poco gruesas, va cristalizando lentamente. Los cristales de canforato de anilina son incoloros y muy poco solubles en el agua, en el alcohol; en el éter son fácilmente solubles; la glicerina en la proporción de 1 : 10 es soluble; hemos de advertir que tanto el sulfuro de carbono, como el cloroformo, lo desdoblan en sus compuestos el canforato de anilina.

**Nitrobenzenceno o nitrobenzol.**—Este compuesto químico, aunque no es una materia colorante, tiene grandísima importancia en la industria tintorera por constituir la materia prima para la fabricación de anilina, bencidina, quinolina, azobenceno y ciertas materias explosivas; por lo cual nos induce a tratar, aunque brevemente, su fabricación industrial.

Las fábricas productoras lo preparan en grandes cantidades en recipientes (de enorme capacidad) de hierro de fundición, usando casi siempre las mismas precauciones y manipulaciones indicadas para la fabricación de la nitroglicerina. Se toma 100 kilogramos de benceno, se deja caer lentamente, empleando 8 horas, la mezcla nitrosulfúrica formada por 120 kilogramos de  $NO_2H$  (a. nítrico) a 42 grados Beaumé y 180 kilogramos de  $H_2SO_4$  (a. sulfúrico) a 66 grados Beaumé. Con un agitador se remueve continuamente la masa y ésta se mantiene durante las primeras 5 a 6 horas a la temperatura de 25 grados, haciendo circular agua fría por la parte exterior del aparato; durante la última fase de la reacción se eleva un cambio, con vapor al exterior, la temperatura de la masa hasta 70-90 grados, se interrumpe, luego el caldeo y se prosigue la agitación durante otras 6 horas; con montalquidos especiales, se envía la masa a recipientes de fondo cónico, dispuestos en el piso superior. Por el reposo, la mezcla ácida se separa en la parte inferior y el nitrobenzenceno flota en ella. Decántase con espitas la mezcla ácida y el nitrobenzenceno se lava repetidamente con agua y después se destila en corriente de vapor en un recipiente de doble fondo, calentado con vapor a 2 ó 3 atmósferas. Una segunda destilación da nitrobenzenceno bastante puro, que es el que se utiliza. Una quinta destilación dará nitrobenzenceno muy puro, pero resulta bastante caro.

A continuación exponemos *las reglas* a seguir para la mezcla ácida y con objeto de evitar accidentes lamentables: En la operación de la *nitración* no se puede verter todo el benceno de una vez, porque desarrollaría tanto calor que produciría la descomposición y explosión del nitrobenzenceno recién formado. Tampoco conviene invertir la operación, es decir, agregar gradualmente la mezcla ácida al benceno, porque siendo ésta muy densa no es fácil producir la mezcla rápida y homogénea; por lo tanto, se prefiere en la práctica verter lentamente el benceno en la mezcla ácida, mantenida enérgica y continuamente removida y enfiada. La mezcla de los ácidos sulfúrico y nítrico que se prepara aparte, se obtiene vertiendo lentamente el ácido sulfúrico en el ácido nítrico (*y no al contrario*) contenido en un depósito de hierro, enfiado y agitado fuertemente. Así no existe peligro alguno de proyecciones y de reacciones ácidas y tampoco no hay producción de vapores nitrosos, porque el desarrollo de calor es más gradual. Al fin por medio de montalquidos o pulsómetros de aire comprimido se impulsa la mezcla que conduce a los recipientes que deben alimentar los aparatos de hierro en que el benceno se somete a la nitración. Son varios los sistemas de montalquidos, el más perfecto y el que dá mayor rendimiento es el tipo *Schütze*.

**Acetoluidina o acetotoluida.**—Se prepara, hirviendo en un matraz, con refrigerante de reflujo, durante ocho o nueve horas, una mezcla de partes iguales en peso de toluidina y ácido acético. En ciertas ocasiones la reacción tarda uno y hasta dos días en efectuarse. Se conoce que ha terminado cuando una pequeña cantidad de producto tomada como ensayo se solidifica completamente por enfriamiento. El producto de la reacción aún caliente se diluye con una cantidad tres o cuatro veces mayor de agua fría, se deja veinticuatro horas en reposo y se recoge la masa dividida en un colador de tela; se lava con agua, se prensa y luego, mezclada con carbón animal, se cristaliza en una mezcla de 1 parte de alcohol y 2 partes de agua.

**Colores alcalinos.**—Se dá el nombre de *colores alcalinos* o *alcali* a cierto número de materias colorantes sulfónicas (azules o violetas) que se usan para teñir la lana por un procedimiento algo distinto del empleado para fijar, sobre la misma fibra, los demás colorantes sulfónicos. Para estos colorantes el baño de tintura contiene, en vez de ácido, una sal de reacción alcalina (carbonato, silicato o mejor borato sódico). En este baño, hirviendo, permanece la lana durante media o una hora, con lo cual queda el colorante fijado sobre la fibra, si bien apenas se nota que ésta haya sido teñida; para desarrollar el color es necesario pasar la lana, después de lavada, a otro baño de agua acidulada con ácido sulfúrico que pone en libertad el ácido sulfúrico del colorante, apareciendo entonces sobre la fibra el color. Estos colorantes se han empleado mucho y siguen usándose aún en grande escala porque, además del poco coste de las tinturas con ellos obtenidas, poseen bastante solidez, llegando algunos de ellos a resistir el batanado sino es excesivamente enérgico. Tienen en cambio el inconveniente de que no pueden asociarse a colorantes de otros grupos y el de que no siendo visible el color hasta después del tratamiento con ácido sulfúrico, resulta algo difícil el teñir a *muestra*.

Los colorantes más usuales de este grupo son los azules, cuyo tipo es el *azul alcalino* o *azul de Nicholson y Limpson*, conocidos también por *sustancias colorantes ácidas*; se obtiene sulfonando el azul de rosanilina. Es un polvo azul que se disuelve mucho en agua, cuya solución es incolora, pero añadiendo a esta solución ácido clorhídrico da un abundante precipitado azul.



El azul alcalino XG es de un color verdoso y se le obtiene sulfonando la  $\beta$ -naftilrosanilina y el azul metil-alcalino que se le obtiene sulfonando la trifenil—para—rosanilina.

El violeta alcalino se prepara sulfonando el producto de condensación de la metildifenilamina con la tetraetildiamidobenzofenona; es un polvo azul, en solución acuosa es de color azul violáceo, da con el ácido clorhídrico un precipitado azul soluble en un exceso de dicho ácido quedando el líquido amarillo. Difiere algo de los azules alcalinos. Se puede teñir sobre lana por el procedimiento indicado al principio, o también en baño neutro o ácido; sus tinturas resisten el batán mejor que las de los azules alcalinos.

Todos estos colorantes que citamos pueden y son susceptibles de emplearse para teñir la seda, cuyos resultados son admirables.

Finalmente, se llaman también alcalinos algunos colorantes azoicos empleados como colores directos para algodón, que se fijan sobre esta fibra en baño de sal o de sulfato sódico ligeramente alcalinizado con carbonato sódico o con sosa cáustica; son colorantes derivados casi todos de la primulina. Como tipo de ellos citaremos el pardo alcalino (*brun alcalin*) que es un polvo pardo oscuro, la solución acuosa es de color rojo, el ácido clorhídrico da una coloración pardo oscuro, y de rojo con la sosa cáustica; se prepara copulando la primulina diazotada con la meta-fenilendiamina.

El amarillo alcalino (*amarillo oriol*) se obtiene por copulación de la primulina diazotada con el ácido salicílico. Existen otros amarillos alcalinos en cuya formación intervienen la bencidina, el ácido salicílico y el ácido dehidrotio—para—toluidinsulfónico y algunos otros colorantes de análogas propiedades (rojos, amarillos, etc.), pero todos ellos son de escasa importancia y de limitadas aplicaciones.

**Rojo amaranto.**—Es un polvo pardo rojo, soluble en el agua, tiñéndose la disolución de color fucsina: El ácido clorhídrico no le altera; por la acción de la sosa toma un color oscuro y por el ácido sulfúrico le da una coloración de violeta; añadiendo a la disolución sulfúrica se torna violeta azul. Se prepara por copulación de ácido naftiónico diazotado con el ácido  $\beta$ -naftoldisulfónico R. Se emplea en tintorería especial para teñir la lana y la seda, las cuales en baño ácido toman color rojo azulado. Se expende en el comercio con nombres distintos, según la fábrica de que procede: *rojo sólido*, *azo-rubi al ácido*, *púrpura*, *rojo naphol*, *rubi Victoria*, *rojo para lana extra*, *enanitina*.

**Amidoazotoluoles.**—Se conocen el *orto*, *meta* y *para-amidoazotoluoles*: se preparan con el ácido nítrico y las toluidinas correspondientes. El que tiene mayor importancia en la industria de las materias colorantes y que se presenta en cristales amarillos-parduscos es el *orto-amidoazotoluol*.

**Ancusa de tintes.**—Es una planta tintórea, vulgarmente llamada *Alkanna tinctoria* Tausch, género de las plantas de la familia de las boragináceas; son arbustos vellosos, con hojas esparcidas, las flores son generalmente azules, el fruto achenio, arrugado, erizado o espinoso, muy encorvado. Comprende unas 30 especies pero para la tintorería tiene importancia solamente una: la *Alkanna tinctoria* de flores negro-violetas la cual tiene una raíz de color rojo intenso de sangre, llamada por los botánicos *Radix alkanna*, en cuya corteza se halla una materia colorante de color rojo de púrpura. Esta planta se halla en las regiones del Sur de Europa y puede cultivarse en gran escala; en España existe muchas plantaciones que nacen espontáneamente y es una lástima que nadie se dedique a cultivarlas, a continuación indicaré la manera de preparar

esta materia colorante por el procedimiento ideado por mí, que consiste en lo siguiente:

Se recejen las raíces, se lavan bien con agua para eliminarlas de la tierra que contengan y se dejan secar. En un recipiente se echan las raíces y el agua necesaria que las recubra y se pone al fuego para que hierva, al momento de hervir se echa carbonato sódico, filtrando o clarificando la decocción y precipitándola luego mediante un ácido o sal ácida. La reacción ácida que puedo indicar y juzgo el más práctico para la precipitación son el bioxalato y el bitartrato potásico, a los cuales se añade nitro o alumbre; si se quiere que la precipitación se pose rápidamente añádase albúmina o gelatina, pero he de advertir que dicha precipitación se someterá a un buen lavado con agua y se disea a la sombra en el invierno, y en lugares claro-oscuros en verano, pero jamás a los rayos directos del sol. El producto obtenido es una masa terrosa, de color rojizo-pardusco, soluble en el alcohol, en éter, en los aceites grasos y en los esenciales, pero es insoluble en el agua. Puede emplearse para la pintura al óleo, a la acuarela para colorear artículos de confitería, flores artificiales, barnices y para la estampación de tejidos. Este colorante lo he registrado bajo el nombre de *Ancusina I A*.

El *papel de ancusa* se prepara empapando papel de filtro con tintura alcohólica de ancusa y dejándolo secar. Tratando la tintura con lejía de sosa al 1 por 100, se prepara con ella y papel de filtro, procediendo de igual manera, el papel de ancusa de color azul. Es un papel reactivo de propiedades análogas al papel tornasol.

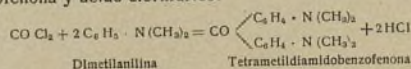
**Rojo ancusa.**—Se conoce también con los nombres de *ancusina*, *ácido ancúsico*, *alcannina* o *alkanna*; es una materia colorante de la raíz de la *Alkanna tinctoria*, es amorfa, de color rojo-pardo oscuro. La *ancusina* se utiliza lo mismo que la raíz de ancusa; el papel impregnado de una solución de *ancusina* se emplea mucho en análisis químicos y desempeña las mismas funciones que el papel tornasol.

La *ancusina comercial*, que se emplea para dar color rojo a los aceites y grasas, es una masa resinosa o especie de pomada que se prepara tratando por éter de petróleo la raíz de ancusa y evaporando después el disolvente.

**Verde ancusa.**—Se prepara por ebullición prolongada de una solución alcohólica de alcannina. Es una materia colorante de color verde negro, que se disuelve en el éter y en el alcohol que transmite a las soluciones color verde intenso.

**Amarillo de drínica.**—Es una materia colorante azoica; es la sal sódica del nitro-estilbendisulfonazofenol y se produce hirviendo el ácido *p*-nitrotoluidisulfónico *p*—amido fenol y lejía de sosa. Es un polvo pardo, soluble en el agua, cuya solución es de color amarillo parduzco; tiñe directamente el algodón, dando un amarillo sólido al lavado y a la luz.

**Auramina.**—Es un producto colorante amarillo. Se prepara industrialmente partiendo de la dimetilaminilina y el oxícloruro de carbono. Reaccionando estos dos compuestos entre sí forman tetrametildiamidobenzofenona y ácido clorhídrico:



Se calienta luego el producto de esta operación con partes iguales de cloruro amónico y cloruro de cinc a la temperatura de 150 a 160 grados, de esta manera nos da un nuevo compuesto, el *clorhidrato de auramina*.

Sandmeyer sigue otro procedimiento y consiste en calentar el tetrametildiamidodifenilmetano con azufre en una corriente de amoníaco gaseoso.

La *auramina* es un polvo amarillo que se disuelve muy bien en agua caliente, advirtiendo que se deposi-



ta en cristallitos de color amarillo al enfriamiento del agua por lo tanto es preciso tener este líquido en estado caliente; es soluble en el alcohol, éter y con el ácido clorhídrico. La *auramina* es el único colorante del grupo de las *Ketonimidas* que tiene verdadera importancia. Por sus notables propiedades tintóreas está clasificada entre los colores básicos. Se emplea para teñir el algodón con mordiente con indicios de tanino y antimonio; a la lana directamente la tinte en baño neutro; se emplea igualmente para teñir el cuero y el papel. En la tintura del algodón se emplea sola, para teñir de amarillo, o mezclada con otros colorantes (principalmente fuscina, para matices de rojo escarlata). Para los estampados se emplea principalmente para obtener *rongeages* amarillos con sal de estaño. En el comercio se hallan mezclas de auramina y fuscina con el nombre *Escarlata de fuscina* y de auramina y safranina con el de *Escarlata de safranina*. En la industria fotográfica para obtener los *écrans* (vidrios) amarillos para las lámparas de los laboratorios, para linternas y para los lentes en óptica.

**Auramina G.**—Es un isómero de la anterior. Se prepara calentando el dimetildiamidoditortolilmetano simétrico con azufre en una corriente de gas amoníaco. Se emplea con la misma importancia en la industria tintorera del algodón que la auramina ordinaria, de la cual se diferencia por su matiz, que es más verdoso.

**Azocarmín.**—Bajo este nombre y con el de *rosazina*, se conoce en la industria tintorera la sal sódica del ácido fenil-rosindulindisulfónico (*Azocarmín G.*); que es una pasta roja, con brillo metálico característico dorado; con dificultad es soluble en el agua, se emplea para teñir la lana, en baño de ácido, de color rojo bastante sólido.

Hay otro colorante el *Azocarmín B.*, que es una sal sódica del ácido fenil-rosindulindisulfónico que tiene análogas propiedades y aplicaciones que el anterior del cual tan solamente se diferencia por el matiz que es violáceo.

**Azo eosina.**—Es una sal sódica del ácido orto-anisidinaaftosulfónico. Es un polvo rojo, soluble en el agua y muy poco en el alcohol; se emplea para teñir en baño ácido la lana sin mordiente. La coloración que transmite a la lana es análoga a la que da la *eosina* y a ello se debe su nombre de *azo eosina*, no obstante de que su constitución química nada tiene que ver con las verdaderas *eosinas*.

**Azogaleína.**—Es una materia colorante constituida por el dimetilparafenilendiaminazopirrolol. Es un compuesto azoico, como sabemos, que en virtud de la presencia de los oxhidrilos del pirrolol, se combina con los mordientes metálicos para formar lacas. Se emplea mucho para teñir de color violeta obscuro

la lana preparada con mordiente de cromo.

**Azofosfina.**—Se prepara copulando con resorcina el compuesto diazoico del meta-amidofenil-trimetilamonio. Se emplea en gran escala para la tintura del cuero y pieles.

**Azoflanina.**—Se la prepara por la acción del ácido nítrico sobre el anaranjado de difenilamina. Se emplea para teñir la lana y la seda de amarillo en baño de ácido; las tinturas obtenidas resisten muy bien la acción de los ácidos y los lavados.

**Azofentleno.**—Se prepara sometiendo a la destilación seca el azobenzoato básico o haciendo pasar anilina a través de tubos calentados al rojo fuerte. Es una materia colorante de mucha importancia.

**Azofenina.**—Es un derivado de la anilina, de laminas de color rojo granate. La *azofenina* es un producto intermedio de la preparación de las materias colorantes del grupo de las indulinas. Se denomina también *dianilidoquinondianilo*; su importancia además de colorante, es como materia prima, como dejamos dicho, para la preparación de muchas materias colorantes. Se prepara calentando el quinondianilo con anilina.

**Azobenzol.**—Se prepara por reducción del nitrobenzol en disolución alcohólica mediante la amalgama de sodio, por destilación de una mezcla de partes iguales de nitrobenzol y potasa cáustica en disolución alcohólica, por oxidación del clorhidrato de anilina, vertiendo nitrobenzol en una disolución de cloruro estannoso en un exceso de lejía de sosa, haciendo actuar el nitrobenzol sobre la anilina y por la acción del zinc en polvo sobre una disolución alcohólica de benzol adicionada de algo de lejía de sosa. El procedimiento industrial más sencillo consiste en destilar una mezcla íntima de una parte de azoxibenzol y tres partes de limaduras de hierro.

**Azoxibenzol o azo-oxibenzol.**—Se prepara juntamente con azobenzol, en la reducción del nitrobenzol en disolución alcalina especialmente mediante la amalgama de sodio. Para prepararlo se añaden 30 partes de nitrobenzol a una disolución de 10 partes de sodio en 250 partes de alcohol metílico, se hierve de cinco a seis horas en un recipiente enlazado con un refrigerante de reflujo, se destila luego el alcohol metílico, se lava el residuo con agua y se cristaliza el azoxibenzol que poco a poco se solidifica de su disolución en ligroína. Los agentes reductores lo convierten en azobenzol, después en hidrobenzol y finalmente en bencidina o diamidodifenilo.

**Hidrazobenzol o difenilhidracina.**—Se la prepara por reducción del azobenzol y del azoxibenzol mediante el sulfuro amoníaco.

(Continuará).

ANGEL DE ARAMBURU Y GARCÍA.

## ULTIMAS INVENCIONES

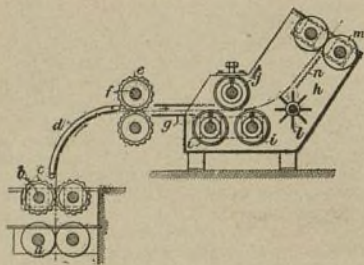
### Limpiadora de planchas de metal

Consiste esta invención en un aparato conforme a un nuevo método para limpiar las planchas metálicas, como por ejemplo la hojalata, inmediatamente después de terminado el proceso o serie de operaciones del estañado y se basa en la provisión de ciertos medios adecuados para comunicar a las planchas, a su salida del baño de revestimiento, una vibración al objeto de sacudir el exceso de metal acumulado en los cantos de la plancha, repartiéndolo con perfecta igualdad por toda la superficie.

En la figura, *a* son los rodillos usuales para sacar las planchas verticalmente del baño de estaño (no representado) en el que este metal está cubierto por una capa de grasa. A una pequeña distancia por encima de los rodillos *a* existe un par de ejes paralelos *b* sobre los que a intervalos longitudinales hay una serie de discos dentados *c* o de rodillos alternativamente acanalados que se extienden sobre toda la amplitud de la superficie de la plancha. Estos discos *c* están dispuestos por pares entrelazados y la proximidad de un disco *c*



sobre un eje *b* al correspondiente disco *c* del otro eje *b*, es tal que la plancha se encorva casi impercepti-



blemente en direcciones opuestas cuando pasa entre los discos opuestos *c*, produciendo de este modo las vibraciones más arriba mencionadas. Los discos *c* li-

bran la plancha conduciéndola hacia arriba y llevándola por debajo de la guía curvada *d*, con la que la pone en contacto, obligándola en su avance a tomar la misma curvatura e insensiblemente y gradualmente la dirección horizontal. Eventualmente, la plancha penetra y es asida por un par de series o juegos semejantes de discos dentados *e* montados sobre ejes paralelos *f* que la conducen entre guías *g* a la cámara *h* de salvado. En esta cámara *h*, la plancha pasa sobre un par de juegos paralelos de rodillos *i* y bajo de otro *j*, intermedio, que juega sobre un soporte de muelle, de suerte que la serie de rodillos *j* ejerce una ligera presión hacia abajo sobre la plancha que la obliga a tomar sobre el segundo rodillo *i*, una inclinación que en su movimiento de avance se convierte en posición de guía ascensional para pasar entonces sobre una rueda *l* de paletas, las cuales, batiendo el salvado, lo ponen en contacto con la superficie inferior de la plancha para limpiarla de modo semejante. La plancha sale de la cámara *h* de salvado entre los cilindros bruñidores *m*.

### Transmisión para motores de automóviles

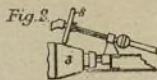
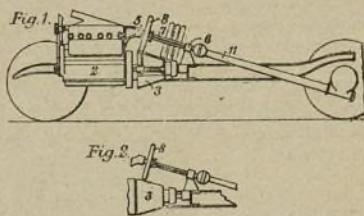
Es particularmente aplicable esta transmisión perfeccionada a la del tipo en que un cono que gira sobre su eje movido por el motor, obra por contacto y fricción de su superficie sobre una rueda montada sobre un eje mediante el cual se mueven las ruedas tractoras del vehículo. Y en este tipo de transmisión por la que se han de transmitir velocidades variables a las ruedas tractoras, la rueda de fricción está montada de manera que se pueda deslizar sobre su eje para variar el punto de contacto con el cono.

El dispositivo de que vamos a dar conocimiento, constituye un perfeccionamiento en la construcción de las transmisiones de fricción de que acabamos de hacer referencia: un cono (3) es movido por el motor (2); con la superficie de revolución de este cono hace contacto una rueda (8) de fricción, la cual va montada solidaria en un eje (7) paralelo o aproximadamente paralelo con la cara del cono, conectándose sea directamente por un eje (11) a la cardan, por el se transmite el movimiento a las ruedas tractoras o se conecta a un contra-eje por medio del cual se mueven las ruedas o se conecta de otra manera para mover las ruedas o una de ellas.

El eje (7) juega en cojinetes (5) y (6) en el arma-

zón; la regulación de la presión de la rueda de fricción puede verificarse con facilidad ajustando un tipo o contrafuerte que intervenga la posición de funcionamiento del cono deslizable o su eje.

La variación de velocidad se obtiene ajustando la

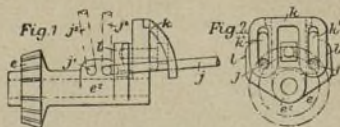


posición de la rueda (8) de fricción perpendicularmente sobre el eje.

Para desconectar el motor (2) de las ruedas, cuya operación puede efectuarse instantáneamente, el cono (3) es deslizable sobre el eje (1) en que está montado pudiendo además desviarse perpendicularmente por medio de un pedal.

### Montaje para púas de rastrillos

Esta invención se refiere a un medio para montar púas en ringleras giratorias formando series de éstas



u horquillas dispuestas en conexión alrededor del eje de rotación.

Las púas pivotan separadamente, en cualquier for-

ma que sea preciso, en los órganos conductores. Unas guías dispuestas en los órganos conductores limitan el movimiento de las púas. En las figuras, *e* es el piñón planeta y *e'* es un buje que puede formar una pieza con aquél; *j, j'*, son las púas cuyos extremos interiores tuercen en ángulo recto para formar pivote en los orificios *j', j'*, sobre el buje *e'*; *k*, es un órgano de guía que contiene dos ranuras *k', k''*, en las cuales las púas juegan libremente dentro de los límites de longitud de aquéllas, de suerte que sus extremos exteriores pueden seguir con facilidad la configuración del terreno sobre que pasen; *l, l'*, son unas asas formadas sobre el buje *e'*, para retener las púas en el sentido



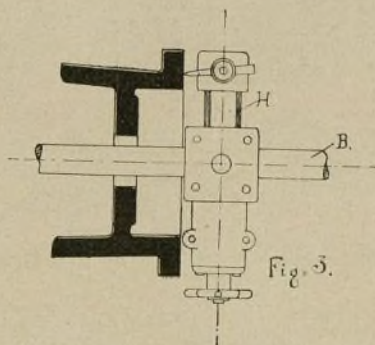
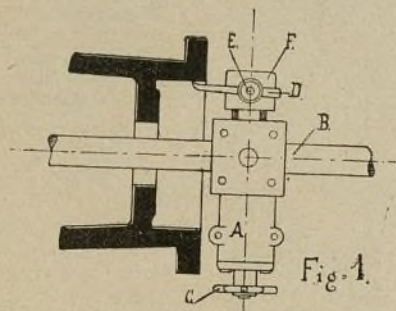
lateral de su posición. El órgano *k* se asegura sobre el buje por medio de un perno. Las púas pueden desmontarse destacando la pieza de guía *k* haciéndola deslizar

fuera de aquéllas después de haberlas hecho girar hasta la posición  $j_2, j_3$ , sacándolas de los orificios en que pivotan.

### Nuevo soporte universal para taladradoras

Resulta este soporte universal para taladradoras, una herramienta de indiscutible utilidad para diversos trabajos. El dificultoso procedimiento de fresar con cuchillas en forma, que nunca elaboran una superficie exacta, queda descartado por el empleo de este nuevo soporte.

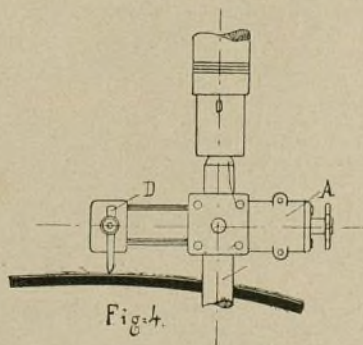
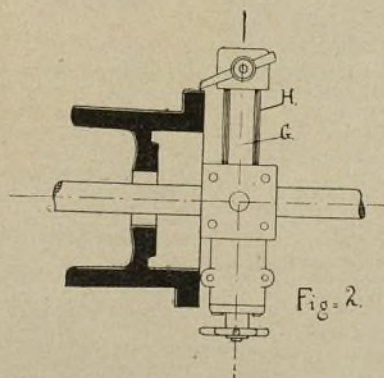
En la figura 1, se representa el dispositivo esca-



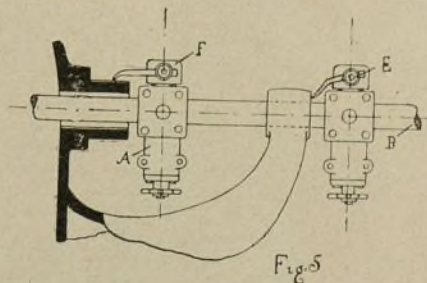
El armazón F está provisto de un vástago central G (figura 2) roscado convenientemente en H cuya

Este dispositivo entra a formar parte de los organismos auxiliares para las máquinas de construcción y es propio para acoplarlo a las máquinas taladradoras si bien puede también utilizarse en tornos, taladradores horizontales, etc.

Consta de un armazón A (fig. 1), el cual se sujeta a la barra taladradora B de la máquina en cuestión.



rosca es graduable por medio de la rueda C indicada anteriormente.



El armazón está provisto de una pequeña rueda engarzada a un tornillo al objeto de proporcionar una buena sujeción del dispositivo. Al mismo tiempo esta rueda sirve también para graduar la posición de la herramienta D.

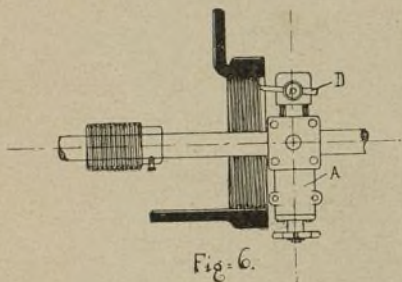
Esta herramienta va sujeta por los tornillos de presión E y montado el conjunto sobre el porta-herramientas F.

En la figura 2 el dispositivo representa estar referenciando la misma brida de la figura 1; y en la figu-



ra 3 por medio de una disposición adecuada, se torne a la misma.

En la figura 4 el dispositivo se ha adosado a una



taladradora vertical y su disposición es tal como se emplea para recortar un orificio en una caldera.

Empleando el dispositivo doble, puede trabajarse a un mismo tiempo dos superficies distintas y hasta verificar movimientos completamente diferentes tal como se indica en la figura 5.

Si se adecúa la herramienta que ha de utilizarse para el caso, pueden asimismo obtenerse roscas de calibres determinados.

Esta disposición puede apreciarse en la figura 6.

Las letras indicadas en las figuras, corresponden todas por igual.

Estos dispositivos se construyen de diferentes tamaños aun que la construcción siempre es la misma variando únicamente en razón a la resistencia que tengan que vencer.

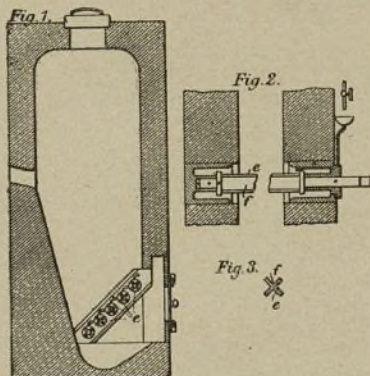
En los modelos más grandes, se acostumbra también a proveerlos de un dispositivo formado por una rueda de escape. Esta rueda va combinada con un juego de palancas y permite un movimiento longitudinal del dispositivo en cuestión, con lo cual la variación de lugar se hace automáticamente.

### Emparrillado giratorio

Se refiere esta invención al tipo de parrillas de productores de gas, cuyas barras de fuego son ranuradas o acanaladas longitudinalmente, pudiendo girar sobre sus ejes para facilitar la limpia y disponiendo de medios apropiados para poder verter o hacer pasar agua por las ranuras.

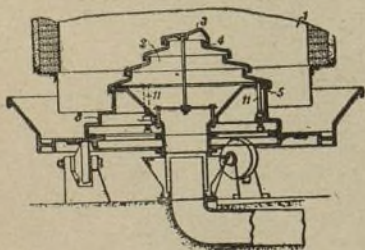
Un productor de gas modernamente construido debe estar provisto de una parrilla de este tipo, cuyas barras *e* (figs. 1 a 3) están dispuestas horizontalmente, gracias a lo cual las acanaladuras están siempre llenas de agua, con lo que se obtiene una evaporación muy eficaz sosteniendo la temperatura del combustible en un grado altamente eficiente.

Las barras *e* deben ser con preferencia de sección cruciforme como se representan en las figuras, de suerte que a lo largo de cada barra se forman cuatro acanaladuras *f* (fig. 3) dispuestas circunferencialmente alrededor de ellas. La colocación más conveniente de las barras, es la que se representa en la figura 1, cuyo conjunto formando la parrilla se dispone en inclinación normal a la horizontalidad necesaria de las barras.



### Productores de gas

El objeto especial del aparato o dispositivo representado en la figura, es el de la regulación directa de



las secciones de las aberturas que dan entrada al aire en el hogar, en las diferentes zonas de las tongadas o camas de producción, sin alterar la presión en el inte-

rior de la cámara de aire y en todas las aberturas, pudiendo funcionar durante la acción productora del aparato principal.

El productor (1) está provisto de una tubería central (2) compuesta de varios segmentos anulares concéntricos superpuestos (3), que forman entre sí múltiples aberturas de corriente, concéntricas (4 y 5); la cubierta de la base (8) de la cámara de viento está provista de cebeteras adecuadas para recibir las tuercas de los pernos (11) verticalmente dispuestos que pasan por aberturas abiertas en la cubierta (8). Los extremos superiores de los pernos (11) están colocados para soportar el segmento (3) más bajo por su cara inferior.

Si durante la operación se desea aumentar la corriente de aire por la abertura inferior (5), se hacen girar los pernos (11) de manera que se levante el segmento sobre su apoyo. Al levantarse el segmento, la abertura (5) aumenta en amplitud y por lo tanto en sección. Para reducir esta sección y de este modo la corriente de aire por la abertura (5), se verifica la operación inversa.



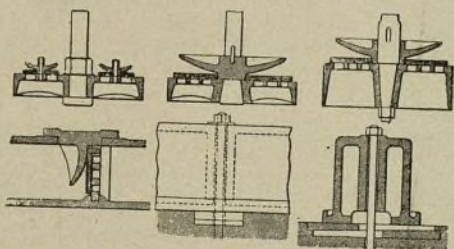
## Las averías de las máquinas de vapor, fijas

Las causas de las averías de las máquinas de vapor pueden clasificarse de la manera siguiente:

CAUSAS	1881 a 1890 por 100	1891 a 1900 por 100	1901 a 1910 por 100
1.—Negligencia o ignorancia de los propietarios o de sus subordinados.	19	22	19
2.—Defectos de resistencia, proyectos mal estudiados o mal ejecutados.	30	30	21
3.—Defectos antiguos, desgaste, rupturas.	15	21	31
4.—Causas inciertas o accidentales.	36	27	29
	100	100	100

con frecuencia muy débiles para resistir los esfuerzos que han de soportar, pero un gran número de averías provienen de las rupturas de pernos, de los tornillos y de las chavetas, que dan lugar algunas veces al embalamiento. Para evitar este accidente cada máquina deberá estar provista de un dispositivo automático gobernado a distancia obrando sobre el grifo de admisión.

**Órganos de gobierno, válvulas y émbolos con válvulas, de las bombas neumáticas.**—Las averías más frecuentes son las de las bombas neumáticas; las causas de la mitad de ellas son la corrosión y el descuido, éste sería casi perdonable dada la sujeción y la oscuridad de los rincones en los que con frecuencia se instalan las bombas neumáticas. Se debe



Figs. 1 y 2.—Montaje correcto de un émbolo de válvulas, en su varilla. — Fig. 3.—Montaje defectuoso de un émbolo de válvulas, en su varilla. — Fig. 4.—Montaje correcto de una caja de válvula. — Figs. 5 y 6.—Montaje correcto de un bastidor. — Fig. 7.—Porcentaje de averías de cilindros en relación al número total de averías.

El tanto por ciento constante de la primera línea prueba que el desarrollo de la instrucción no ha cambiado la naturaleza humana, pero la disminución del porcentaje de la tercera columna de la segunda línea demuestra que las sumas empleadas en la educación técnica no se han perdido por completo; desde luego la comparación del porcentaje 23 obtenido en 1901 con el 16 correspondiente al año 1910 nos dá esta convicción; la tercera línea nos demuestra que las averías debidas a la ignorancia, a los descuidos, a la mala ejecución y a las concepciones erróneas están reemplazadas por las averías debidas al desgaste.

Al empezar esta estadística hace ya 34 años, las máquinas que funcionaban de 40 a 60 horas por semana, ofrecían un promedio de una avería durante los primeros cinco meses y medio, mientras ahora que se han duplicado las velocidades y las presiones, no se registra más que una avería en nueve meses y medio.

**Válvulas y órganos de distribución.**—Una tercera parte de la totalidad de las averías es debida a las válvulas; la proporción de las averías de válvulas se ha duplicado desde hace 35 años habiendo aumentado con el empleo de las distribuciones Corliss y otras formadas por un gran número de piezas, las cuales son

prestar atención a la corrosión y para prevenirla abstenerse de colocar pernos, tornillos, anillos, válvulas y guías en los cilindros. Los émbolos de válvulas no tienen necesidad de ser estancos; deben estar unidos a la varilla fijándose contra un cuello de reborde o un cono cuyo vértice mire hacia fuera, por medio de un tornillo o de una chaveta colocados por encima del émbolo (figs. 1 y 2) y no por debajo con el vértice del cono hacia dentro (fig. 3), a fin de evitar que los émbolos caigan dentro del cilindro en caso de que se suelten por rotura de las uniones.

La válvula inferior debe fijarse en una ranura dispuesta en su caja y la guía ser fundida con la cubierta de manera que queden suprimidos los pernos los cuales se oxidan y se rompen (fig. 4).

Si la bomba es horizontal, el émbolo formado de un disco macizo se reemplaza o se circunda por un anillo, cuando esté usado; puede atornillarse o enmangarse en caliente sobre su varilla. Se deben evitar las combinaciones de hierro y de bronce, pues si el agua es ácida, una varilla de hierro rodeada de bronce se cortará como con un cuchillo en el punto donde termine el bronce.

Es necesario verificar con cuidado todas las uniones, colocar las bombas de modo que sean fácilmente



accesibles y si queda cualquier duda sobre el libre paso del agua bajo la acción de la gravedad, disponer el gobierno de manera que se produzca una presión por lo menos de 3,5 kgs. por  $\text{cm}^2$  sobre las válvulas.

**Placas de fundación.**—La mayor parte de las rupturas de los bastidores o de las placas de fundación provienen del pilonaje de la máquina o de la torsión de los pernos de fundación por consecuencia de la introducción del aceite entre el bastidor y la fundación. Aunque los sistemas de engrasado modernos difícilmente dan lugar a derramamiento de aceite, la práctica moderna consistente en instalar la placa de fundación sin pulir sobre la fundación de hormigón, regulando su nivel con calzos de hierro y la inyección de cemento, permite al aceite pasar con más facilidad que antes, de suerte que las averías del bastidor han alcanzado el 7 por 100 durante los diez últimos años. Los bastidores y placas de fundación deben, pues, guarnecerse en su base de rigolas para la evacuación del aceite (figs. 5 y 6). Es ventajoso pulir la superficie inferior del bastidor en las proximidades de los pernos de fundación y regular su nivel por medio de dos placas pulidas de sección trapezoidal.

**Cilindros.**—Antes las averías de los cilindros eran debidas especialmente a los golpes de agua y al decaíde del émbolo. En el día se deben a los golpes de agua y a la insuficiencia de resistencia. El diagrama de la figura 7 representa las variaciones del porcentaje de estas averías por períodos de cinco años.

Hacia 1884 se empezaron a aumentar las presiones. En esta época, una presión de 5,6 kgs. por  $\text{cm}^2$  se consideraba elevada; hacia 1890 se introdujeron las presiones de 11,2 kgs. por  $\text{cm}^2$  y como consecuencia, se ve aumentar el porcentaje de roturas a causa de resistencia insuficiente de los cilindros que sufren esfuerzos muy considerables; ha bajado cuando el efecto de las formas de construcción mejor estudiadas hizo sentir su influencia.

Un excelente medio para hacerse cargo de los esfuerzos que ha de soportar un cilindro es el de representárselo como si fuera de caucho. Se citan dos casos típicos de ruptura de cilindros, uno construido en 1894, para una presión de 8,4 kgs. por  $\text{cm}^2$  que ha funcionado bajo esta presión durante ocho años, después durante dieciocho meses a 9,8 kgs., a continuación durante seis meses a 11,2 kgs., rompiéndose por fin; es fácil observar que los esfuerzos sufridos por el cilindro según la fórmula de Unwin alcanzan 11,3 kilogramos en el sentido de las roturas, cuando el máximo en un cilindro bien construido, no debe pasar de 5 a 6 kgs. por centímetro cuadrado.

Suponiendo el cilindro de caucho se observa que los dos lados de la parte superior de la envoltura se hallan solicitados hacia el exterior, debiéndose producir una flexión en el sentido en que aparecen las roturas.

El otro cilindro estaba igualmente mal construido, dando lugar a roturas en las planchas que separan los orificios a partir de sus ángulos; si hubiera sido rígido, los esfuerzos no hubieran sido excesivos. Es difícil, ciertamente, construir un cilindro en una sola pieza, habiendo de soportar fuertes presiones y altas temperaturas; es preferible formar el cilindro de un tubo

continuo y colocar las válvulas en los fondos de los cilindros unidos con pernos sobre las bridas del cilindro propiamente dicho. Entonces es posible construir éste de metal duro dando una característica aproximada de 40 en el escleroscopio de Shore, mientras que las demás partes complicadas no pueden construirse con un metal que dé más de 36.

Rara vez llega el agua desde la caldera a los cilindros en cantidad suficiente para producir averías, cuando la tubería está convenientemente dispuesta con una pendiente continua de la caldera al separador de agua de condensación y una ascensión continua del separador al cilindro; los codos de los tubos en un plano vertical pueden llenarse de agua y esta agua ser arrastrada por el vapor, pero raramente en cantidad suficiente salvo cuando llega por la parte alta de los cilindros verticales, o en los cilindros horizontales cuyos orificios de escape están por encima.

Los golpes de agua provienen generalmente del condensador, cuando la máquina marcha lentamente y la llave de inyección está abierta o cuando no ha desaparecido el vacío; puede fácilmente suceder que funcionando lentamente la bomba neumática, llegue al condensador más agua de la que aquélla puede hacer evacuar y este exceso de agua llene el tubo de escape y el cilindro; por esta razón cuando las bombas son movidas por la máquina, debe destruirse el vacío en el condensador antes de cerrar la llave de admisión y si la bomba es independiente debe siempre pararse antes que la máquina.

**Émbolos y varillas.**—Antes de 1899, el promedio de averías de los émbolos era de 2,5 por 100, se eleva a 4,8 por 100 en el momento en que las presiones se elevaron a 11 kgs. por  $\text{cm}^2$ . Durante los últimos años el 47 por 100 de estas averías se han debido a roturas de tornillos, pernos y segmentos, el 17 por 100 a golpes de agua y el resto a causas diversas.

Las roturas de émbolos serán la mitad menos numerosas cuando se hayan sustituido completamente los émbolos de una pieza con segmentos elásticos de fundición colocados en las ranuras de los pistones de plato con guarniciones imaginarias. Las roturas de varillas han tenido siempre lugar junto a los orificios de las chavetas siendo debidas a las tensiones concentradas en sus ángulos.

**Bielas.**—Las roturas se producen generalmente en las cabezas, algunas veces en la horquilla, raramente en el cuerpo.

Los tres tipos más frecuentes de biela son: la biela de cabeza cerrada (fig. 8); la biela de cabeza con chapa de clavija (fig. 9) y la biela tipo de la marina (figuras 10 y 11). Esta última es la menos segura a causa de las roturas frecuentes de los pernos de ensamble de su cubierta.

Las principales causas de las roturas son: los esfuerzos y choques alternativos y repetidos, los cambios de forma muy bruscos, las tensiones de flexiones transversales resultantes de la inercia de la biela.

Los remedios son los siguientes: no confiar el recocido a manos inexpertas, no reducir los diámetros sino progresivamente, emplear un fileteado de ángulos menos vivos que el del tipo inglés; los cierres y los conos deben trabarse exactamente a las partes cilíndri-

Fig. 8.

igualm  
cara in  
para q  
pare. E  
beza d

Bo  
de las  
seguid  
de los  
de 189  
tuosas,  
guidos  
adopció  
te y a l  
rrientes  
 $\text{cm}^2$  y  
Las  
de ejem  
velas; l  
por no  
tes para  
la, los b  
radio de  
gar a la  
ciendo l  
H carec  
del émb  
de diám  
Los  
presión  
vez los



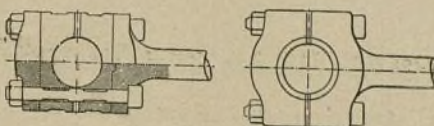
cas y todos los filetes ejecutados con mucho cuidado, de manera que no exista ningún punto que pueda dar lugar a la formación de partes débiles o defectuosas; la sección neta de los pernos y no su diámetro debe ser poco más o menos la de las bielas.

La biela de la figura 10 debe proscribirse, pues se concibe fácilmente el efecto de una flexión transversal resultante del desgaste o del juego. Los pernos de hierro forjado ofrecen más seguridad que los pernos de acero.

Las bielas de cabeza abierta fijadas por medio de chavetas y contrachavetas ofrecen un poco más de seguridad que las bielas del tipo marino; sin embargo, bajo el efecto de los esfuerzos de flexión transversal producidos por su inercia, los remaches de las chavetas gastan la cabeza de la biela que se rompe generalmente por el orificio de engrase; la rotura empieza casi siempre por la cara interna.

La tercera forma de cabeza, es sin duda alguna la mejor; las roturas, cuando se producen, empiezan

A este objeto la parte del botón sobre la que la manivela se apoya debe ser de un diámetro mayor que las partes adyacentes como lo indican las figuras M, N, O, reduciéndose los esfuerzos de 5,5 a 6,3 kilográ-



Figs. 10 y 11.—Cabezas de bielas tipo marino.

mos por cm.<sup>2</sup>; a la adopción de estos principios se debe la disminución de roturas a partir del año 1898. La figura P representa una rotura inexplicable.

**Cigüeñales.**—La mayor parte de las roturas son debidas a las modificaciones moleculares resultantes del desgaste y de las vibraciones y a la extensión de las pequeñas faltas preexistentes en el interior del árbol o producidas ulteriormente en su superficie por las caídas.

**Engranajes.**—Cuando en 1879 se empezaron a sustituir en las hilaturas de algodón, las máquinas de balancín de 400 a 500 caballos por máquinas horizontales de doble potencia, a aumentar las velocidades de los engranajes de 550 a 700 m. por minuto, las presiones sobre los dientes de 4.500 a 8.000 kgs. y las relaciones de reducción de  $\frac{2,25}{1}$  a  $\frac{3}{1}$  ó  $\frac{3,5}{1}$  se han com-

probado innumerables roturas de engranajes. Aunque se atribuyeron a las vibraciones, al desgaste o a otras causas, fueron debidas únicamente al empleo de dientes muy largos y muy gruesos. En efecto, la longitud

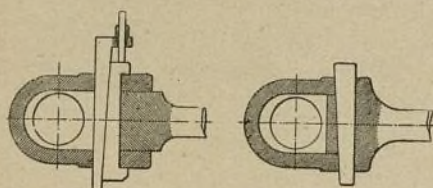


Fig. 8.—Cabeza de biela cerrada.

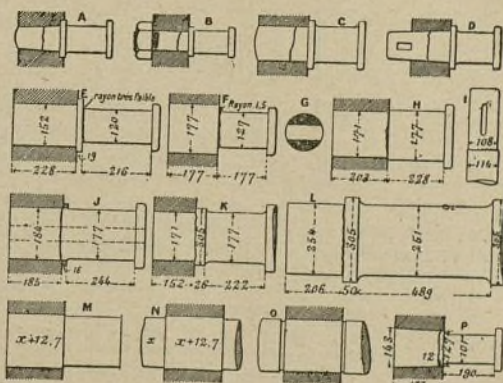
Fig. 9.—Cabeza de biela de chapa.

igualmente por el orificio de engrase del lado de la cara interior, pero se extiende demasiado lentamente para que se pueda descubrir antes que la cabeza se separe. En más de 6.000 averías, una sola rotura de cabeza de biela ha producido daños.

**Botones de manivelas.**—La frecuencia de las averías de los botones de manivelas ha seguido la misma marcha que la de las averías de los cilindros; su aumento comprobado desde 1894 a 1898, fué debido a formas defectuosas, a los malos métodos de montaje seguidos y a sobrecargas; su disminución a la adopción de un método de montaje conveniente y a la reducción de los esfuerzos. Son corrientes esfuerzos de 8 a 10 kilogramos por cm.<sup>2</sup> y aún se dan casos de valores dobles.

Las figuras 12 a 27 representan una serie de ejemplos de roturas de botones de manivelas; los botones A, B, C, D, se rompieron por no haberse procurado los medios suficientes para impedir su movimiento en la manivela, los botones E y F, tenían sus encajes de radio demasiado pequeño, dando con ello lugar a la formación de puntos débiles pronunciando la rotura de arriba abajo (G). El botón H carecía de encaje, lo mismo que la varilla del émbolo I; su rotura fué debida al cambio brusco de diámetro.

Los botones J, K, L, se rompieron a causa de la presión de contracción ejercida por la manivela una vez los botones montados en caliente.



Figs. 12 a 27.—Botones de manivelas: L, ejemplos de roturas de botones montados en forma defectuosa; M, N, O, montaje correcto; P, rotura inexplicable de un botón correctamente montado.

de los dientes es en la actualidad de 0,45 a 0,55 del paso, en vez de 0,66 a 0,75, pudiéndose todavía reducir con ventaja en ciertos casos. Las roturas de engranajes son actualmente alrededor del 10 por 100 del número total de averías, pero esta reducción es en parte



debida a la sustitución por transmisiones teledinámicas. En efecto, aunque los engranajes sean hoy de acero en vez de hierro, que los dientes sean tallados en lugar de moldeados, que su longitud, así como su paso, se

haya reducido, no será nunca posible transmitir por engranajes más de 1.200 caballos de fuerza.

A. S.

(De la *Revue de Mécanique*.)

## Campo de dos corrientes rectilíneas indefinidas y paralelas <sup>(1)</sup>

### I. Las dos corrientes son de igual sentido

Pasemos ahora a estudiar la acción de dos corrientes sobre un átomo del medio, del cual ocupa el centro el punto  $m$  y por él hagamos pasar un plano perpendicular a la dirección de las corrientes. Las intersecciones de sus hilos conductores las representamos por dos pequeños círculos de radio  $r$  y de centro  $p$  y  $p'$ . Designemos sus intensidades por  $i$  e  $i'$ , la línea de los centros  $pp'$  por  $2e$ , y las distancias  $mp$  y  $mp'$  por  $\rho$  y  $\rho'$ .

La acción de las dos corrientes sobre el átomo  $m$  está representada por la ecuación

$$\varphi = A \left( \frac{i}{\rho} + \frac{i'}{\rho'} \right)$$

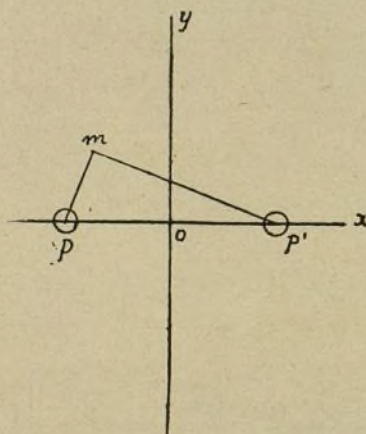


Fig. 1.

Esta acción es paralela a las corrientes y las superficies isodinámicas son cilindros cuya sección recta tiene por ecuación, en coordenadas bipolares,

$$\frac{i}{\rho} + \frac{i'}{\rho'} = \frac{\varphi}{A}$$

En el caso en que  $i' = i$ , esta ecuación se convierte

$$\frac{1}{\rho} + \frac{1}{\rho'} = \frac{\varphi}{Ai'}$$

y para hacerla homogénea, poniendo en vez de  $Ai' = \frac{2}{K}$  tendremos

$$\frac{1}{\rho} + \frac{1}{\rho'} = \frac{2}{K}$$

Esta es una curva tal, que la suma de los inversos

de sus radios vectores sea una cantidad constante; es simétrica, por la relación que guarda con la línea de los polos  $p$  y  $p'$  y a la perpendicular  $oy$  levantada en el punto medio de  $pp'$ . El eje  $oy$  es cortado por la curva en dos puntos que nos los da la relación:

$$\frac{2}{\rho} = \frac{2}{K} \text{ ó } \rho = R, \text{ y por lo tanto } K > e.$$

Los dos puntos de intersección se reducen a uno solo por  $K = e$  y por  $K < e$ , la curva no corta ya a  $oy$  y se compone de dos curvas separadas.

La línea de los polos, está cortada en 2, 3 ó 4 puntos según se tenga  $K \geq e$ . Los dos vértices exteriores a los polos  $p$  y  $p'$  existen siempre y nos los da la ecuación

$$\frac{1}{\rho} + \frac{1}{2e + \rho} = \frac{2}{K}$$

Los interiores

$$\frac{1}{\rho} + \frac{1}{2e - \rho} = \frac{2}{K}$$

Observemos que  $\rho$  y  $\rho'$  deben formar siempre un triángulo con la línea de los polos  $pp'$  ó  $2e$ , y están sujetos a las dos condiciones

$$\rho + \rho' > 2e \quad \rho - \rho' < 2e \quad \text{suponiendo } \rho > \rho'$$

Para estudiar la posición de las tangentes a la curva, es preciso transformar las coordenadas bipolares en rectangulares por medio de las relaciones

$$\rho^2 = y^2 + (e + x)^2; \quad \rho'^2 = y^2 + (e - x)^2$$

Se tiene entonces para  $y = 0$  y  $x \geq 0$ ,  $\frac{dy}{dx} = \infty$ ; las tangentes son perpendiculares al eje desde  $x$ .

Para  $x = 0$  ó  $y \geq 0$ ,  $\frac{dy}{dx} = 0$ ; las tangentes son paralelas al eje desde  $x$ .

Finalmente para  $x = 0$  ó  $y = 0$ ,  $\frac{dy}{dx} = \pm \sqrt{2}$ .

De aquí resulta que el centro  $O$  de la curva es un punto de doble inflexión, que esta curva tiene la forma de un ocho horizontal  $\infty$ , y que se halla comprendida entre el ángulo de las dos tangentes  $y = \pm x \sqrt{2}$ .

### II. Las dos corrientes son de sentido opuesto

Este caso, es análogo al precedente, y dando a las letras los mismos significados, hallamos que las superficies isodinámicas continúan siendo cilindros, cuyas generatrices son paralelas a las direcciones de las corrientes; siendo la ecuación de la sección normal

$$\frac{i}{\rho} - \frac{i'}{\rho'} = \text{corriente.}$$

(1) Véanse las páginas 35, 36, 37 y 38.



El valor  $i = i'$  podemos ponerlo bajo la forma

$$\frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho'} = \frac{1}{K} \quad (1)$$

Salta a la vista que la curva es simétrica por correspondencia con la línea de los polos  $p p'$ . Si el punto  $m$  está en ella, su simétrico  $m'$  lo estará también, puesto que los valores de  $\rho$  y  $\rho'$  son los mismos en estos dos puntos  $m m'$  simétricos de  $m$  y  $m'$  por correspondencia o relación al eje  $oy$ , la diferencia  $\frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho'}$  cambia de signo, conservando el valor absoluto; lo que nos enseña que las fuerzas en  $m$  y  $m'$  son iguales y de sentido contrario a las que obran en  $m$  y  $m'$ .

Si en una superficie isodinámica, solo queremos que las fuerzas aplicadas en sus diversos puntos, tengan igual intensidad, la curva directriz será simétrica, por sus relaciones a los dos ejes  $x$  e  $y$ . Vemos ya, que no hay dificultad en la dirección de la fuerza, puesto que para un punto cualquiera, será la de la corriente más próxima.

Para  $K = \infty$ ,  $\frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho'} = 0$ ,  $\rho = \rho'$  y la curva será simétrica al eje de las  $y$ .

Para cualquier otro valor de  $K$ ,  $\rho$  es diferente de  $\rho'$ ; pero como que la curva es simétrica, podemos concretarnos a estudiar la porción situada a la izquierda de  $yy'$ , lo que nos hace suponer  $\rho < \rho'$  y  $K$  positivo. Entonces para  $K = ne$  la ecuación será

$$\frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho'} = \frac{1}{ne}$$

con más motivo,  $\rho$  y  $\rho'$  deberán satisfacer las igualdades  $\begin{cases} \rho' + \rho > 2e \\ \rho' - \rho < 2e \end{cases}$  de donde se deduce, que los límites de  $\rho$  y  $\rho'$

$$\begin{aligned} \text{mínimo } \begin{cases} \rho' = e(1 - n + \sqrt{n^2 + 1}) \\ \rho = e(1 + n - \sqrt{n^2 + 1}) \end{cases} \\ \text{máximo } \begin{cases} \rho' = e(1 + \sqrt{2n + 1}) \\ \rho = e(-1 + \sqrt{2n + 1}) \end{cases} \end{aligned}$$

Estas coordenadas responden a los dos puntos de intersección de la curva con el eje desde  $x$  el primero situado en  $o$  y  $p$ , para el cual tenemos  $\rho' + \rho = 2e$ ; el

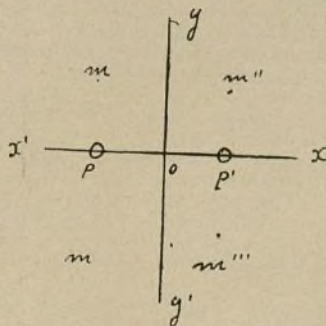


Fig. 2.

segundo situado más allá del polo  $p$ , para el que tenemos  $\rho' - \rho = 2e$ .

Para lo demás, la ecuación (1) nos da inmediatamente la correspondencia entre los valores máximos y mínimos de  $\rho$  y  $\rho'$ , pues se deduce  $\rho = K \cdot \frac{1}{1 + \frac{K}{\rho'}}$

ecuación que claramente nos muestra que  $\rho$  aumenta y  $\rho'$  disminuye.

R. CARABIA, Ingeniero.

## Horno eléctrico Greaves-Etchells

El empleo creciente del horno eléctrico en las acerías de Sheffield antes de la guerra constituía ya un hecho digno de atención. En estos últimos tiempos ha tomado una extensión considerable. Además de permitir el aprovechamiento de los desperdicios, el horno eléctrico presenta la gran ventaja de poder fundir rápidamente una carga intensa de torneaduras, mientras que los demás modelos de horno no pueden utilizar sino una proporción muy limitada de estas recortaduras, debiendo estar constituido el resto de la carga por materiales vírgenes.

El horno eléctrico puede servir para la fabricación del acero o de la fundición a partir de las recortaduras y otros desperdicios de acero, al mismo tiempo que se dispone de un manantial de energía eléctrica. Además la calidad del producto obtenido es muy superior al que ofrece cualquier otro tipo de horno.

Un modelo reciente de horno del que en la figura 1 damos la sección y en la figura 2 la elevación ha empezado a funcionar con éxito en las acerías de Sheffield.

Este horno es del tipo trifásico, pasando dos de las fases a través de las cubiertas del horno por medio

de electrodos verticales, mientras el conjunto del horno obra como tercer electrodo. El revestimiento básico de 50 centímetros de espesor, está constituido por dolomita, alquitrán, magnesio, etc. La energía la suministran tres transformadores monofásicos, los primarios montados en triángulo, los secundarios conectados en estrella con los brazos desiguales, estando calculadas las proporciones de manera que den una carga equilibrada sobre los circuitos primarios cuando los electrodos superiores están igualmente ajustados.

Una ventaja de este dispositivo es que, si uno de los arcos se interrumpe, los otros no se afectan y que una sobrecarga sobre un arco es limitada, debiendo la corriente atravesar dos transformadores montados en serie y no en fase, lo que produce un efecto tampon considerable tendiendo a una reducción de choque.

Por consecuencia de las acciones electromagnéticas, el acero se mantiene en movimiento de manera que se caldea con uniformidad y adquiere una composición homogénea.

Se han construido diferentes modelos hasta capacidades de 10 toneladas, sirviendo el más pequeño para obtener pequeños lingotes de acero para piezas que



hayán de girar a grandes velocidades, de acero para imán, etc.; se accionan por transformadores de 260 kv.-A. Los hornos de 3 toneladas necesitan 800 kv.-A y los de 6 toneladas 1.560 kv.-A. Los modelos más pequeños están provistos cada uno de dos electrodos de carbón; para más de 3 toneladas se emplean 4 electrodos. Los movimientos de los electrodos están guiados por soportes muy sólidos.

La sección de los modelos pequeños es rectangular y la de los grandes, circular. Todos están montados y equilibrados, como se indica en las figuras, sobre un ingenioso sistema de rodillos compensadores cuyo papel es el de facilitar la inclinación del horno. Los motores

voltios para el refino.

Según la *Sheffield Daily Telegraph*, el año 1916 ha señalado el principio de una vía nueva en la industria local del acero, por consecuencia de la introducción del horno eléctrico. Durante los últimos años se ha utilizado un cierto número de estos hornos; pero durante la guerra es cuando la innovación ha recibido la atención que merece. Actualmente funcionan unos 40 hornos estando prevista la necesidad de otros muchos en un porvenir próximo.

El modelo que nos ocupa goza del favor general y los modelos pequeños han dado plena satisfacción para la fabricación del acero destinado a ser empleado

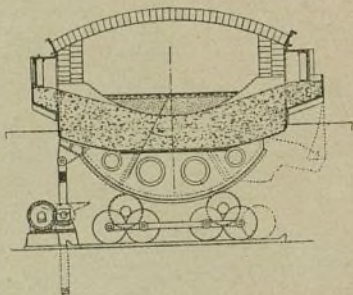


Fig. 1.

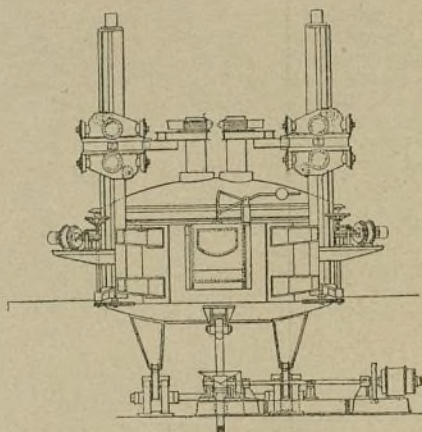


Fig. 2.

eléctricos son los que se emplean desde luego a este efecto.

Es significativo e interesante señalar que todas las antiguas acerías de Sheffield han adoptado sin vacilación el horno eléctrico. La energía captada a 11.200 voltios se transforma a 80 voltios para la fusión y a 65

sometido a grandes velocidades. En un cierto número de casos, el arco eléctrico se ha revelado como un sustituto conveniente del acero de Suecia y el desarrollo del horno eléctrico atenuará la dependencia de la población de Sheffield respecto a los hierros y aceros de Suecia que son muy escasos y muy costosos.

## Las lámparas de Nernst de vapores metálicos

El profesor Nernst ha reivindicado en Alemania las patentes de dos tipos de lámparas cuyo principio es el de la lámpara Darrah, pero su disposición especial realiza un grado de economía hasta aquí desconocido.

Se trata en principio de un arco que pasa entre dos electrodos de carbón en un tubo cerrado lleno de una atmósfera de cloruro de cinc o de bromuro de cinc.

Los fenómenos observados al pasar el arco son análogos, en estas condiciones, a los que se producen cuando una descarga atraviesa vapores metálicos como es el caso por ejemplo en las lámparas de vapor de mercurio.

Si la tensión de vapor del cloruro de cinc es muy baja la lámpara da una luz sin brillo.

Si por el contrario esta tensión alcanza un valor suficiente, por ejemplo el de la presión atmosférica, la luz de la lámpara se vuelve limpia y brillante.

El profesor Nernst ha experimentado con otros cloruros distintos como el de aluminio y el de titanio que se conducen en general de la misma manera que el cloruro de cinc. El cloruro de titanio es al que da la preferencia el profesor Nernst.

El rendimiento de estas lámparas equivale a poca diferencia al de las lámparas de vapor de mercurio a toda presión.

Por la figura 1 se vé que la lámpara tiene por foco el arco *ab* colocado aproximadamente en el centro de una ampolla de cristal de forma esférica.



El cuello en que remata esta ampolla está rodeado de un solenoide regulador, cuya armadura *c* soporta el carbón positivo *a* unido por *d* al polo + del circuito.

Por la parte inferior de la ampolla o lamparilla esférica hay dispuesto un dispositivo tubular *e* destinado a contener la sal cuyos vapores deben formar la atmósfera de la lámpara.

Esta vaporización se asegura por un manantial exterior de calor que puede estar constituido por la resistencia de regulación montada en serie con la lámpara.

La figura 2 representa la lámpara objeto de la segunda patente un poco diferente por la forma y el modo de funcionar, de la primera. En esta lámpara la atmósfera conductriz está formada por vapor de mercurio y la sal que se le mezcla con la ayuda del depósito caldeado que se representa en su parte inferior, tiene solo por objeto corregir el espectro y transformar de modo conveniente el color de su luz.

El vapor de mercurio tiende a eliminar constantemente las sustancias extrañas que se puedan agregar, pero se puede mantener la proporción y los efectos correctores asegurando a las sales empleadas una acción continua y estable a la temperatura normal de funcionamiento de la lámpara de vapor de mercurio.

Se llega así a establecer una continuidad absoluta en la sucesión de los ciclos operatorios; las sales empleadas se volatilizan continuamente con el mercurio,

condensándose después en seguida para recomenzar el ciclo con una perfecta regularidad.

Las gotitas de mercurio y de cloruro de cinc procedentes de la condensación no deben llegar al arco, lo que explica la presencia en la ampolla Nernst representada en la figura 2, de los protectores cónicos de cristal *H*, *H*<sub>1</sub> que rodean el electrodo de carbón *K*.

Las gotitas desviadas así hacia los bordes de la ampolla, recaen sobre el deflector cónico *H*, que las vuelve al depósito inferior. El orificio central de este deflector *H*, obra por otra parte para volver hacia el arco los vapores regenerados por el depósito.

Resulta de las investigaciones del profesor Nernst, que los resultados son especialmente satisfactorios si se emplea con esta lámpara la mezcla compuesta de las siguientes sales:

Cloruro de cinc . . .	70 por 100
Cloruro de calcio . . .	15 » »
Cloruro de talio . . .	5 » »
Cloruro de litio . . .	5 » »
Cloruro de cesio . . .	5 » »

Funcionando la lámpara a 120 voltios sin resistencia en serie da una intensidad lumínica de 3000 bujías Hefner absorbiendo una intensidad de corriente de 4 amperios. Su consumo es pues de 480 vatios para 3000 bu-

jías Hefner. Y su consumo específico  $\frac{480}{3000} = 0,16$  vatios por bugia Hefner.

M. N.

(De L'Industrie Electrique.)

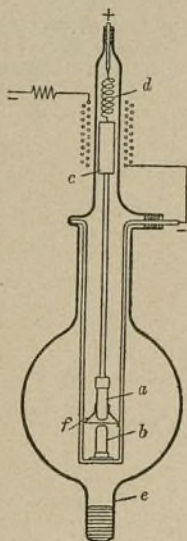


Fig. 1.

Fig. 1.—Lámpara Nernst de vapor de cloruro de cinc. *a*, Electrodo de carbón +. — *b*, Electrodo de carbón —. — *c*, Armadura del electrodo de regulación unido rigidamente al carbón superior. — *d*, Resorte interpuesto entre el polo + y la armadura — *e*, Depósito destinado a contener la sal que se ha de vaporizar. La vaporización se hace por medio de un manantial exterior de calor, de una resistencia en serie con la lámpara, por ejemplo. — *f*, Reflector.

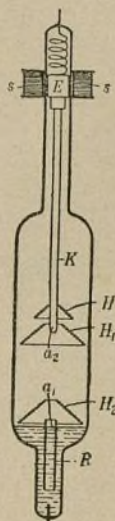


Fig. 2.

Fig. 2.—Lámpara Nernst de vapores de mercurio y de cloruro de cinc. *a*<sub>1</sub>, Anodo de mercurio. — *K*, Cátodo de carbón. — *E*, Armadura del solenoide *s*, unida rigidamente al cátodo *a*<sub>1</sub>. — *H*, *H*<sub>1</sub>, Deflectores que protegen el arco contra las venecitas procedentes de la condensación del mercurio, del cloruro de cinc y de otras sales. — *H*<sub>2</sub>, Deflector para desviar las condensaciones hacia los bordes del baño de mercurio. — *a*<sub>2</sub>, Superficies directrices que conducen los vapores hacia el cátodo.

## Empleo de las gruas en la construcción de edificios

El empleo de las gruas en la construcción de los edificios se desarrolla cada vez más pues permite reducir la importancia de las andamiadas costosas y demasiado aparatosas y reemplazar en parte la mano de obra humana por la mecánica lo que implica una reducción de gastos y un aumento de seguridad. Las gruas que a este objeto se emplean son diferentes según que se instalen en el interior o en el exterior del perímetro de la construcción.

El tipo representado en la figura 1, ya empleado desde hace tiempo, consta de un armazón *g* sobre el que descansa el pivote de la grúa; sobre la volada se

desplaza un carro equilibrado por un contrapeso. En la construcción de la Casa Ayuntamiento y Ministerio de la guerra de Washington y del Ayuntamiento de Berlín, se han empleado gruas de este tipo.

En la grua representada en las figuras 2 y 3, el pivote *s* se mantiene en su posición vertical por los puntales *p* y *g* con los cuales se une mediante las vigas horizontales *x*. La cabina del conductor se puede desplazar de arriba a bajo a lo largo del pivote *s* según la altura de la construcción. El desplazamiento de la cabina sobre la volada y la rotación de ésta, se gobiernan con el mismo motor.



Estos dos tipos de gruas presentan el inconveniente de tener siempre horizontal su volada y por lo tanto pueden con mucha facilidad tropezar con obstáculos en su movimiento de rotación; es pues con frecuencia ven-

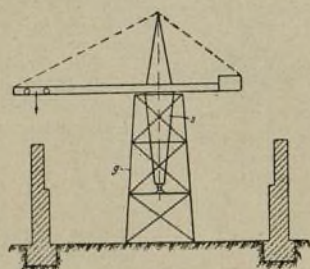
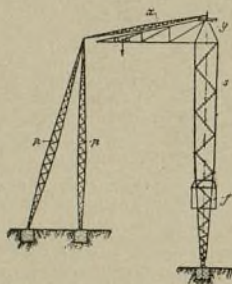


Fig. 1.—Grua de carro deslizable sobre la volada.

tajoso reemplazar esta volada horizontal con carro rodadizo, por otra móvil con polea en su extremo. Hace ya tiempo que en América se emplean grúas de este género (fig. 4) y en París existen varias de 34 metros de



Figs. 2 y 3.—Grua de volada horizontal a rotación total.

altura y de una volada de 15 metros de longitud. El armazón que soporta la grúa se sostiene por cuatro cables y su montaje se verifica con gran rapidez utilizando la cabria misma de la grúa.

La grúa representada en la figura 5, señala un nuevo progreso y se caracteriza por el desplazamiento del bastidor de la grúa propiamente dicha de volada móvil  $h$  a lo largo de su armazón  $g$ ; este bastidor puede ascender o descender pero no girar, mientras que la

volada puede girar 260° alrededor de este bastidor y tomar todas las inclinaciones necesarias.

Entre las gruas destinadas a ser instaladas fuera del perímetro de los edificios, es decir a lo largo de las fachadas, se pueden citar las representadas en las figuras 6 y 7, las cuales presentan muchos puntos de semejanza: las dos están formadas por un armazón vertical que se puede desplazar por todos los frentes del edificio que se trate de construir, llevando la primera

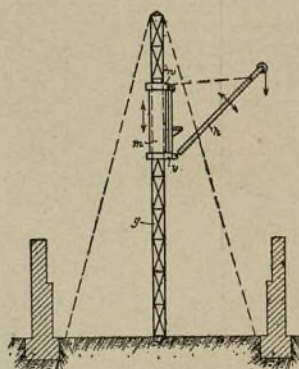


Fig. 4.—Grua de brazo variable.

una volada rígida de rotación limitada, que en la segunda está reemplazada por una volada de rotación total. El armazón se desplaza sobre un riel sentado sobre el suelo y sobre otro riel  $f$  conducido por un armazón ligero y situado a una altura de unos 10 metros. El apoyo de este armazón sobre el riel  $f$  se hace por el intermedio de tejos laterales que impiden se vuelquen en sentido perpendicular a su desplazamiento. Para impedir se vuelque en sentido paralelo al desplazamiento se arrollan en el tejo inferior después de haber pasado

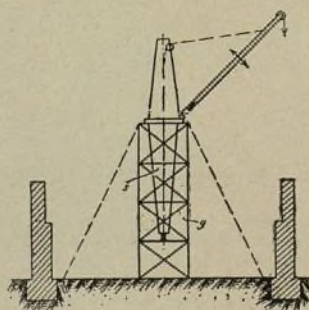


Fig. 5.—Grua de brazo y altura variables.

por otro colocado a la altura del riel de guía, dos cables de acero fijos a los extremos de éste.

La volada de la grúa de la figura 6 tiene un brazo de 3,80 metros y puede desplazarse en 130° por cada lado, suspendiendo, normalmente, 3 toneladas. La vo

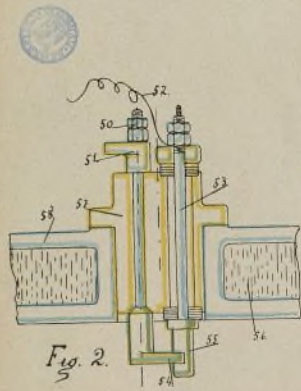
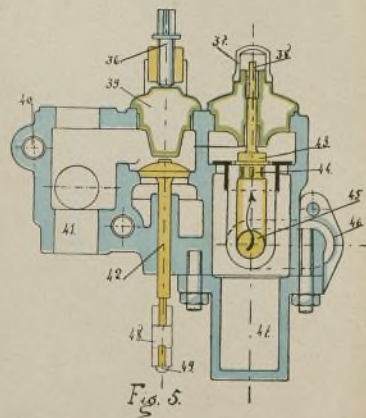
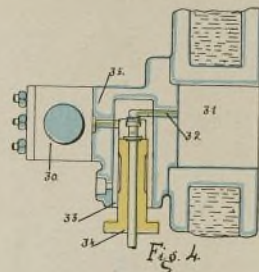
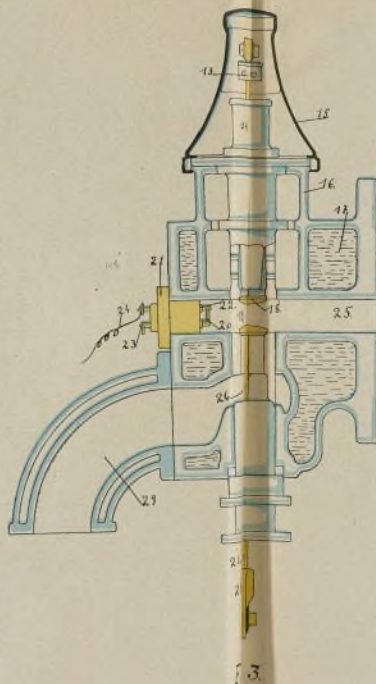
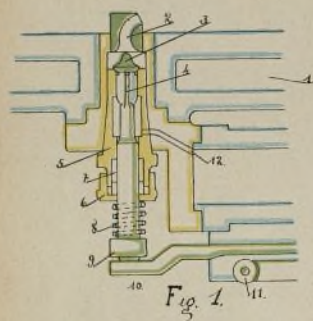


y  
ra  
de  
as  
de  
er-  
del  
ra

se-  
ón  
do  
ar-  
ps.  
el  
en  
ni-  
to  
do

dos  
azo  
ada  
vo









lada d  
metros  
dio de  
jos. L  
locida  
nuto.

La  
tiene  
armaz  
y de

La  
modifi  
tos.

E  
poter  
metro  
el ca  
le pu  
por c  
menl  
roda  
truye  
(fig.

T  
pote  
de 2  
metr  
tros  
30 m

lar  
mo  
y c  
10  
el  
ma  
má



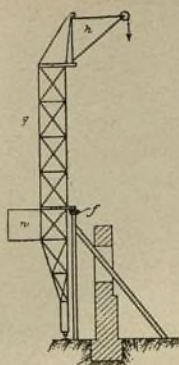


Fig. 6.—Grua frontal.

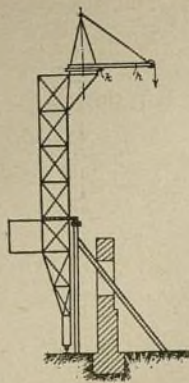


Fig. 7.—Grua frontal.

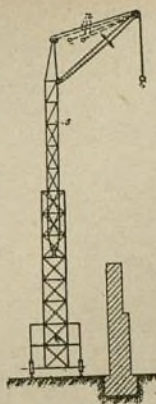


Fig. 8.—Grua de brazo variable, desplazable sobre dos rieles.

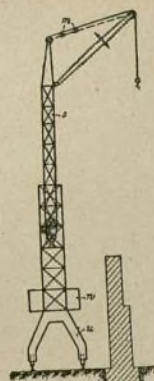


Fig. 9.—Grua de pórtico.

lada de la grua de la figura 7 tiene un brazo de 6,30 metros; su movimiento de rotación se efectúa por medio del plato *k* montado sobre cuatro tejos. La leva puede efectuarse a dos velocidades: a 4,20 y a 10,5 metros por minuto. El gobierno es eléctrico.

La grua representada en la figura 8 tiene un brazo variable formado por un armazón que se desliza sobre dos rieles y de un pivote *s* que soporta la volada *n*.

La inclinación de la volada se puede modificar con rapidez en uno o dos minutos.

Estas gruas tienen por lo general una potencia de 3 toneladas para un brazo de 5 metros y una altura de 26,50 metros. En el caso en que el brazo sea insuficiente se le puede aumentar reemplazando la volada por otra de contrapeso; puede ser igualmente necesario desprender el camino de rodadura de la grua: esto se consigue construyendo el armazón en forma de pórtico (fig. 9).

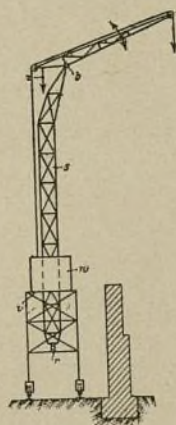
Todas estas gruas se construyen para potencias de 1,5, 2 y 3 toneladas, alturas de 21, 26 y 28 metros; brazos de 9, 7 y 5 metros; velocidades de leva de 20 y 9 metros por minuto y una velocidad de desplazamiento de 30 metros por minuto.

Todas estas gruas pueden desplazarse por frente de

las fachadas contiguas de un edificio pasando de una a otra por medio de placas giratorias.

Es de regla gobernar los movimientos de leva, traslación y orientación, con el mismo motor, pues como las gruas deben servir en diferentes sentidos, si cada movimiento estuviese dirigido por un motor diferente sería necesario disponer de un número mucho mayor o de motores de recambio para poder marchar con las diferentes especies de corriente que se encontraran; además puede suceder que no exista corriente eléctrica haciéndose preciso reemplazar los motores eléctricos por motores de explosión. La potencia de los motores está por lo general limitada a 8 caballos.

Sin embargo existe también una grua (fig. 10) de rotación total, montada sobre pórtico y provista de 3 motores. La cabina del conductor en vez de estar fija como en las otras gruas gira con el pivote de la grua y todos los movimientos se dirigen desde esta cabina.

Fig. 10.  
Grua de pórtico, brazo variable y rotación total.

Las potencias normales son de 800, 1100, 1500, 2300 y 3000 kilogramos; los brazos de 12, 10, 8, 6 y 5 metros y las velocidades de 15 metros (leva), 30 metros (traslación) y 50 metros (rotación) por minuto.

A. S.

## Material aislante para la construcción de casas

La sílice posee la cualidad de poder retener y aislar el calor; se la emplea para proteger las casas de moderna construcción y otros edificios contra el calor y contra el frío, construyendo por debajo del techo a 10 centímetros de distancia, un plafón ligero llenando el hueco resultante con sílice en bruto; de la misma manera se puede proteger en todas las casas los lados más expuestos al sol.

Para los techos de pizarra y de metal de los edifi-

cios y para aislar paredes que se quieran hacer impenetrables al sonido y las que encierran los receptores telefónicos, se usa la sílice molida para llenar los huecos de los muros y para llenar los vanos de las bóvedas. Se emplea también para llenar los huecos por debajo de los pisos para hacerlos absolutamente impermeables al sonido. Un metro cúbico en polvo no pesa más que unos 260 kilogramos y triturado, aproximadamente 220 kilogramos.



# ANILINAS MODERNAS

## Toluidinas, xilidinas y otras materias colorantes nacionales y extranjeras

(Conclusión)

**Colores azoicos.**—El procedimiento general de preparar estos colores es el siguiente: la amina en solución clorhídrica se trata por nitrato sódico hasta convertirla completamente en compuesto diazo (enfriando al mismo tiempo para que este compuesto no se descomponga) y la solución así obtenida se vierte poco a poco, agitando en una solución alcalina de un fenol; por copulación se produce entonces el colorante azoico, que unas veces se precipita en forma de compuesto alcalino poco soluble, mientras que otras necesita ser separado de la solución ya por adición de sal común (las sales alcalinas de los colores azoicos que son solubles en agua son insolubles o poco menos en las soluciones concentradas de cloruro sódico) ya por adición de un ácido mineral que precipita el compuesto azoico libre. Para la obtención de los colores azoicos en cuya formación interviene en vez de un fenol, una amina, se procede, en principio, de la misma manera, con la única diferencia de que en vez de verter la solución diazoica sobre una solución alcalina del fenol se vierte sobre una neutra o débilmente ácida de la amina.

**Colores azoicos producidos sobre la fibra o colores al hielo.**—Estos compuestos azoicos son insolubles en el agua, los cuales, por lo tanto, no pueden emplearse para teñir por los procedimientos ordinarios. Se acude, en este caso, a producirlos por precipitación sobre la misma fibra, para lo cual se impregna ésta primeramente en una disolución alcalina de  $\beta$ -naftol (en rarísimos casos se utiliza también el naftol  $\alpha$ ), se seca y se pasa luego por una solución de un compuesto diazoico recién preparada y enfriada con hielo; a esta circunstancia deben estos colores su nombre industrial de *colores al hielo*. Estos colores son muy escasos en número y tienen importancia suma, en particular uno de ellos, el *rojo* obtenido con *paranitranilina* y naftol  $\beta$ , han adquirido enorme y notabilísima importancia práctica. Además de la *paranitranilina* que acabamos de citar, sobre fondo de naftol  $\beta$ , los siguientes productos: la *metanitranilina* para anaranjado, la  $\alpha$ -naftilamina para granate, la *bencidina* para pardo, la *dianisidina* para azul y para el negro la *paramidobenzol- $\alpha$ -naftilamina*.

**Colores básicos.**—Reciben este nombre, mejor dicho, la industria denomina con los nombres de *colores al tanino*, a todas aquellas materias colorantes orgánicas artificiales que son precipitados de sus soluciones por el tanino y que tiñen el algodón preparado en tanino y un compuesto de antimonio. Se hallan en el comercio en forma de clorhidratos, sulfatos, acetatos, oxalatos o cloruros dobles de cinc y base colorante orgánica.

Los colores básicos no constituyen un grupo definido de materias colorantes industriales, sino que pertenecen a los grupos más diversos, de modo que la calificación de básicos químicos e industriales se les da únicamente por la analogía de sus propiedades tintó-

reas. Los colores básicos más principales son: la *crisoidina*; la *crisoína*; las *auramidas*; los derivados del *difenilmetano verde de malaquita*, y *trifenilmetano*, la *fuscina*, la *acridina*, las *acridinas*, las *azinas*, *tiazinas* y las *indulinas*.

Las principales aplicaciones de los colores básicos son principalmente para teñir el algodón previamente preparado con tanino y sal de antimonio que suele ser el tártaro emético (algunas veces se emplea el tanino con pirolignito de hierro o con sal de estaño; emplease también en la estampación del algodón, en la tintura de la lana, de la seda, de diversas fibras y productos vegetales (cáñamo, lino, yute, leños, paja, etc.); para colorear el papel, para teñir los cueros, especialmente los curtidos con tanino; para la fabricación de lacas y pigmentos artificiales. Otros tienen aplicaciones medicinales como el azul de metileno y otros se emplean en los estudios de investigación micrográfica para teñir bacterias, elementos histológicos, etc.

Las *azinas*, *tiazinas*, *indulinas*, *trifenilmetano* y *fuscinas* las estudiamos ya (1), en cuanto a los productos *difenilmetano verde de malaquita*, *acridina*, *acridinas*, *crisoidina* y *crisoína*, por la importancia que tienen, las trataremos a continuación, aunque brevemente:

**Acridina.**—Se halla en la brea de hulla y se separa del antraceno crudo mediante el ácido sulfúrico. Se prepara sintéticamente calentando difenilamina con ácido fórmico y cloruro de cinc, lo que origina *formil-difenilamina*, la cual, perdiendo agua se convierte luego en acridina; esta materia colorante hemos de advertir que es peligrosa su manipulación: ataca la piel enérgicamente; además el polvo y los vapores producen gran y persistente irritación en los órganos respiratorios.

**Amarillo de acridina.**—Se obtiene por oxidación de la diamido-dimetil-hidro-acridina, formado separando amoniaco del tetra-amido-ditolil-metano, resultante de la acción del aldehído fórmico sobre la meta-toluiden-diamina. Se emplea para teñir la seda de color amarillo verdoso con fluorescencia verde; tiñe también de amarillo, sin fluorescencia, el algodón, sobre mordiente de tanino.

**Anaranjado de acridina.**—Se prepara oxidando la leuco-acridina obtenida separando amoniaco (mediante calefacción con un ácido) del producto de condensación resultante de la acción del aldehído fórmico sobre la meta-amido-dimetilanilina. Tiñe de anaranjado el algodón con mordiente de tanino y emético, y de anaranjado con fluorescencia verdosa la seda.

**Anaranjado de acridina R. extra.**—Se prepara de igual manera que el anterior, con la sola diferencia que en vez del aldehído fórmico se emplea el bencílico; guarda las mismas analogías que el anaranjado de acridina para teñir el algodón y la seda.

(1) Véase los números 79 y 82 de EL MUNDO CIENTÍFICO-INVENTOS MODERNOS.



**Acridinas.**—Son compuestos derivados de la acridina y se forman por la acción de ácidos carboxílicos de la serie grasa de la aromática sobre la difenilamina. Las acridinas son compuestos de carácter básico y sus reacciones y propiedades son análogas a las de la acridina.

**Difenilmetano (Bencilbenzol, bencilbenzina).**—Se prepara haciendo reaccionar el cloruro de bencilo y el benzol con polvo de cinc o con cloruro de aluminio y tiene un olor característico que se asemeja al de naranja.

**Verde malaquita.**—Es un colorante sintético, derivado del trifenilmetano; se prepara condensando el benzaldehído con dos moléculas de dimetilnilina en presencia del ácido clorhídrico; se forma así la leucobase del tetrametildiamidotrifenilmetano, y esta leucobase da luego por oxidación con peróxido de plomo y ácido clorhídrico, la base colorante que se precipita con cloruro de cinc y cloruro de sodio. Otro método consiste en condensar el triclorobenzol con dimetilnilina, usando el cloruro de cinc como deshidratante, con lo cual se forma también la leuco-base que se menciona y que se oxida de la misma manera para convertirla en el colorante. El *verde malaquita* en estado de sal doble con el cloruro de cinc, son cristales amarillos, solubles en el agua; tiñe de color verde intenso sin mordiente alguno la seda, la lana, el yute y el cuero; para el algodón lo tiñe mediante mordiente de tanino y tártaro emético.

**Verde Victoria (verde sólido nuevo).**—Se prepara del mismo modo que el *verde malaquita*, empleando, en vez de benzaldehído, diclorobenzaldehído.

**Verde brillante (verde etilo, verde sólido f.).**—Es semejante en todo a su composición al *verde malaquita*, del que se diferencia por ser el compuesto tetraetilado en vez de tetrametilado.

**Verdes al ácido malaquita.**—Son constituidos por derivados sulfónicos del *verde malaquita* y estos colorantes resultantes sulfónicos se emplean para la tinción de la lana en baño ácido.

**Crisoidina.**—Es un colorante azoico de carácter básico que se prepara diazotando la anilina y haciendo actuar sobre el cloruro de diazobenzol formando la metafenilendiamina. La crisoidina tiñe directamente la seda y la lana y el algodón sobre mordiente de tanino y emético de color anaranjado; se emplea principalmente para la tinción y estampación de esta última fibra y para teñir cueros y grasas, pero hemos de advertir que los matices que da no son sólidos. En el comercio la crisoidina se halla mezclada con otros colorantes constituyendo productos a los que se dan diferentes denominaciones: *Cardinal*, es una mezcla de crisoidina y fucsina en la proporción de 40 a 60; *Escarlata para algodón*, mezcla de crisoidina y safranina de 30 a 70; *Rojo al carmin*, mezcla de crisoidina y carmin de 25 a 75, etc.

**Crisoína.**—Es también un colorante azoico y se prepara por copulación del ácido sulfonílico con la resorcina. Ha recibido los nombres de *amarillo Acme*, *amarillo de resorcina* y *tropéolina O*; tiñe la lana y la seda en baño ácido de color amarillo con tendencia rojiza; empléase únicamente para teñir la seda a la cual da unos matices muy hermosos y sólidos.

**Crisofenina.**—Es un colorante de los llamados *colores de estilbeno*: para su preparación se parte del

ácido diamido-estilbendisulfónico que, diazotado y copulado con el fenol ordinario, da un colorante, usado solamente para la tinción del papel con el nombre de *amarillo brillante*; substituyendo por el grupo etilo el hidrógeno de uno de los oxhidrilos de este cuerpo resulta la crisofenina. Este colorante tiñe directamente en baño de sal o de jabón todas las fibras textiles, pero se emplea principalmente para la tinción directa del algodón, para la cual es muy apropiado porque da tonos amarillos muy vivos que resisten bien al lavado, a la acción de los ácidos y a los álcalis; la industria lo consume en grandes cantidades y es una de las materias colorantes más estimadas.

**Azul de metileno.**—Es una materia colorante azul y se obtiene oxidando una mezcla de dimetilparafenilendiamina y dimetilnilina en presencia de hiposulfito sódico y cloruro de cinc. Es soluble en agua y en alcohol.

Se emplea para teñir el algodón sobre mordiente de tanino y emético, para estampados sobre algodón; cuyas tinturas tienen gran solidez y resistencia a la acción de la luz y al lavado.

**Verde de metileno.**—Derivado del azul de metileno que se prepara tratando éste por el ácido nítrico; es el azul de metilo-mononitrado. Se disuelve en agua perfectamente; tiñe el algodón sobre mordiente de tanino y emético, e igualmente para la seda.

**Violeta de metileno.**—Se obtiene oxidando una mezcla de dimetilparafenilendiamina y anilina. Tiñe el algodón sobre tanino y emético.

**Violeta de metilo.**—Con el nombre industrial de *violetas de metilo* o de *violetas de París* se conoce un grupo de colorantes básicos, derivados del trifenilmetano, que se obtienen por la acción del aire sobre una mezcla de dimetilnilina, fenol, cloruro sódico y sulfato cúprico. Son solubles al agua y alcohol y se emplean para teñir el algodón sobre tanino y emético para hacer tinta.

**Yoduro de metilo.**—Se le conoce con los nombres de *monoyodometano*, *metano*, *monoyodado* e *yoduro metílico*. Se prepara echando poco a poco 10 partes de yodo en una mezcla enfriada de 1 parte de fósforo amorfo y 4 partes de alcohol metílico, dejándola en reposo veinticuatro horas y destilándola finalmente, en un aparato destilatorio provisto de un buen refrigerante cuyo tubo se inmerge en un poco de agua contenida en un embudo de separaciones. El líquido destilado se agita con solución de carbonato sódico, se seca con cloruro cálcico y se rectifica en baño de maría. Es un líquido incoloro, que con el tiempo pardea, muy poco soluble en el agua; es muy empleado en la industria de las materias colorantes y en la síntesis de muchos compuestos orgánicos.

**Crisamina.**—Son dos, la *Crisamina G.* y la *Crisamina R.* La primera se obtiene copulando con el ácido salicílico la solución diazotada de bencidina que se presenta en forma de polvo pardo-amarillento, muy poco soluble en el agua; tiñe directamente el algodón, en baño de jabón, dando un matiz amarillo. La segunda o sea la *Crisamina R.*, se prepara del mismo modo, empleando la toluidina en vez de la bencidina; tiene las mismas propiedades y usos que la anterior, únicamente varía en el tono que es algo más rojizo.

**Ceruleína.**—Es un polvo negro azulado que cuando se frota adquiere lustre metálico. Se obtiene calen-



tando una parte de galeína con 20 partes de ácido sulfúrico concentrado a 200 grados y precipitando el producto con agua. Calentada con gris de cinc se convierte en fenilantraceno. En el comercio se expende generalmente en pasta, formada con agua, o en forma de compuestos bisulfitado soluble (*Ceruleína S.*) que es un polvo negruzco. En una y otra forma sirve para teñir de verde sobre mordiente de cromo, el algodón, la lana y la seda. Su principal aplicación es la estampación de dibujos verdes sobre tejidos de algodón; para ello se estampa una disolución convenientemente espesada con almidón y goma tragacanto, de ceruleína, bisulfito sódico y acetato de cromo; el color se desarrolla y fija, después de estampado, mediante la vaporización. El verde de ceruleína y cromo resiste bien la acción del lavado y la de la luz, y bastante bien la del cloro; los agentes reductores no lo atacan; los oxidantes, por ejemplo los cloratos, en cambio, lo destruyen con extremada facilidad.

**Crisanilina.**—Es una *diamidofenil-acridina*. Se halla en los residuos resinosos de la fabricación de la fucsina. Se obtiene tratando estos residuos con vapor de agua a sobrepresión y se precipita la *crisanilina*, de su solución en ácido nítrico, en estado de nitrato. Recristalizando este nitrato y descomponiéndolo con amoníaco se puede obtener la *crisanilina libre*. Es un polvo amarillo, muy poco soluble en el agua pero muy soluble en el éter y el alcohol. Con una molécula de un ácido monobásico forma sales estables de color rojo. Tiene mucha aplicación porque tiñe de color amarillo sólido la lana y la seda.

**Cianol.**—Es un polvo azul negruzco, muy soluble en el agua, a la que comunica color azul; se le llama también *azul al ácido C. G.* Se prepara por condensación del meta-oxibenzaldehído con dos moléculas de monoetil-orto-toluidina, sulfonando después la leucobase resultante y oxidando finalmente el ácido disulfónico formado. Tiene gran importancia y aplicación en a industria por teñir la lana, en baño ácido, de color azul muy puro y por esta razón se usa por substitución del carmín de añil.

**Curcúmina o amarillo de cúrcuma.**—Para obtenerla se leixivia la raíz de cúrcuma desmenuzada con sulfuro de carbono hasta agotamiento y después con éter. Se destila la solución etérea, se lava el residuo con alcohol frío, se evapora la solución, se disuelve el nuevo residuo en alcohol metílico o en alcohol hirviendo, se deja cristalizar y se purifica por repetidas cristalizaciones.

En estado impuro, se emplea en forma de *tintura cúrcuma* que se prepara con 1 parte de raíz de cúrcuma desmenuzada y 7,5 partes de alcohol; la operación se hará en caliente. El *papel de cúrcuma*, papel de escribir o de filtro, teñido con tintura de cúrcuma, filtrada y diluida con 3 partes de alcohol y 4 partes de agua y luego desecado sirve para el reconocimiento de líquidos de reacción alcalina y del ácido bórico; no obstante, la materia colorante de la cúrcuma es un reactivo menos sensible que la materia colorante del tornasol. El buen *papel de cúrcuma* toma inmediatamente color pardo con una gota de una mezcla de 1 centímetro cúbico de lejía de potasa décimo-normal y 25 centímetros cúbicos de agua.

Para finalizar nuestro trabajo vamos a exponer las preparaciones de dos sustancias colorantes que existen

en nuestro país y por la gran importancia que tienen nos obliga a tratarlas y al mismo tiempo recomendamos que su producción sea más intensiva posible. Estos colorantes son oriundos de nuestra patria, se cultivan con facilidad y dan un rendimiento notable; que se conocen por *Cártamo* y *Azafrán*.

**Cartamina.**—Esta materia colorante se extrae de las flores de cártamo.

Esta planta consta de varias especies que solamente mencionamos dos por su importancia industrial: el *carthamus tinctorius*, conocido vulgarmente con el nombre *Alazor* que se halla en las regiones del Sur de España y abunda mucho en las Islas Canarias y Fernando Póo y el *carthamus oxycantha* que se halla en las Indias Orientales, cuyas semillas dan por presión un 25 por 100 de un aceite que después de cocido se transforma al enfriarse en una masa gelatinosa que se conoce en el mercado con la denominación de cera de *Afridi* y *Roghan*, muy usada para la fabricación de encerados, y hules y como lubricante y para pegar el vidrio y porcelana.

Del *C. tinctorius* se utiliza sus flores para la preparación de un tinte colorante que ha recibido el nombre de *cartamina* o *saffor*: ésta se obtiene lixivando dichas flores con agua para separar la materia colorante amarilla que también contienen; después se agita con disolución de carbonato sódico y se deja la mezcla algunas horas en reposo, se filtra y prensa el residuo, se neutraliza casi por completo el líquido filtrado con ácido acético, y se introduce en el líquido algodón en rama que absorbe la *cartamina*. Tratando este algodón con disolución de carbonato sódico al 5 por 100 cede a ésta la materia colorante, resultando un líquido de color rojo amarillento obscuro, del cual se precipita la cartamina por adición de disolución de ácido nítrico. Se disuelven los copos precipitados en alcohol y se deja evaporar éste; queda entonces como residuo la *cartamina* en forma de polvo granuloso, pardo verdoso, que adquiere lustre metálico con el frote y que sólo presenta el color rojo cuando está muy finamente dividido. Es poco soluble en el agua y en el éter; en el alcohol es más soluble. La *cartamina* tiñe bien la lana, el algodón y la seda y sus tintes son sólidos y resistentes al lavado y a los agentes químicos.

**Azafrán.**—Esta planta abunda mucho en España y aunque es verdad que nosotros producimos la mayor cantidad de ella del mundo, en cambio para su preparación tintórea es nula; no conocemos fábrica española alguna que lo produzca, cosa verdaderamente sensible y que lamentamos en gran manera.

La proporción industrial que en Alemania se sigue para obtener el tinte del azafrán es el siguiente: lixivando el azafrán con agua, se extrae por completo su materia colorante. Evaporando hasta sequedad la disolución acuosa queda un residuo amarillo, homogéneo que con el ácido sulfúrico concentrado toma diferentes coloraciones (de ahí la denominación de *policroíta*); al final toma color azul como muchas otras sustancias vegetales de color amarillo o rojo amarillento sometidas al mismo tratamiento. Destilando con agua da el azafrán una pequeña cantidad de *esencia*. Es ésta un líquido de color amarillo pálido, de olor fuerte azafranado muy alterable, cuya fórmula  $C_{10}H_{10}$  es debida a los alemanes.

Del azafrán destilado con agua y nuevamente de-



secado por lixiviación con éter y evaporación de éste, obtuvo Kayser cristales incoloros de un glucósido amargo llamado *picroína* que con los ácidos diluidos se desdobra en glucosa y un compuesto que parece ser idéntico a la esencia antes mencionada. Del azafrán lixiviado con éter se obtiene por lixiviación con agua la *crocina*, esto es, la materia colorante amarilla. Con el carbón absorbe la crocina de la disolución acuosa y luego hirviendo el carbón con alcohol y evaporando el líquido, se obtiene en forma de masa amorfa, quebra-

diza que por la acción de los álcalis se descompone en *crocetina* y *crocosa* (glucosa) dextrogiro. El color del azafrán es tan intenso que los líquidos preparados con una parte de azafrán y 100.000 de disolvente son marcadamente amarillos y la coloración aun se percibe en las disoluciones al 1 por 200.000. Las materias colorantes denominadas *safraninas*, son sustancias colorantes artificiales que nada tienen que ver con el azafrán.

ANGEL DE ARÁMBURU y GARCÍA.

## Producto blanco inalterable de la serie del litopono para pintura y otros usos

La obtención de este producto tiene por base el sulfuro de zinc y el sulfato de barita. Combinando las soluciones acuosas de sulfato de zinc y de sulfuro de bario se obtiene un precipitado equimolecular de sulfuro de zinc y de sulfato de barita.

Cuando se extrae el sulfuro de zinc por los procedimientos conocidos, sea solo, sea combinado con sales de barita, de cal, de estroncio y análogos, se obtiene un producto industrial parecido al precipitado citado.

Estos productos se emplean generalmente en la fabricación de artículos de caucho, de celuloide, de hules y análogos y para la pintura. Cuando se les da este último empleo, particularmente cuando se les mezcla con materias secas o pigmentos procedentes de otras sales y cuando se los diluye en aceite o en barniz en bruto o se hierven están sujetos a sufrir ciertas modificaciones como fundirse, cambios de color, fosforescencias, especialmente si se mezclan con barniz, aceite hervido o pigmentos de sales de metales distintos del zinc. Este matiz más oscuro, este cambio de color o estas fosforescencias provienen de la presencia de otros materiales como el manganeso, bismuto, cobalto, hierro, cobre, antimonio, níquel y otros semejantes y dan lugar a una especie de eflorescencia que, tarde o temprano, produce la caída de la pintura después de su aplicación.

Este inconveniente ha impedido el uso adecuado o racional de las pinturas, cuya formación tiene por base los elementos precedentemente mencionados, donde hayan de estar expuestas a la luz del sol y aun a una luz menos fuerte y donde hayan de sufrir los cambios de condiciones atmosféricas.

El procedimiento que vamos a exponer tiene por objeto evitar estos inconvenientes permitiendo formar un producto de un blanco estable absolutamente inalterable por la acción de la luz, de las condiciones atmosféricas y demás causas y este producto, conservando siempre estas propiedades, puede también mezclarse con un pigmento de cualquier color, con barniz o aceite crudo o hervido como los que se emplean generalmente en pintura.

Este producto de un blanco inalterable, está constituido por precipitados equimoleculares de sulfuro de zinc y de sulfato de barita sometidos al tratamiento que a continuación se describe y que se precipitan por la reacción recíproca del sulfato de zinc y del sulfato de bario.

Otros objetivos de este procedimiento son el de es-

tablecer un procedimiento sencillo y efectivo que comprende nuevos modos de poner en práctica la obtención de este producto.

El nuevo procedimiento es en substancia el siguiente:

Se quema blenda de zinc o blenda de zinc con otras sustancias, de forma que produzcan sulfato de zinc y otras sustancias. Se agita esta mezcla en agua caliente, con preferencia; se decanta la solución acuosa de sulfato de zinc y se la somete a la acción del oxígeno del aire y de bióxidos bajo la influencia del calor. Esto se verifica mezclando la solución de sulfato de zinc con un bióxido (por ejemplo, bióxido de bario) y agua calentada al vapor a unos 100°, haciendo al mismo tiempo pasar a su través burbujas de aire.

De esto resulta el sulfato de zinc manteniéndose en estado puro en una solución acuosa que entonces se filtra para desembarazarlo de todas las materias extrañas que pueda contener.

Se obtiene el sulfuro de bario del mineral por los procedimientos conocidos y se le prepara en una solución acuosa agitándolo en el agua caliente.

Las soluciones acuosas de sulfato de zinc y de sulfuro de bario se mezclan en una gran cuba y reaccionan entre sí para producir un precipitado que contiene sulfato de barita y sulfuro de zinc manteniéndose completamente puro. Este precipitado se prensa en un filtro-prensa y después se seca.

El producto seco se calcina en una mufla herméticamente cerrada, de construcción ordinaria, provista de una obturación de agua o de otro género, que permita el escape de los vapores evacuados e impida al mismo tiempo la entrada del aire. Esta calcinación se efectúa a una temperatura que varía de 500° a 700°, disipando el agua de composición pero sin descomponer las sustancias como en el procedimiento conocido en que el aire es admitido o se le emplea a una elevada temperatura.

Después de la calcinación el producto litopono se enfria inmediatamente por inmersión en agua fría, la que se va cambiando continuamente hasta la completa refrigeración del producto, el cual se obtiene en estado de pasta, después se mezcla y a continuación se lava en agua, se le calienta aproximadamente entre 80° y 100°, se le prensa de nuevo en un filtro-prensa y en seguida se le seca rápidamente a una temperatura inferior a 100°, lo que produce el litopono en una forma más o menos pulverulenta, después de lo cual se le



afina haciéndolo pasar por un desintegrador ordinario.

Si se prefiere obtener el producto en forma de pasta mejor que en polvo, después del lavado y el caldeo de 80° a 100° y del prensado y filtrado, como se ha descrito, el producto prensado se hace pasar a través del emulsionador ordinario, en el que el agua que contenga será sustituida por aceite. Entonces se amasa la emulsión haciéndola pasar entre cilindros, como de ordinario.

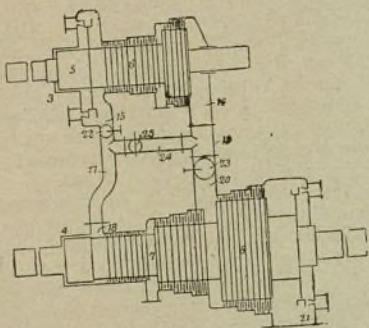
Este producto es completamente neutro y estable, conservándose siempre blanco y al combinarse con otras sustancias, no se decolora o se descompone o

produce eflorescencia. Este producto, sea solo, sea mezclado con otros ingredientes, tales como el plomo, la anilina, etc., o mezclado con aceite crudo o hervido o con barniz o con cualquiera otra materia generalmente empleada en pintura, no presenta ninguna alteración de color, ni descomposición en ningún grado cuando se halla sometido a la acción de la atmósfera o la luz. Es este, en resumen, un procedimiento para la preparación de un producto de un color blanco inalterable para ser empleado en la preparación de colores, extendiéndose, además, su utilidad y aplicación a otros objetos.

## ULTIMAS INVENCIONES

### Turbinas marinas

La disposición de que se trata, consiste en el perfeccionamiento en las instalaciones de turbinas marinas: consta de dos secciones 3 y 4. La sección 3 comprende un elemento 5 de alta presión y un elemento de baja presión o de presión intermedia, 6. La sección 4 comprende también dos elementos de turbina, 7 y 8, los cuales son de baja presión. Bajo condiciones de veloci-

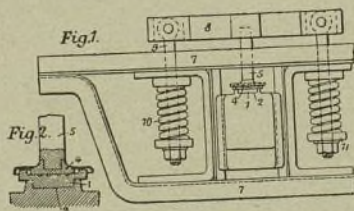


dad y potencia, plenas, el fluido se descarga de la sección 3 a las secciones 7 y 8. Esto se verifica proviendo a la sección 3 de una salida 15 situada entre los elementos 5 y 6 y otra 16 entre la descarga extrema del elemento 6. La salida 15 comunica mediante un paso 17 con una boca interior 18 de la sección 4 y la 16 comunica por un paso 19 con otra interior 20 de la misma sección 4. La boca 18 está colocada de manera que puede descargar fluido en el extremo interior del elemento 7, mientras la 20 lo hace en el del elemento 8. El fluido motriz descargado por el elemento 5 se divide en dos corrientes una de las cuales se descarga en el elemento 6 y la otra en el elemento 7. El fluido motriz que sale del elemento 7 se descarga en el elemento 8 de baja presión. El fluido motriz aumentado por el descargado del elemento 6 es conducido al elemento 8 por la boca 16, el paso 10 y la boca 20. El total del fluido se descarga finalmente por el escape 21 de la sección 4 pudiéndolo hacer a un condensador. Bajo condiciones de velocidad y potencia reducidas, el fluido motriz es conducido en series por los dos elementos

de trabajo. Esto se verifica disponiendo el paso 17 con una válvula 22, la boca 20 con una válvula 23 y el paso 24 entre la boca 16 de la sección 3 y la 18 de la sección 4. Este paso vá provisto de una válvula 25, la cual está cerrada cuando las válvulas 22 y 23 están abiertas y viceversa. Con las válvulas en las posiciones descritas, el fluido motriz descargado del elemento 5 es conducido al elemento 6 y desde aquí por la boca 16, los pasos 24 y 17 y la boca interior 18, al elemento 7. El fluido que sale por el elemento 7, es conducido al elemento de baja presión 8 descargándose finalmente por el escape 21. Como se ve por la figura, cada una de las secciones 3 y 4 es capaz de una conducción separada. En las instalaciones marinas cada uno de los elementos se conecta con un propulsor separadamente o con un mismo propulsor mediante una transmisión reductora de piñones separados, cada uno de los cuales se conecta con el eje de una de las secciones.

### Tranvías y ferrocarriles

*Disposición perfeccionada para los muelles de los bujes y cajas de ejes de los coches de ferrocarriles y tranvías.*—Consiste en conectar con cada buje una placa 1 cuyo lado inferior está adecuado para ajustar en el asiento 2 del muelle de la caja del eje y, teniendo un encaje plano en el lado superior, en el

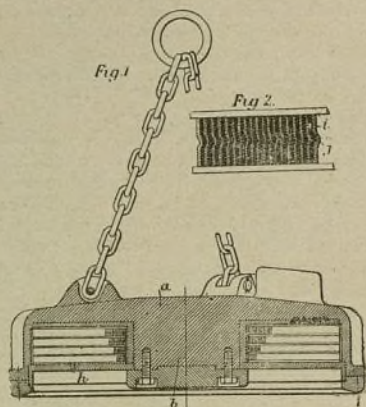


cual se coloca una base 4 también plana, más pequeña que el encaje. Un sostén 5 se conecta con la base 4 atravesando el larguero 7 con relación al cual no puede verificar más que movimientos verticales. Sobre el sostén 5 descansa una viga 8 de cuyos dos extremos se suspenden los pernos 9 que pasan por el larguero 7. Éste descansa sobre los muelles 10 situados entre las placas 11 apoyadas y conducidas por los pernos 9.



### Elevadores magneto-eléctricos

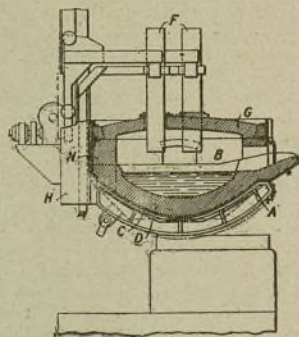
Esta invención consiste en dotar a las bobinas de alimentación con una acanaladura o acanaladuras u otros medios equivalentes, por los cuales se impida la torcedura de la bobina al girar. Las bobinas *h* se forman de una o más secciones dispuestas concéntricamente



al armazón magnético *a*, estando compuesta cada sección de devanados de cobre *i* y un medio aislador provisto de una corrugación central *j*, paralela a los bordes de los devanados. Conviene la construcción de las bobinas en esta forma, cuando se disponen en un espacio anular comprendido entre las paredes exteriores del imán y un núcleo central *b*, lo que aumenta grandemente la capacidad elevadora del imán.

### Horno eléctrico

En este horno eléctrico, el crisol está sólidamente asegurado en las condiciones normales de funcionamiento a un torno de ruedas que conduce los electro-



dos. Su construcción es tal que el crisol puede desmontarse con rapidez sacándolo del torno. Dispone además de un cuerpo de recambio que no solo evita que el horno se haya de poner fuera de acción cuando sea necesario hacer reparaciones en el revestimiento,

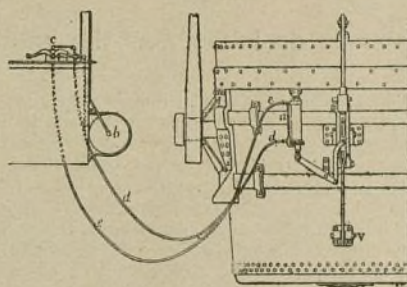
sino que también economiza el tiempo de otra manera perdido durante el proceso de carga, puesto que esta operación puede verificarse en el cuerpo de recambio mientras el horno está en acción. A, es la cuna de un horno eléctrico; B, es un cuerpo que encierra al crisol, con un revestimiento C, refractario y cubierta D, con preferencia de chapa de acero. La cubierta o forro D, se fija a la cuna o armazón A por medio de pernos lo mismo que la tapa G y paredes laterales N al torno de ruedas H.

Cuando los electrodos F se han levantado por encima de la tapa y se han quitado los pernos, las partes móviles pueden sacarse para su reconocimiento, o bien para verificar la carga o reparaciones por medio adecuado como un pescante locomóvil. La tapa G y si es necesario, las paredes laterales N, pueden separarse del revestimiento C.

### Dispositivo para vaciar a distancia los vertedores de fundición

El colado de los metales fundidos es con frecuencia una operación delicada que puede causar accidentes en casos de falsa maniobra por parte de los obreros encargados de efectuarla.

El objeto del dispositivo ideado por M. Wattengel,



Dispositivo para el gobierno del vertedor de fundición.

es el de evitar la presencia de los obreros en las proximidades del vertedor de la fundición y por consiguiente los peligros de accidentes debidos a las proyecciones de metal fundido y al desprendimiento de gases que puedan provocar explosiones de grandes masas de materias.

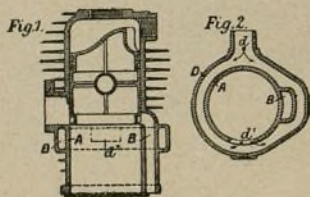
Sobre el lado del vertedor de la fundición en el cual se encuentra el estrangul o boca del colado, va montado un cilindro A provisto de un pistón que puede ser accionado por el aire comprimido de un depósito B montado sobre la cabina de la grúa que maniobra el vertedor, por medio de una válvula de dos direcciones C y por la mediación de dos tubos D y E que permiten al aire comprimido obrar sobre una u otra de las caras del pistón, para darle un movimiento hacia arriba o hacia abajo. En estos movimientos, el pistón arrastra por su varilla, un sistema de palancas que gobiernan la apertura o el cierre del seguro F.

Es de notar que este dispositivo permite igualmente reducir el personal, haciéndose todo el trabajo por el maquinista que gobierna la grúa.



### Motores de combustión interna

El representado en las figuras es un dispositivo mediante el cual se puede utilizar el calor de un cilindro de un motor de combustión interna de dos tiempos para elevar la temperatura de la mezcla combustible en su recorrido desde el carburador a la cámara de la



biela y evitar o disminuir el «golpe de retroceso» de la mezcla combustible en la atmósfera.

En las figuras; A es el cilindro, B la abertura de paso en su extremo inferior a la caja de biela y en su extremo superior al interior del cilindro; D es un paso

que circunda el cilindro. Un brazo *d* de este paso se conecta con el carburador y la mezcla combustible es arrastrada por la aspiración de la cámara de la biela por el paso D y por una abertura *d'* (indicada con líneas de trazos en la figura 1) en una parte del cilindro situada por debajo del émbolo cuando éste ha completado su curso ascensional siendo comprimida, como es usual, la mezcla combustible, entre la cámara de la biela durante el curso de descenso del émbolo, y admitida por el lado superior del pistón para ser comprimida por la embolada de subida produciéndose entonces la explosión.

La mezcla combustible al fluir por el brazo *d* se divide al entrar en el paso D, entrando juntas estas dos corrientes, en el cilindro, por la abertura *d'*. El borde inferior de esta abertura *d'* está a alguna distancia por encima de la base del paso D, para asegurar el que en caso de que se inundara el carburador, al poner en marcha el motor el combustible líquido no fluya por esta abertura y caiga en el fondo de la cámara de la biela.

El lado interior del paso D está constituido por la pared del cilindro, y así la mezcla combustible que pasa por D se calienta considerablemente por el calor del cilindro.

### Sistemas de ignición en los motores de gas (Véase la lámina-plano central)

Varios son los sistemas de ignición que se han adoptado para los motores de gas. Ello no obstante, en la actualidad casi han quedado todos reducidos al sistema de ignición eléctrica, bien sea haciendo uso de la magneto (y esta, de varios sistemas a su vez) o bien por medio de acumuladores. En este último caso, el motor ha de ir provisto de un interruptor adecuado para la producción de la chispa, llamado por regla general dispositivo de ruptura.

En la lámina central presentamos algunos dispositivos relacionados con la ignición en los motores de gas.

En la figura 1 están indicados los órganos de la entrada de la mezcla gaseosa, esto es, la válvula de admisión del motor.

En (1) se puede apreciar la cámara adecuada para la circulación del agua de enfriamiento necesaria en estos motores por la gran cantidad de calor que se desarrolla en el cilindro.

En (2) está representado el conducto de entrada de la mezcla gaseosa; (3) es la válvula y (4) su vástago encerrado en un armazón (5) provisto de su estopada (7) y su prensaestopas (6).

El cierre de la válvula se verifica por la presión del muelle (8) y su tope (9) el cual es accionado por la combinación de palancas (10) y sobre el punto de apoyo indicado en (11).

En la figura 2 se representa un dispositivo de ruptura. Uno de los bornes lo constituye la masa (negativa) del motor y el otro (positivo) afluye al cable (52) en contacto con su vástago (53) y su borne de ruptura (55). En (56) puede apreciarse la cámara de circulación del agua.

El otro vástago (50) lleva la nuez (51) que es la que

recibe la acción de un tope adecuado en la marcha del motor. Va fijo por su armazón (57) a la caja (58). En el extremo (54) es donde se verifica la ruptura del circuito con (55) y producción de la chispa consiguiente.

En la figura 3 puede apreciarse un conjunto de lo anteriormente expuesto. En (13) se presenta el tope; (14) el armazón del vástago; (15) la cubierta de protección; (16) el armazón exterior del conjunto y en (17) el agua de refrigeración. Las válvulas están indicadas en (18) la de admisión y en (19) la de expulsión.

El interruptor indicado en la figura 2, está aquí previsto en (20), (21), (22), (23) y (24) bastando su observación para establecer la identidad con el descrito.

La expulsión se verifica por el tubo (29). En (26) está representado el vástago de la válvula y en (27) su prolongación hasta ir junto con el juego de palancas en (28). La cámara de explosión podemos representárnosla en (25).

En la figura 4 se representa el paso del calor cuando la ignición es por mechero. En ella es (30) el cojinete general, (34) el regulador del recorrido, (33) el canal de paso de la mezcla inflamada, (32) id., id., y (31) la cámara de explosión.

En la figura 5 es (36) tornillo de regulaje, (37) tapa de protección, (38) vástago de la tapa, (43) y (39) cámara general, (40) cojinete, (41) canal de entrada de la mezcla explosiva, (42) vástago de la válvula de admisión del motor, (44) canales, (45) salida de la mezcla inflamada, (46) platina de junta a la culata del cilindro, (47) cámara de expulsión, (48) es donde se acoplan las palancas de movimiento de la válvula de admisión y (49) el tornillo de sujeción de las mismas.

SANTIAGO LÓPEZ TAPIAS, Ingeniero E. M.



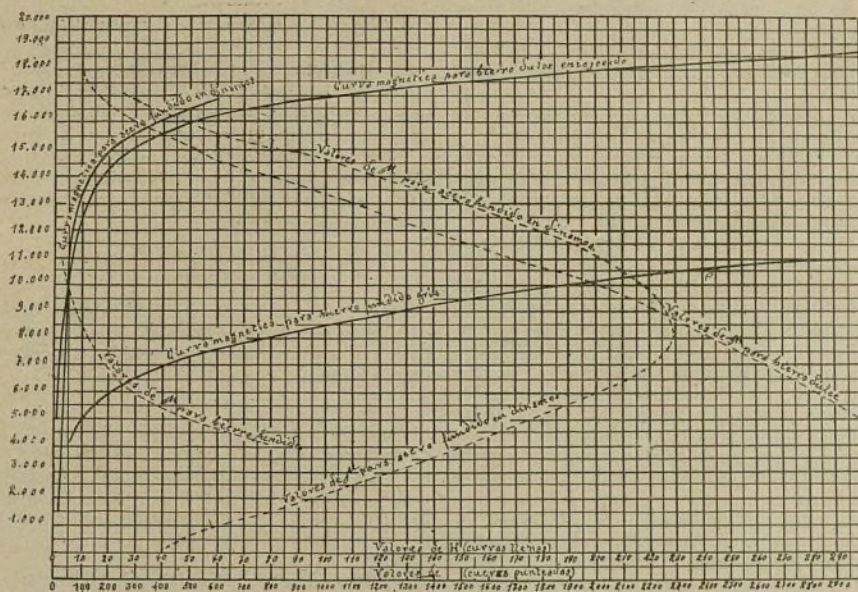
## Las curvas magnéticas

Muy interesante es el estudio de la magnetización de los distintos materiales, tanto cuando se refieren a motores como a dinamos y hasta para verificar el estudio de la utilidad que puede reportar el utilizar uno u otro material, para un determinado aparato eléctrico en construcción. Cuando se calcula, por ejemplo, un motor eléctrico, es conveniente saber la magnetización o grado de imantación del material que lo constituya. Este magnetismo para un determinado material a veces puede obrar de tal forma que en lugar del material

Si se denomina B a la cantidad de líneas de fuerza que corresponden a 1 cm.<sup>2</sup> (cuyo nombre técnico es *Inducción magnética*) y nombrando H a la cantidad total de líneas de fuerza, podremos considerar a la relación

$$\frac{B}{H} = \mu$$

que son cuatro de las curvas de la figura, las cuales ya cada una tiene su aplicación consignada.



empleado, puedan obtenerse mejores resultados prácticos cambiándolo por otro.

De aquí la necesidad de conocer el grado de magnetismo de cada material para su mejor clasificación en el empleo a que se le destine.

La forma de calcular el magnetismo en un material cualquiera, además de ser un cálculo muy engorroso, se presta considerablemente a equivocaciones y resultados inexactos.

Para simplificar el trabajo en los cálculos sirve la presente figura, la cual representa las curvas de magnetismo de diversos materiales, si bien en la figura solamente hemos construido las que corresponden a los materiales más empleados en la construcción de maquinaria eléctrica, tales como el hierro dulce, colado, etc.

Tomando los valores de H como abscisas y los de B como ordenadas, se obtiene la curva que corresponde a cada material.

Ahora bien: la forma para la obtención de estos valores, se efectúa solo por medio de ejemplos prácticos, verificando las pruebas directamente con trozos del material que corresponda. Los resultados son leídos directamente y construidos correspondientemente a escala sobre la figura, uniendo luego los puntos sucesivos que correspondan con las distintas mediciones efectuadas, y obteniendo así la curva como resultado final.

De la curva, entonces, puede sacarse cualquier valor intermedio, siempre y cuando, naturalmente, sea el material de la misma naturaleza.

SANTIAGO LOPEZ, Ing.



## Teoría y construcción de los engranajes elípticos

Por su alto valor teórico y práctico reproducimos íntegro de la *Revue de Mécanique* el presente notable artículo del sabio ingeniero francés P. Massot.

**1 Introducción.** — Los engranajes elípticos son ruedas dentadas análogas a los engranajes cilíndricos rectos ordinarios, pero sus curvas primitivas, en vez de ser circunferencias, son elipses iguales que giran cada una alrededor de un foco. Sirven para establecer entre dos árboles paralelos una relación de velocidades angulares periódicamente variada, pero negativa, es decir, que los dos árboles giran siempre en sentido contrario uno de otro.

Están comprendidas en este mecanismo las cualidades de las ruedas dentadas cilíndricas:

1.º No necesitan, entre los árboles en relación ninguna pieza intermediaria: biela, correa, tejo, corredera, etc.

2.º No presenta ningún punto muerto, es decir, que jamás existe indecisión sobre el sentido del movimiento.

3.º Asegura hasta el límite de resistencia de los dientes la exactitud de la ley del movimiento.

4.º El trabajo de rozamiento es muy débil pues los puntos de contacto de la dentadura están siempre próximos a las elipses primitivas que ruedan una sobre otra sin deslizamiento.

Los engranajes elípticos tienen importantes ventajas teóricas sobre los mecanismos empleados para producir un movimiento continuo periódico variado: cuadrilátero articulado, correa montada sobre poleas no cilíndricas, platinas de disco o de corredera que mueven una placa de ranura, ruedas de Roemer, ruedas de Huyghens, rodajes epicicloides excéntricos, etc.

Entre las curvas usuales, la hipérbola y la espiral logarítmica pueden dar engranajes que gocen de las cualidades anteriormente expuestas; pero de una realización más difícil que la solución suministrada por la elipse debido a los puntos al infinito que presentan estas curvas.

Los tratados de cinemática después de indicar las propiedades de la elipse como curva rodante se limitan a dar los valores máximo y mínimo de la relación de las velocidades angulares en los engranajes elípticos. Estas indicaciones son insuficientes tanto para el conocimiento de las propiedades cinemáticas de estos engranajes como para su realización material.

A pesar de esto se hallará tal vez excesiva la longitud de este estudio consagrado a un mecanismo muy poco empleado, pero no hay necesidad de decir que en las dificultades de construcción la causa de la limitación de su empleo ofrece casos muy especiales.

Luego, la tendencia moderna de aumentar la automatización y el rendimiento de las máquinas obliga a hacer mención de las combinaciones más variadas de la cinemática y los perfeccionamientos incessantes de las herramientas reducen cada vez más las dificultades de construcción; se puede, pues, prever que los engranajes elípticos, debido a las propiedades enunciadas serán de un uso cada vez más frecuente.

En la primera parte de este estudio, solo expondremos las propiedades cinemáticas del contraparelógr

mo que pertenece también a los engranajes elípticos.

En la segunda parte daremos bajo formas calculables por logaritmos la ley de los espacios, la de las velocidades y la de las aceleraciones para el árbol conducido cuando el árbol motor gira con movimiento uniforme. Indicaremos también un procedimiento gráfico muy rápido y muy exacto para obtener en una posición cualquiera la velocidad y la aceleración angulares del árbol conducido.

En la tercera parte determinaremos las condiciones que debe satisfacer la dentadura y el medio de realizarla exactamente y sin máquina especial, con las fresas empleadas para la talla de los engranajes ordinarios.

### PRIMERA PARTE

#### Propiedades cinemáticas del contraparelógramo

**2. Definición.** — El contraparelógramo es un cuadrilátero articulado  $O_1F_1F_2O_2$  (fig. 1) cuyos lados opuestos son iguales y no paralelos. Esta segunda condición le diferencia del paralelógramo que se puede construir con los mismos lados sucediéndose en el mismo orden y que en las dos posiciones del punto muerto presenta la misma configuración que el contraparelógramo. Pondremos:

$$\begin{aligned} O_1O_2 &= F_1F_2 = 2a \\ O_1F_1 &= O_2F_2 = 2c \end{aligned} \quad (1)$$

Con cuatro lados iguales se puede construir un paralelógramo pero no un contraparelógramo, es necesario pues que dos lados contiguos sean desiguales. Sea por ejemplo:

$$2a > 2c \quad (2)$$

Siendo fijo el lado mayor  $O_1O_2$ , deformemos el cuadrilátero  $O_1F_1F_2O_2$ ; el lado  $F_1F_2$  jugará el papel de una biela que reúne las manivelas  $O_1F_1$  y  $O_2F_2$ , los puntos  $F_1$  y  $F_2$  describirán respectivamente las circunferencias  $C_1$  y  $C_2$ . La figura posee en todas sus posiciones, las propiedades siguientes:

**3. Propiedades de simetría.** — 1.º Los triángulos  $F_1O_1O_2$  y  $O_2F_1F_2$  tienen sus tres lados iguales uno respecto al otro y lo mismo los triángulos  $O_1F_1F_2$  y  $F_2O_2O_1$ ; se tienen pues las igualdades:

$$\left. \begin{aligned} \widehat{F_1O_1O_2} &= \widehat{O_2F_1F_2} = \alpha_1 \\ \widehat{O_1F_1F_2} &= \widehat{F_2O_2O_1} = \alpha' \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

2.º Llamemos  $F_1$  al punto común a los dos lados mayores  $O_1O_2$ ,  $F_1F_2$  y  $H$  al punto de cruce de los dos lados menores  $O_1F_1$ ,  $O_2F_2$ .

La igualdad de los triángulos  $O_1EF_1$  y  $F_2EO_2$  ( $O_1F_1 = O_2F_2$ ,  $\widehat{O_1} = \widehat{F_2}$ ,  $\widehat{F_1} = \widehat{O_2}$ ) y la de los triángulos  $O_1O_2H$  y  $F_1F_2H$  ( $O_1O_2 = F_1F_2$ ,  $\widehat{O_1} = \widehat{F_2}$ ,  $\widehat{O_2} = \widehat{F_1}$ ) permiten escribir:

$$\left. \begin{aligned} O_1E &= EF_1, F_1E = EO_2 \\ O_1H &= HF_1, F_1H = HO_2 \end{aligned} \right\} \quad (4)$$



3.º La recta EH, diagonal del contraparelógramo, es, en virtud de las igualdades (3) y (4), eje de simetría de la figura; es pues *bisectriz común de los ángulos que tienen entre ellos, en E y H, los lados opuestos*.

4. **Propiedades de inversión.**—1.º Las diagonales  $F_1O_2$  y  $O_1F_2$  son paralelas y tienen un producto constante.

El paralelismo resulta de que las diagonales son perpendiculares a la tercera EH, que es eje de simetría (véase núm. 3-3.º). Si se construye el paralelógr-

Los lados  $O_1F_1$  y  $O_2F_2$  son los normales a las trayectorias de los puntos  $F_1$  y  $F_2$  (circunferencias  $C_1$  y  $C_2$ ), su punto de intersección H es el centro instantáneo de rotación de la biela  $F_1F_2$ .

Las igualdades (1) y (4) dan

$$O_1H - O_2H = F_1H - F_2H = 2c \quad (5)$$

El lugar del punto H está pues: 1.º en el espacio fijo unido a  $O_1O_2$ , una hipérbola  $\mathcal{H}$  de focos  $O_1$  y  $O_2$ ; 2.º en el espacio comprendido en el movimiento de la biela  $F_1F_2$ , una hipérbola  $\mathcal{H}_2$  de focos  $F_1$  y  $F_2$ .

Estas dos hipérbolas iguales son las trayectorias

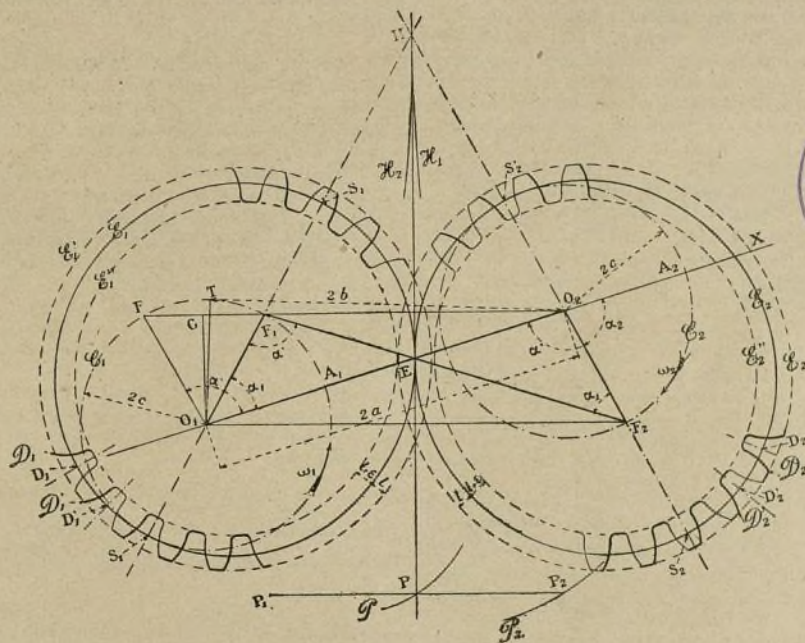


Fig. 1.—Propiedades cinemáticas de los engranajes elípticos.

mo  $O_2F_2O_1F_1'$ , el punto  $F_1'$  estará sobre la circunferencia  $C_1$  y el lado  $O_2F_1'$  pasará por  $F_1$ . Se tendrá, pues:

$$O_1F_2 \times O_2F_1 = O_1F_1' \times O_2F_1 = 4b^2 = 4(a^2 - c^2). \quad (4)$$

Llamando  $2b$  la longitud  $O_2T$  de la tangente a la circunferencia  $C_1$ .

2.º Cuatro puntos A, B, C, D (no representados en la figura), se colocan respectivamente sobre los lados:  $O_1F_1$ ,  $O_2O_1$ ,  $F_1F_2$ ,  $O_2F_2$  y alineados paralelamente a  $O_1F_2$ , quedan durante la deformación sobre una recta paralela a  $O_1F_2$  y el producto  $AB \times AC$  permanece constante así como el producto  $BA \times BD$ .

No haremos más que señalar esta propiedad (inversor de Hart) pues no nos ha de servir para nuestra continuación.

5. **Movimientos relativos.**—1.º *Movimiento de  $F_1F_2$  por relación a  $O_1O_2$ .*

polares, que admiten  $2a$  para distancia focal y  $2c$  para eje transversal y son simétricas una a otra por relación a EH, su tangente común en H (véase número 3-3.º).

*El movimiento de  $F_1F_2$  por relación a  $O_1O_2$  se obtiene, pues, haciendo rodar sin deslizamiento la hipérbola  $\mathcal{H}_2$  sobre la hipérbola  $\mathcal{H}$ , igual y constantemente simétrica por relación a su tangente común en el punto de contacto.*

2.º *Movimiento de  $O_1F_2$  por relación a  $O_1F_1$ .* Si se supone fijo  $O_1F_1$ , los grandes lados  $O_1O_2$  y  $F_1F_2$  juegan el papel de manivelas y el lado  $O_2F_2$  se convierte en su biela de conexión.

El centro instantáneo de rotación de esta biela se encuentra en E, punto de reencuentro de las manivelas. Aquí las relaciones (1) y (4) dan:

$$O_1E + F_1E = O_2E + F_2E = 2a \quad (6)$$

Las trayectorias polares son la elipse  $\mathcal{E}_1$  de focos



$O_1$  y  $F_1$  unidos al lado  $O_1F_1$  y la elipse  $\mathcal{E}_2$ , de focos  $O_2$  y  $F_2$  unidos al lado  $O_2F_2$ . Estas elipses iguales tienen  $2a$  para longitud del eje mayor y  $2c$  para distancia focal y son simétricas una a la otra por relación a  $EH$  su tangente común en  $E$  (véase núm. 3-3.º). El movimiento de  $O_2F_2$  por relación a  $O_1F_1$ , se obtiene, pues, haciendo rodar sin deslizamiento la elipse  $\mathcal{E}_2$ , sobre la elipse  $\mathcal{E}_1$ , igual y constantemente simétrica.

**6. Trayectoria de un punto cualquiera en el movimiento relativo.**—Sea un punto  $P$ , solidario del lado  $O_2F_2$ ; en el movimiento relativo por relación  $O_1F_1$ , este punto será arrastrado en el rodamiento sin deslizamiento de la elipse  $\mathcal{E}_2$  sobre la elipse  $\mathcal{E}_1$ . Como estas curvas son simétricas por relación a su tangente en el punto de contacto (véase núm. 5-2.º), el punto  $P$ , permanecerá, en sus diversas posiciones, simétrico por relación a las tangentes sucesivas comunes a  $\mathcal{E}_1$  y  $\mathcal{E}_2$  de un mismo punto  $P$ , unido a la elipse fija  $\mathcal{E}_1$ .

La proyección  $P$  del punto  $P$ , sobre estas tangentes descrito, por definición, la polar  $\mathcal{P}$  del punto  $P$ , por relación a  $\mathcal{E}_1$ . La trayectoria  $\mathcal{P}$  del punto  $P$ , será pues, en el movimiento relativo de  $O_2F_2$  por relación a  $O_1F_1$ , la homotética de la polar  $\mathcal{P}$ , siendo  $P_1$  el centro de homotecia y  $2$  la relación de homotecia.

Si  $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - 1 = 0$  es la ecuación de la elipse  $\mathcal{E}_1$  referida a sus ejes y si  $x_0, y_0$  son las coordenadas de  $P_1$ , la ecuación de la polar  $\mathcal{P}$  será, transportando paralelamente los ejes al punto  $P_1$ :

$$(x^2 + y^2 - x_0 x - y_0 y)^2 = a^2 x^2 + b^2 y^2.$$

Es esta una *cuartica* bicircular cuya inversa por relación al punto  $P_1$  es un cónico.

Si el punto  $P$ , fuera solidario del lado  $F_1F_2$  en el rodamiento de la hipérbola  $\mathcal{H}_2$  sobre la hipérbola  $\mathcal{H}_1$ , describirla la homotética de la polar del  $\mathcal{P}_1$  por relación a  $\mathcal{H}_1$ .

## SEGUNDA PARTE

*Leyes de los espacios, de las velocidades y de las aceleraciones en los engranajes elípticos*

**7. Engranajes elípticos.**—El cuadrilátero  $O_1F_1F_2O_2$ , fijo sobre  $O_1O_2$ , es apropiado para asegurar entre las manivelas  $O_1F_1$  y  $O_2F_2$ , una relación de velocidades angulares variada y siempre negativa, pero este mecanismo presenta los tres inconvenientes siguientes:

1.º En las dos posiciones del punto muerto, es decir, cuando los cuatro lados están inclinados sobre la recta  $O_1O_2$ , el contraparelógramo puede tomar la forma del paralelógramo; para asegurar la continuidad del movimiento, si la inercia de las piezas no es suficiente, serán necesarios dispositivos especiales.

2.º En una zona más o menos extendida por la vecindad de los puntos muertos, los juegos de las articulaciones y las diferencias aún ligeras, de longitud entre los lados opuestos del cuadrilátero, pueden modificar considerablemente las condiciones del movimiento.

3.º Las manivelas  $O_1F_1$  y  $O_2F_2$  están montadas a *porte a faux* en el extremo de los árboles  $O_1$  y  $O_2$ .

Para evitar estos inconvenientes es preferible su-

primir la biela de conexión  $F_1F_2$  y unir directamente las manivelas  $O_1F_2$  y  $O_2F_1$ . A este efecto se materializan las dos elipses  $\mathcal{E}_1, \mathcal{E}_2$  que en el movimiento relativo ruedan una sobre otra (n.º 5-2.º) y se las arma de dientes para asegurar su conducción recíproca.

Estas elipses  $\mathcal{E}_1$  y  $\mathcal{E}_2$  giran alrededor de uno de sus focos, respectivamente  $O_1$  y  $O_2$ ; la distancia de los centros es  $2a$ , longitud del eje focal, quedando los otros focos  $F_1, F_2$ , durante el movimiento, a la distancia  $2a$  uno de otro.

El punto de tangencia de las elipses primitivas está siempre sobre la línea de los centros  $O_1O_2$ . En lo que sigue supondremos que la rueda  $\mathcal{E}_1$  gira en movimiento uniforme.

**8. Ley de los espacios.**—Tomemos como posición inicial aquella en que los focos  $F_1$  y  $F_2$  están respectivamente en  $A_1$  y  $A_2$  sobre la línea de los centros y donde el punto  $A_1$  está colocado entre  $O_1$  y  $O_2$ . En la posición de la figura, el árbol motor, por ejemplo  $O_1$ , ha girado en el ángulo  $\widehat{O_2O_1F_1} = \alpha_1$  y el árbol  $O_2$  ha girado en sentido inverso describiendo el ángulo  $\widehat{A_2O_2F_2} = \alpha_2$ . Contaremos los ángulos positivamente en el sentido de rotación de  $O_1$ , es decir, en el sentido de las  $\alpha_1$  crecientes. Por consecuencia en todo lo que sigue  $\alpha_1$  será positivo y  $\alpha_2$  negativo.

El problema se convierte en hallar una relación entre  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$ ; se llega rápidamente a una expresión muy manejable considerando las mitades de los ángulos,  $\frac{\alpha_1}{2}$  y  $\frac{\alpha_2}{2}$ .

Hemos visto (n.º 4-1.º) la construcción del triángulo isósceles  $F_1OF_2$ ; sea  $O_1G$  la altura de este triángulo; tendremos:

$$\frac{\cos. \widehat{O_2O_1G}}{\cos. \widehat{F_1O_1G}} = \frac{O_1F_1}{O_1O_2} = \frac{c}{a} = e,$$

siendo  $e$  la excentricidad de las elipses  $\mathcal{E}_1$  y  $\mathcal{E}_2$ .

Por una parte:

$$O_2O_1G = \alpha_1 + \frac{F_1OF_2}{2} = \alpha_1 + \frac{\alpha' - \alpha_1}{2} = \frac{\alpha' + \alpha_1}{2},$$

por otra parte:

$$F_1O_1G = \alpha_1 - \frac{F_1OF_2}{2} = \alpha_1 - \frac{\alpha' - \alpha_1}{2} = \frac{\alpha' - \alpha_1}{2}.$$

La relación precedente puede escribirse:

$$\frac{\cos. \frac{\alpha' + \alpha_1}{2}}{\cos. \frac{\alpha' - \alpha_1}{2}} = e,$$

o bien:

$$\frac{\cos. \frac{\alpha' - \alpha_1}{2} - \cos. \frac{\alpha' + \alpha_1}{2}}{\cos. \frac{\alpha' - \alpha_1}{2} + \cos. \frac{\alpha' + \alpha_1}{2}} = \frac{1 - e}{1 + e}.$$

Desarrollando y simplificando esta expresión se tendrá:

$$\operatorname{tg.} \frac{\alpha'}{2} \operatorname{tg.} \frac{\alpha_1}{2} = \frac{1 - e}{1 + e}.$$

Como  $\alpha'$  es el suplemento de  $\alpha_2$ , ángulo que gira el árbol  $O_2$ , se obtiene la relación fácilmente calculable



por logaritmos, calculándose el logaritmo del factor constante  $\frac{1+e}{1-e}$  una vez para todas las posiciones:

$$\operatorname{tang.} \frac{\alpha_2}{2} = -\frac{1+e}{1-e} \operatorname{tang.} \frac{\alpha_1}{2}$$

y siendo siempre menor que la unidad, la relación  $\frac{1+e}{1-e}$  es siempre más grande que 1. Las tangentes de los semángulos recorridos por el árbol conductor y el árbol conducido están en la relación constante  $-\frac{1+e}{1-e}$ , siendo  $e$  la excentricidad de las elipses primitivas.

A causa de la simetría, basta hacer variar  $\alpha_1$  de 0 a 180°, se encuentran los pares de valores simples siguientes:

$\alpha_1 =$	0°	$2 \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{1-e}{1+e}$	$\operatorname{arc} \cos e$	90°	180°
$\alpha_2 =$	0°	-90°	$-(180^\circ - \alpha_1)$	$-2 \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{1+e}{1-e}$	-180°

Cuando  $O_1$  ha dado una vuelta,  $O_2$  ha dado una vuelta en sentido contrario y los dos árboles se encuentran en la posición relativa de partida.

9. **Ley de las velocidades.**—Estando en E el centro instantáneo de rotación (véase n.º 5-2.) se tendrá según un teorema bien conocido, llamando  $\omega_1$  y  $\omega_2$  las velocidades angulares de los árboles  $O_1$  y  $O_2$ :

$$\frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{O_1 E}{O_2 E},$$

según nuestra convención de los signos,  $\omega_1$  es positivo y  $\omega_2$  siempre negativo.

La figura 1 da (igualdad de los triángulos  $O_1 E F_1$  y  $F_2 E O_2$ ):

$$\frac{O_1 E}{O_2 E} = \frac{\operatorname{sen} \alpha_2}{\operatorname{sen} \alpha_1}$$

La relación entre las velocidades angulares puede entonces escribirse en magnitud y en signo:

$$\frac{\omega_2}{\omega_1} = -\frac{\operatorname{sen} \alpha_2}{\operatorname{sen} \alpha_1} \quad (8)$$

Pues, las velocidades angulares están en la relación de los senos de los ángulos recorridos.

Estando dada  $\omega_1$  y supuesta constante, la expresión (8) permite calcular con facilidad  $\omega_2$  para una posición cualquiera correspondiente a ángulos recorridos  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$ ; para utilizar directamente la fórmula (7) sin remontar a los ángulos  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$  se puede proponer investigar una relación en la cual no figuren más que las líneas trigonométricas de las mitades de los ángulos,  $\frac{\alpha_1}{2}$  y  $\frac{\alpha_2}{2}$ .

Llamando  $t$  al tiempo se llega a esta fórmula:

$$\frac{d\alpha_2}{dt} = \omega_2 \text{ y } \alpha_1 = \omega_1 t.$$

Si se toma entonces la derivada por relación al tiempo de los dos miembros de la relación (7) se ob-

tendrá la expresión:

$$\omega_2 = \omega_1 \frac{1+e}{1-e} \frac{\cos^2 \frac{\alpha_2}{2}}{\cos^2 \frac{\alpha_1}{2}} \quad (8 \text{ bis})$$

Estando dada  $\alpha_1$ , caracterizando la posición del árbol motor, y  $\omega_1$  la velocidad angular de este árbol, el cálculo de  $\omega_2$  es rápido por la fórmula (7) y (8 bis), pues  $\omega_1$  y  $e$  son constantes.

Combinando (7) y (8 bis) se obtiene la relación:

$$\left. \begin{aligned} \omega_2 &= -\omega_1 \frac{1+e}{1-e} \cos^2 \varphi \\ \operatorname{tang} \varphi &= \frac{2\sqrt{e}}{1-e} \operatorname{sen} \frac{\alpha_1}{2} \end{aligned} \right\} \quad (8 \text{ ter.})$$

Esta última forma es un poco más ventajosa que la (8 bis) si se ha de calcular  $\omega_2$  para muchos valores de  $\alpha_1$  sin que sea necesario buscar los valores correspondientes de  $\alpha_2$ .

10. **Valores señalados de la velocidad  $\omega_2$ .**—Para  $\alpha_1 = \alpha_2 = 0$ , se ve sobre la figura 1 que los vértices  $S'_1$  y  $S'_2$  están en contacto; como  $O_1 S'_1 = a + c$  y  $O_2 S'_2 = a - c$ , se tiene:

$$\omega_2 = -\omega_1 \frac{1+e}{1-e} \quad (9)$$

Para  $\alpha_1$  y  $\alpha_2 = 180^\circ$ , este son los vértices  $S_1$  y  $S_2$  que están en contacto y:

$$\omega_2 = -\omega_1 \frac{1-e}{1+e} \quad (9 \text{ bis})$$

Si  $\omega_1$  es constante, el primero de estos valores dá el máximo y el segundo el mínimo del valor absoluto de  $\omega_2$ . La relación de los valores extremos de  $\omega_2$  es entonces:

$$\frac{\omega_2 \text{ max.}}{\omega_2 \text{ min.}} = \left( \frac{1+e}{1-e} \right)^2 = K^2 \quad (10)$$

En la mayor parte de las aplicaciones se conoce  $K^2$ , valor de la relación de la más grande a la más pequeña de las velocidades que se han de realizar; la expresión (10) da entonces, para la excentricidad de las elipses, el valor:

$$e = \frac{K-1}{K+1} \quad (10 \text{ bis})$$

Las velocidades  $\omega_2$  y  $\omega_1$  son iguales en valor absoluto cuando E, centro instantáneo de rotación, está en medio de  $O_1 O_2$ , condición realizada para

$$\cos \alpha_1 = -\cos \alpha_2 = e$$

11. **Ley de las aceleraciones.**—Cuando un cuerpo está sometido a variaciones de velocidad, que es precisamente el caso del árbol  $O_2$  cuando el árbol  $O_1$  gira con movimiento uniforme, no es necesario despreciar el cálculo de las aceleraciones. Por consecuencia de la rapidez del movimiento y de la magnitud de la masa arrastrada, las fuerzas de inercia pueden adquirir valores incompatibles con el buen funcionamiento del mecanismo.

Para un punto situado a la distancia  $r$  del eje  $O_2$  la aceleración centripeta será:  $\omega_2^2 r$ , valor fácil de calcular con ayuda de las fórmulas (8, 8 bis u 8 ter) y la aceleración tangencial será:  $r \frac{d\omega_2}{dt}$ .



Vamos a indagar el valor de  $\frac{d\omega_2}{dt}$ , derivado de la velocidad angular por relación al tiempo o aceleración angular.

Las igualdades (8 ter) señalando que  $\omega_2$ ,  $\varphi$  y  $\alpha_1$ , son las únicas cantidades variables, dan:

$$\begin{aligned} d\omega_2 &= 2\omega_1 \frac{1+e}{1-e} \cos \varphi \sin \varphi d\varphi, \\ \frac{d\varphi}{\cos^2 \varphi} &= \frac{\sqrt{e}}{1-e} \cos \frac{\alpha_1}{2} d\alpha_1. \end{aligned}$$

Como  $d\alpha_1 = \omega_1 dt$ , se obtiene después de las simplificaciones:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\omega_2}{dt} &= \omega_1^2 \frac{2e(1+e)}{(1-e)^3} \cos^4 \varphi \sin \alpha_1 \\ \operatorname{tg} \varphi &= \frac{2\sqrt{e}}{1-e} \sin \frac{\alpha_1}{2} \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

Esta expresión se calcula fácilmente por logaritmos partiendo de  $\alpha_1$ , siendo solo variables  $\varphi$  y  $\alpha_1$ . Combinando las relaciones (10), (8 bis) y (8 ter) se obtendrán otras expresiones que, en ciertos casos, serán de un cálculo más rápido conociendo  $\omega_2$  o  $\alpha_2$ , por ejemplo:

$$\frac{d\omega_2}{dt} = \frac{2e}{1-e^2} \omega_2^2 \sin \alpha_1 = -\frac{2e}{1-e^2} \omega_1 \omega_2 \sin \alpha_2, \quad (11, \text{bis})$$

$$\frac{d\omega_2}{dt} = \frac{2e(1+e)}{(1-e)^3} \omega_2^2 \left( \frac{\cos \frac{\alpha_2}{2}}{\cos \frac{\alpha_1}{2}} \right) \sin \alpha_1 \quad (11, \text{ter})$$

Estas fórmulas demuestran que  $\frac{d\omega_2}{dt}$  tiene el signo de  $\sin \alpha_1$ ; pero importa observar que, por consecuencia de las convenciones de los signos, la aceleración y la velocidad angulares del árbol  $O_2$  son del mismo signo cuando  $\sin \alpha_1$  es negativo y de signo contrario cuando  $\sin \alpha_1$  es positivo; es decir, que en valor absoluto la velocidad  $\omega_2$  decrece cuando  $\alpha_1$  varía de 0 a 180° y aumenta cuando  $\alpha_1$  varía de 180° a 360°. Las variaciones de esta velocidad y de esta aceleración angulares se pondrán en evidencia en los números 12 y 14.

## 12. Diagrama polar de las velocidades $\omega_2$ .

Las expresiones de  $\omega_2$  y de  $\frac{d\omega_2}{dt}$  dadas en los números 10 y 11, son calculables por logaritmos pero encierran varias variables; si se tienen expresiones en función de una sola variable,  $\alpha_1$  o  $\alpha_2$  se obtienen relaciones más largas de calcular pero se prestan bien a una representación gráfica.

En la figura 1 (triángulos isósceles semejantes  $O_1F_1E$  y  $F_1EO_2$ ) que:

$$\frac{O_1F_1}{O_2F_1} = \frac{O_1E}{O_2E} = \frac{\omega_2}{\omega_1}.$$

Relacionando estas igualdades con las de la igualdad 4 (n.º 4) se podrá escribir:

$$\frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{O_1F_2^2}{4b^2} = -\frac{4b^2}{O_1F_1^2}$$

El triángulo  $O_1O_2F_2$ , da:

$$O_1F_2^2 = 4a^2 - 8ac \cos \alpha_2 + 4c^2$$

y el triángulo  $F_1O_1O_2$  da:

$$O_2F_1^2 = 4a^2 - 8ac \cos \alpha_2 + 4c^2.$$

Llevando estos valores a las expresiones de la relación  $\frac{\omega_2}{\omega_1}$  hallada y haciendo  $c = \frac{e}{a}$  se obtienen las relaciones:

$$\frac{\omega_2}{\omega_1} = -\frac{1+c^2-2e \cos \alpha_2}{1-e^2} \quad (12)$$

$$\frac{\omega_2}{\omega_1} = -\frac{1-e^2}{1+e^2-2e \cos \alpha_2} \quad (12 \text{ bis})$$

La ecuación (12) da el valor  $\frac{\omega_2}{\omega_1}$  en función de  $\alpha_2$  y por consiguiente el valor de  $\omega_2$  si se supone  $\omega_1$  constante. En coordenadas polares, si se toma  $\frac{\omega_2}{\omega_1}$  en radio y  $\alpha_2$  en ángulo, la ecuación (12) representará un caracol de Pascal, cuyo círculo directriz tendrá por diámetro:

$$d = \frac{2e}{1-e^2} \quad (13)$$

en la que la constante es:

$$h = \frac{1+e^2}{1-e^2} \quad (14)$$

Para obtener esta curva (fig. 2) tomemos  $\mathcal{P}$  para polo, PX para eje polar y tracemos la circunferencia C

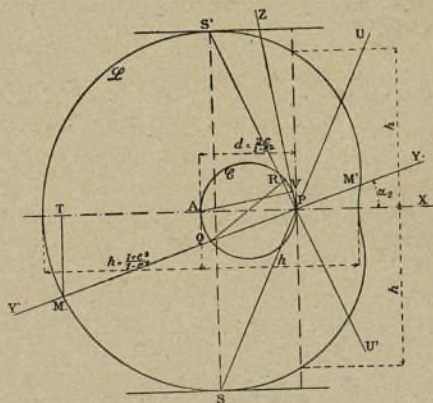


Fig. 2.—Diagrama de las velocidades y aceleraciones angulares del árbol conducido.

pasando por el punto P, y teniendo su centro sobre PX y como diámetro  $d = \frac{2e}{1-e^2}$ . Un eje cualquiera PY corta en Q la circunferencia C; llevemos sobre este eje, y por una y otra parte del punto Q, las longitudes:

$$QM = QM' = h = \frac{1+e^2}{1-e^2}$$

Cuando PY gira alrededor de P, los puntos M, M' describen el caracol de Pascal  $\mathcal{Q}$  representado por la



ecuación (12). La constante  $h$  es siempre mayor que el diámetro  $d$  del círculo  $C$ , el caracol será *acnodal*, es decir, de punto doble imaginario y la curva  $\mathcal{L}$  será por entero exterior al círculo  $C$ . Supongamos, para facilitar el trazado, que la normal al punto  $M$  pasa por el punto  $R$  diametralmente opuesto al punto  $Q$  sobre el círculo  $C$ .

La curva  $\mathcal{L}$  da inmediatamente la relación de las velocidades angulares  $\frac{w_2}{w_1}$  si se conoce el ángulo  $\alpha_1$  en el que ha girado el árbol  $O_1$ , siendo el origen de los ángulos  $O_1X$  (fig. 1). Será suficiente trazar (fig. 2) el eje  $PY$  de modo que  $\widehat{XPY} = \alpha_2$  ( $PY$  tiene la misma dirección y el mismo sentido que el lado  $O_1F_2$  del contraparelógramo, (fig. 1)). El segmento  $PM$  dará la relación buscada. Conviene tomar el segmento  $PM$  de sentido opuesto a  $PY$  cuyo valor medido sobre el eje  $PY$  es negativo; el segmento  $PM'$  corresponde al ángulo  $\widehat{XPY'} = \alpha_2 + \pi$  y debe leerse sobre el eje  $PY'$ . La relación de las velocidades angulares será pues siempre negativa, como conviene. La velocidad angular  $w_2$  se obtiene multiplicando por  $w_1$  el segmento  $PM$ .

Este procedimiento es muy rápido, no necesita la construcción de posiciones particulares del contraparelógramo y no hace intervenir más que la excentricidad  $e$  de las elipses primitivas. Es también notablemente exacto puesto que: 1.º no requiere sino un número restringido de construcciones; 2.º estas construcciones son susceptibles de una gran precisión (si el encuentro o corte de un eje  $PZ$  con el círculo  $C$  tiene lugar bajo un ángulo muy agudo, el punto de intersección  $V$  se determina bajando desde el punto  $A$  una perpendicular  $AV$  sobre  $PZ$ ); 3.º todas las construcciones están contenidas en el interior del caracol  $\mathcal{L}$  y las relaciones  $\frac{w_2}{w_1}$  se representarán a la mayor escala posible.

**13. Otro diagrama polar de las velocidades angulares.**—La ecuación 12 bis (n.º 12) que da  $\frac{w_2}{w_1}$  en función de  $\alpha_1$  ángulo recorrido por el árbol motor  $O_1$ , representa en coordenadas polares una elipse referida a su foco y a su eje focal.

El semieje mayor de esta elipse es:

$$a' = \frac{1+e^2}{1-e^2}$$

El semieje menor es:

$$b' = 1.$$

La excentricidad es:

$$e' = \frac{2e}{1+e^2}.$$

No insistiremos más sobre el trazado de esta elipse que puede servir para una representación gráfica análoga a la precedente, con la diferencia que precisa la intervención del ángulo  $\alpha_1$  en vez del ángulo  $\alpha_2$  (fig. 1). El trazado de la elipse dada por la ecuación 12 bis es un poco menos rápido que el del caracol de Pascal estudiado en el n.º 12.

**14. Diagrama de las aceleraciones tangenciales.**—El caracol (fig. 2), ecuación 12, tiene también la ventaja de ofrecer una representación gráfica de las aceleraciones tangenciales  $\frac{dw_2}{dt}$  cuando el árbol  $O_1$  gira en un movimiento uniforme.

En efecto, si  $T$  es la proyección de un punto  $M$  del caracol sobre el eje polar  $PX$ , la figura 2 muestra que:

$$TM = \overline{PM} \operatorname{sen} \alpha_2 = \frac{w_2}{w_1} \operatorname{sen} \alpha_2.$$

Si la comparamos con la relación 11 bis (n.º 11) se ve que se puede escribir:

$$\frac{dw_2}{dt} = -\frac{2e}{1-e^2} w_1^2 \times TM.$$

El segmento  $\overline{TM}$  es pues proporcional a  $\frac{dw_2}{dt}$ .

Para obtener la aceleración angular del árbol  $O_2$ , en una posición cualquiera, es suficiente multiplicar por el factor constante  $-\frac{2e}{1-e^2} w_1^2$ , la distancia del punto  $M$  al eje polar del caracol (fig. 2). El punto  $M$  es el extremo del segmento  $PM$  que representa la velocidad angular del árbol  $O_2$  en la posición considerada. La distancia  $TM$  se cuenta positivamente por encima de  $PX$  y negativamente por debajo.

La aceleración máxima en valor absoluto corresponde a los puntos  $S$  y  $S'$  donde la tangente a  $\mathcal{L}$  es paralela al eje polar  $PX$ .

(Concluirá en el número próximo).

## Motor eléctrico vertical (Véase el modelo desmontable)

Si bien es verdad que el modo de funcionar de estos motores es análogo al de los demás tipos industriales, en cambio su construcción interior varía sensiblemente.

En los modelos verticales, que son los que representamos en nuestro desmontable, los motores disponen de cojinetes cuya construcción debe adaptarse al fin que se les destine. Así se diferencian los motores de presión y los de suspensión, según la construcción que se haya adoptado.

En nuestro modelo, el motor es de los de suspensión. En efecto, cuando todas las partes constitutivas

del motor quedan suspendidas por decirlo así del cojinete superior, el motor es de suspensión. Como puede apreciarse en (22) el cojinete es inferior, no obra más que como guía del eje del motor pero no tiene fuerza de presión alguna que recibir.

En cambio puede apreciarse que el eje motriz (21) lleva en su parte superior en (11) una arandela que descansa sobre las esferas que constituyen el rozamiento a bolas o cojinete (10). Todo el cojinete del motor, pues, puede decirse que queda suspendido en este cojinete.

En otros modelos, el cojinete superior es sencilla-



mente uno análogo al (22) del desmontable, esto es, sirve solamente de *guía*, mientras que el inferior está construido con un juego de bolas que retienen el peso del motor (de su parte giratoria).

A raíz de la leyenda numerada pueden conocerse las diversas partes constitutivas del motor, análogas en un todo a las de los demás motores de su género.

Estos motores son muy apropiados para turbinas (si son dinamos) o para acoplarlos directamente a bombas centrífugas verticales también, por la razón de que suelen acoplarse entonces los ejes motrices correspondientes a los dos aparatos, constituyendo solamente uno rígido. El colector (14) se construye siempre colo-

cándolo en la parte superior del motor, con dos objetos:

- 1.º Para dar mejor accesibilidad a él y poder observar mejor el funcionamiento de las escobillas, y
- 2.º Para evitar acumulación de aceite sobre el dispositivo.

El motor suele disponer en su cubierta o coraza (1) de unas *patas* o soportes de fundación (2) sobre las que descansa y se fijan en el lugar conveniente.

En su cubierta exterior lleva dos cápsulas de materia aislante, en el interior de las cuales se verifica la conexión y van generalmente provistas de fusibles de entrada (visibles en 5).

SANTIAGO LÓPEZ TAPIAS, Ingeniero E. y M.

## Calderas con hogares de carga a mano

Habiendo disponible mucha mayor cantidad de carbón bituminoso, que de antracita, la generalidad de las instalaciones motrices de las empresas industriales trabajan con carbón bituminoso. De consiguiente, la debida construcción del lecho de la caldera para la más perfecta combustión de esta clase de carbón es de suma importancia para lograr la mayor economía posible en el consumo de combustible; asimismo la carga adecuada del hogar es absolutamente esencial para reducir la emisión de humo y quemar el combustible económicamente.

El deber del fogonero es quemar el combustible económicamente con la menor emisión de humo posible, pero en este artículo nos ocuparemos únicamente de los hogares de las calderas de tubos horizontales que consumen carbón bituminoso alimentado a mano. Por competente que sea el fogonero, que la combustión económica sin humo es imposible a menos que el lecho de la caldera se adapte para obtener estos resultados; es decir, el lecho debe tener volumen y proporciones adecuadas, como igualmente los demás requisitos esenciales, tales como el tiro, la temperatura y disposiciones convenientes para mezclar los gases con el aire. El carbón bituminoso típico se compone de los siguientes constituyentes: carbón permanente, 57,6 por ciento; sustancias volátiles, 32,24 por ciento; cenizas, 7,32 por ciento; humedad, 2,84 por ciento.

El carbón es un sólido que al quemarse arroja en forma de gases todos sus constituyentes a excepción de la ceniza y las materias sólidas que deja la combustión. Las sustancias volátiles contenidas en el carbón consisten en su mayor parte de aceites, algunos de los cuales se destilan a temperaturas poco menores de 300 grados F., mientras que otros se desprenden a 800 y 950 grados F. (cargando el hogar a mano), lo que equivale a una temperatura varias veces mayor de la que en realidad se necesita para mantener la destilación de las sustancias volátiles del combustible. Como

quiera de que estos aceites se vaporizan y gasifican, es necesario que reciban suficiente cantidad de aire para su combustión, debiendo tener además una temperatura adecuada y estar bien mezclados con el aire para que la combustión se mantenga debidamente. Y todo esto debe verificarse antes de que los gases entren en los tubos de la caldera; en realidad, para obtener los resultados más satisfactorios, estos requisitos deben llenarse antes de que los gases vengyan en contacto con las superficies de caldeo y sin consumir más de un segundo de tiempo, aún cuando la montura de la caldera sea demasiado alta. No es pues de extrañarse que sea imposible lograr estas condiciones en las calderas montadas conforme al popular sistema Hartford (fig. 1), con el casco de la caldera no más de dos pies sobre el emparrillado.

Al inspeccionar un gran número de instalaciones a vapor se pudo comprobar que más del 90 por ciento de las calderas eran del tipo de tubos horizontales de retorno, montadas de tal modo que la distancia entre el emparrillado y el casco de la caldera no excedía de dos

pies en ningún caso. Después de un estudio detenido de los diversos tipos de lechos empleados, considerando las ventajas relativas de unos y otros desde el punto de vista de economía y eliminación del humo, puede decirse que el tipo representado aquí por la figura 2 es el más satisfactorio de todos. Este sistema lo recomiendan todos los inspectores del gobierno y su adopción se va generalizando entre las empresas que utilizan carbón bituminoso, reuniendo todas aquellas características consideradas como esenciales tras muchos ensayos y experimentos. Las dimensiones que se dan en la tabla siguiente en combinación con el grabado de la figura 2, son las mismas que utiliza el departamento de inspección de una de las grandes ciudades del país. Se recomienda que en todos los hogares cargados a mano la distancia entre el casco de la caldera y el emparrillado no sea menor de 4 pies.

El hacer fuego en un hogar frío sin producir gran.

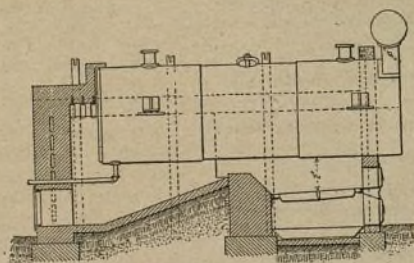
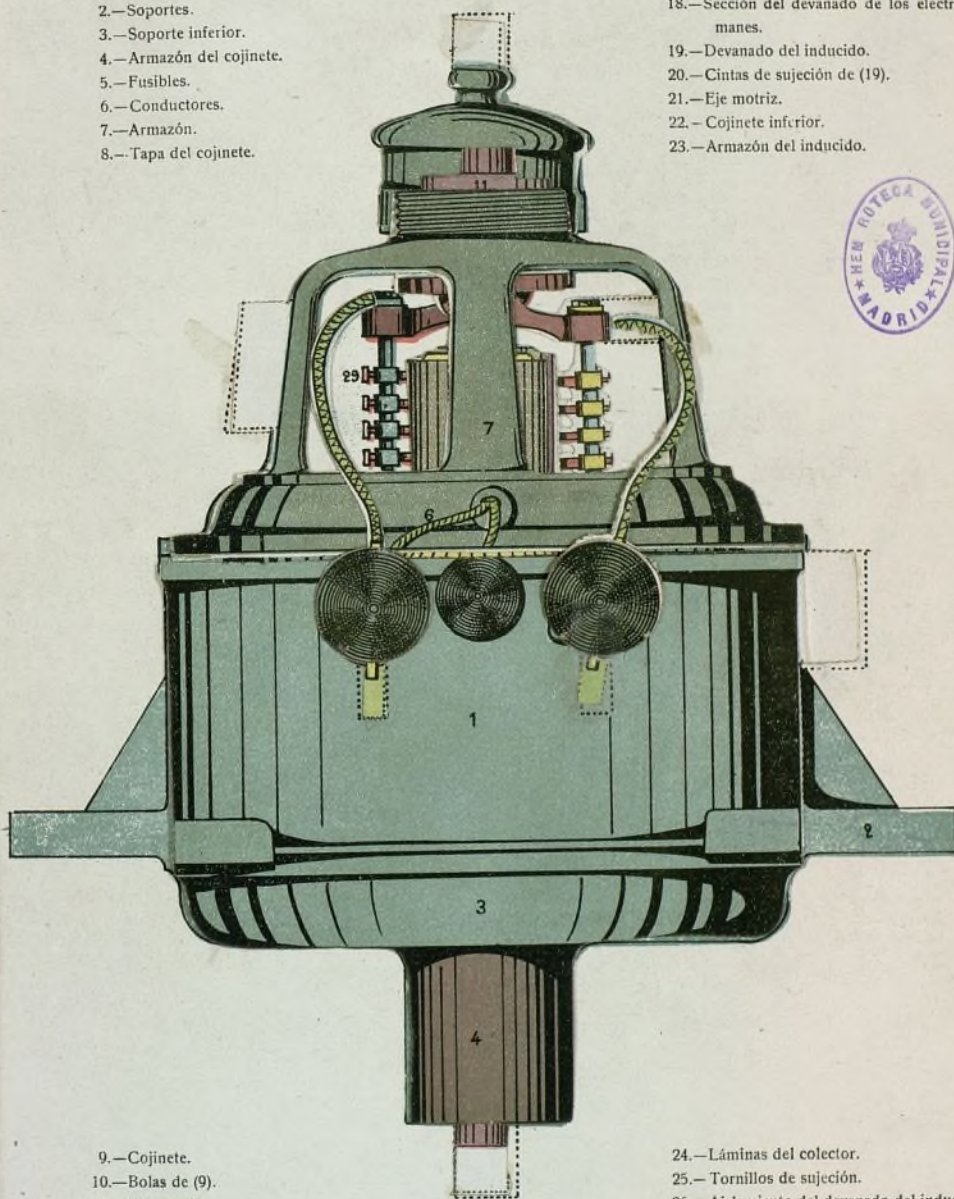


Fig. 1.—Sistema antiguo de montura Hartford.



- 1.—Caja exterior del motor.
- 2.—Soportes.
- 3.—Soporte inferior.
- 4.—Armazón del cojinete.
- 5.—Fusibles.
- 6.—Conductores.
- 7.—Armazón.
- 8.—Tapa del cojinete.

- 17.—Sección del núcleo de los electroimanes.
- 18.—Sección del devanado de los electroimanes.
- 19.—Devanado del inducido.
- 20.—Cintas de sujeción de (19).
- 21.—Eje motriz.
- 22.—Cojinete inferior.
- 23.—Armazón del inducido.



- 9.—Cojinete.
- 10.—Bolas de (9).
- 11.—Eje motriz.
- 12.—Armazón del portaescobillas.
- 13.—Portaescobillas.
- 14.—Colector.
- 15.—Suela de los electroimanes.
- 16.—Devanado de los electroimanes.

- 24.—Láminas del colector.
- 25.—Tornillos de sujeción.
- 26.—Aislamiento del devanado del inducido.
- 27.—Devanado del inducido.
- 28.—Sección de las láminas del inducido (núcleo).
- 29.—Escobillas.
- 30.—Suelas de electroimanes (véase 15).



des v  
ble de  
mento



ble a  
tados

Se  
pulg  
conten  
espar  
otra  
bien h  
gadas  
carbón  
sobre  
empaj  
trapo  
centro  
de ma  
poco,  
ciende  
que t  
cierto  
la chi  
más o



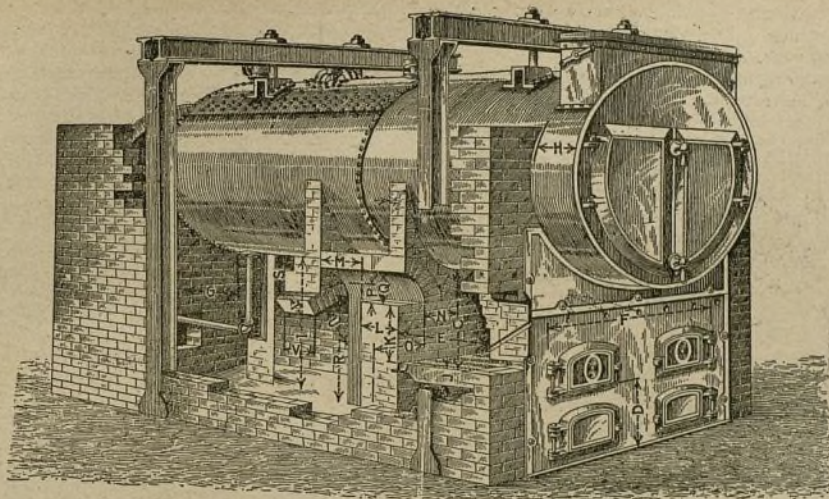


Fig. 2.—Nuevo sistema de montura recomendado para calderas horizontales de tubos de retorno.  
F: Ancho del emparillado.—G: Tubo adosado a la pared.

des volúmenes de humo se considera cosa casi imposible de lograr, no obstante de que puede hacerse fácilmente. A continuación describimos un método aplica-

entonces debe emplearse carbón húmedo poco volátil. Se recomienda el empleo del carbón de gas para impedir que el carbón poco volátil se salga por las barras del emparillado del hogar.

Este sistema de hacer fuego se considera correcto por todos conceptos. El fuego enciende el combustible de la superficie hacia el interior, haciendo que los gases volátiles atraviesen una zona lo bastante caliente para gasificar por completo todos los vapores. No debe picarse ni molestarse el fuego de manera alguna. El método descrito se adapta para hogares de calderas fijas y aunque es algo difícil conseguir carbón poco volátil, sin embargo, los resultados pueden obtenerse utilizando carbón de la misma clase con que diariamente se abastece el hogar. La figura 3 muestra la aplicación de este sistema a una caldera fija.

El trabajo de mantener el fuego durante los períodos de limpieza exige no poca habilidad de parte del fogonero. El sistema de coke, con el cual todo fo-

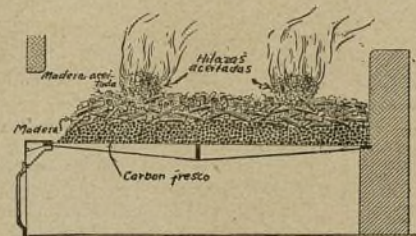


Fig. 3.—Iniciando el fuego.

ble a instalaciones fijas que ha dado excelentes resultados en la práctica.

Se cubre el emparillado entero con una capa de 3 pulgadas de carbón de gas (el cual es de suponerse que contenga de 32 a 38 por ciento de sustancias volátiles) esparcido uniformemente, y sobre esta capa se coloca otra de carbón poco volátil (como de 20 por ciento) bien humedecido hasta una profundidad de cuatro pulgadas. Hecho esto se esparcen sobre la superficie del carbón raspaduras de madera seca, y luego se arrojan sobre éstas cierta cantidad de raspaduras de madera empapadas en aceite o petróleo crudo. Un pedazo de trapo o hilazas empapado en aceite se arroja en el centro del emparillado para encender las raspaduras de madera (véase la figura 3). El hogar se abre un poco, abriéndose más a medida que el carbón se enciende. La puerta del hogar permanece abierta hasta que todo el carbón se enciende, y algunas veces por cierto tiempo más, dependiendo de las condiciones de la chimenea. En ciertos casos es necesario alimentar más carbón antes de conseguir un fuego bueno, y



Fig. 4.—Conversión del carbón en coke en la placa muerta.

gonero que sepa leer debe estar bien al corriente, no es siempre el más satisfactorio, pues observando la figura 4 se notará que solo una pequeña parte del área total de la capa del carbón fresco queda expuesta al calor directo del hogar; si la pila de carbón fresco que



ha de convertirse en coke pudiera permanecer en este sitio durante un período suficiente, los gases volátiles se desprenderían con tanta lentitud, que no se produciría humo alguno. Pero es necesario empujar este carbón y esparcirlo por todo el empujillado, y cuando

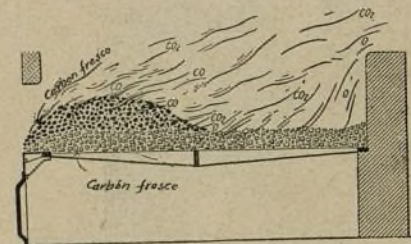


Fig. 5.—Sistema de conversión en coke con el carbón más esparcido que en la figura 4.

esto sucede las sustancias volátiles contenidas en el carbón bajo la superficie de la pila han alcanzado una temperatura que con muy poco aumento haría desprender los gases tan repentinamente y con tanta rapidez que no habría tiempo suficiente para la mezcla adecuada de los mismos con el aire, emitiendo entonces grandes volúmenes de un humo muy negro y denso. Al mismo tiempo, la menor temperatura del hogar en este momento facilita la emisión del humo. Se comprenderán mejor estos resultados teniendo presente que la rapi-

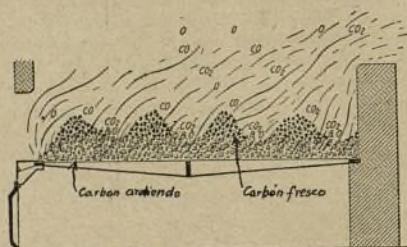


Fig. 6.—Conversión del carbón en coke en montones pequeños.

dez con que se verifica la destilación de los gases a determinada temperatura depende de la extensión de la superficie del combustible expuesta al calor. El carbón inflado producirá menos humo si la pila del mismo se esparce en el hogar según indica la figura 5, particularmente si se utilizan chorros de vapor y aire u otros medios para llevar el aire directamente a la superficie del combustible ardiendo.

El otro sistema de cubrir la capa incandescente con carbón fresco padece de igual defecto, por cuanto el carbón fresco, aún cuando con él solo se cubra la mitad o una tercera parte del área de la capa incandescente, tiene tanta superficie expuesta al combustible ardiendo y la destilación de los gases se verifica con una rapidez tal, que el abastecimiento de aire no es suficiente para atender a las necesidades de la misma. Por otro lado, también es necesario que estos gases reciban calor mientras pasan de la cámara de combustión al canal de llamas de la chimenea. Mediante este

sistema los gases no pasan directamente sobre una superficie incandescente, como sucede cuando se utiliza el método de conversión del combustible en coke.

En diversas ocasiones se ha recomendado la introducción del carbón fresco en pequeños montones bien distribuidos por toda la capa del combustible ardiendo, y luego, cuando la mayor parte de las sustancias volátiles se hayan desprendido por destilación, nivelar estos montones (véase la figura 6). La idea es exponer gradualmente la carga entera de carbón fresco al calor directo del hogar. Teóricamente el método es bueno, pero entraña extraordinario y penoso trabajo de parte del fogonero, obligándole a picar y atizar el fuego con mucha frecuencia, lo que tarde o temprano trae consigo la mala y perjudicial costumbre de molestar el combustible ardiendo innecesariamente.

No importa cuál de estos métodos se emplee, hay que tener presente una cosa muy importante, y es que

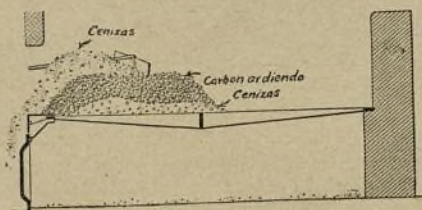


Fig. 7.—La mitad posterior del empujillado se limpia primero.

la capa con que se cubra el combustible ardiendo debe ser de poco espesor y éste debe cubrirse con frecuencia, particularmente si se trata de carbones aglutinantes, que durante el procedimiento de conversión en coke forman una costra peculiar a ellos, la cual impide que el carbón reciba suficiente cantidad de aire y tiende a formar promontorios en la capa del combustible ardiendo. Si estos puntos se cubren con carbón fresco antes de que las superficies de los promontorios se derrumben y quemen por completo, entonces las dificultades se multiplican. Jamás deben cubrirse con

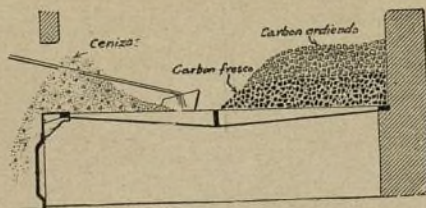


Fig. 8.—Limpiando la mitad anterior del empujillado.

carbón fresco los puntos del empujillado sobre los cuales haya aún combustible sin quemar. Las dificultades que se experimentan con la mayor parte de los carbones aglutinantes pueden remediarse casi por completo cubriendo la capa de combustible ardiendo con otras capas de carbón fresco de muy poco espesor, pero repitiendo esta operación con la debida frecuencia. Tanto los atizadores como los pica-fuegos deben usarse lo menos posible, teniendo presente que es ne-



cesario romper la costra que forman estos carbones a fin de mantener la presión de vapor que se desee. Al romper esta costra, debe ejercerse mucho cuidado de no molestar la capa del combustible ardiendo, de modo que las cenizas no queden próximas o sobre la superficie de la capa incandescente, pues de suceder así se experimentan serias dificultades con la formación de escoria o lava porosa, la que impide la circulación normal del aire en la cámara de combustión y tiende a producir mayor aglutinación del combustible.

tiempo durante el cual esta puerta debe permanecer abierta depende naturalmente de la rapidez con que se verifique la destilación de los gases y vapores.

Quizás el sistema más práctico y satisfactorio para limpiar el hogar sin interrumpir su trabajo es el que indican las figuras 7 y 8. Primeramente se limpia la mitad posterior del emparrillado, como indica la figura 7, y luego se arroja carbón fresco sobre el emparrillado limpio hasta formar una capa como de 3 pulgadas de espesor; hecho esto se empuja el carbón ar-

ESPECIFICACIONES PARA LA MONTURA DE CALDERAS HORIZONTALES TUBULARES SEGUN EL SISTEMA ILUSTRADO EN LA FIG. 2.

	84"	84"	78"	78"	72"	72"	66"	66"	60"	60"	54"	54"
Diámetro del cuerpo	20"	20"	20"	18"	18"	18"	16"	16"	16"	16"	16"	14"
Largo del cuerpo	42"	42"	42"	42"	36"	36"	36"	36"	36"	36"	36"	36"
O	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"
D	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"
P	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"
G	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"
H	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"
J	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"
K	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"
L	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"
M	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"
N	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"
O	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"
P	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"
Q	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"
R	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"
S	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"
T	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"
U	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"
V	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"
Número y tamaño de los tubos	95-4"	95-4"	88-4"	88-4"	70-4"	70-4"	64-4"	64-4"	46-4"	46-4"	36-4"	36-4"
Superficie de caldeo en los tubos	1932.0	1732.8	1842.8	1658.5	1225.0	1176.0	1017.7	904.0	666.0	779.6	604.8	529.2
Superficie de caldeo en el cuerpo	219.9	197.9	204.2	183.8	149.6	1326.7	1173.2	1042.9	1408.2	896.2	717.9	628.2
Área total de caldeo en pies cuadrados	219.9	197.9	204.2	183.8	149.6	1326.7	1173.2	1042.9	1408.2	896.2	717.9	628.2
Calambas de vapor de la caldera	215	194	205	184	149	132	117	104	191	99	72	63
Área del emparrillado en pies cuadrados	45.5	12.0	12.25	33.0	36.0	33.0	30.25	27.0	27.5	25.0	20.25	18.0
Área de cada barra de retorta en pulgadas cuadradas	820.0	766.0	761.0	702.0	648.0	594.0	544.5	495.0	495.0	450.0	364.5	324.0
Área entre barreras y bóveda de choque en pulgadas cuadradas	3448.0	2448.0	2040.0	2040.0	1770.0	1770.0	1484.0	1484.0	1326.0	1326.0	984.0	984.0
Área debajo de la bóveda de choque	3250.0	3024.0	3041.0	2808.0	2592.0	2376.0	2170.0	1979.0	1779.0	1800.0	1457.0	1296.0
Área de los tubos en pulgadas cuadradas	1011.0	1011.0	967.0	967.0	769.0	769.0	593.0	593.0	595.0	595.0	396.0	396.0
Tis sobre el área de los tubos interiores	1264.0	1264.0	1208.0	1208.0	961.0	961.0	741.0	741.0	691.0	691.0	496.0	496.0

Si la capa del combustible no es demasiado densa, con la proporción normal de combustión en los hogares cargados a mano, el tiempo necesario para hacer desprender las sustancias volátiles del combustible varía de 2 a 6 segundos. Durante la mayor parte de este período debe utilizarse el chorro de vapor, si lo hubiere o en su defecto debe abrirse la puerta del hogar para admitir más aire sobre el combustible ardiendo. El

diendo sobre el fresco, de manera que este último comience a arder de arriba para abajo, haciendo que los gases pasen a través del carbón caliente (fig. 8). Las cenizas se extraen del frente del emparrillado, se introduce en su lugar una carga de carbón fresco y se empuja sobre éste el carbón ardiendo, distribuyéndolo uniformemente sobre toda la superficie del emparrillado (fig. 8).

## Campo de dos corrientes indefinidas no paralelas

III (\*)

Sean  $cc$  y  $c'c'$  (fig. 1) dos corrientes de posición, de dirección y de una intensidad cualesquiera,  $m$  un punto del espacio; por éste, tracemos las  $mf$  y  $m'f'$  paralelas a las corrientes, el ángulo  $\alpha$  será igual al de las dos corrientes ( $\alpha'$ ); tomemos ahora sobre los lados de dicho ángulo, dos longitudes  $mf$  y  $m'f'$  que estén en razón directa de las intensidades  $i$  e  $i'$  y en razón inversa de las distancias  $dd'$ . La fuerza impulsiva, obrando sobre un átomo de éter situado en  $m$  será la resultante  $R$  de las dos fuerzas  $mf = A \frac{i}{d}$  y  $m'f' = A \frac{i'}{d'}$ . Ahora tenemos

$$R^2 = A^2 \left( \frac{i^2}{d^2} + \frac{i'^2}{d'^2} + 2 \frac{ii' \cos. \alpha}{dd'} \right)$$

y la ecuación general de las superficies isodinámicas es

$$\frac{i^2}{d^2} + \frac{i'^2}{d'^2} + 2 \frac{ii' \cos. \alpha}{dd'} = C^2$$

(\*) Véase págs. 35 a 38 y págs. 52 y 53.

o para  $i = i'$ ,

$$\frac{1}{d^2} + \frac{1}{d'^2} + \frac{2 \cos. \alpha}{dd'} = \frac{1}{k^2}, \left( k^2 = \frac{i^2}{C^2} \right)$$

Estudiemos el caso particular en el que las perpendiculares comunes a las dos corrientes, sean lo suficientemente pequeñas para que puedan ser consideradas como situadas en un mismo plano. Sean pues  $c$  y  $c'$  las dos corrientes de igual intensidad que se cruzan en  $o$ , formando el ángulo  $\alpha$ . En su intersección forman cuatro ángulos (1), (2), (3), (4). En el ángulo (1) las dos corrientes se alejan y en el (3) se aproximan al vértice  $o$ ; en los ángulos (2) y (4) la una se aleja, y la otra se acerca al vértice (fig. 2).

Consideremos ahora un punto  $m$  situado en el ángulo (1). Tracemos las dos perpendiculares  $mp = d$ , y  $mp' = d'$ ; tracemos  $mo = p$ , que divida al ángulo en dos  $\omega\omega'$ . Tracemos desde el punto  $m$  dos paralelas a  $c$  y  $c'$  o sean las dos corrientes y sobre estas rectas



tomemos dos longitudes  $mf$  y  $mf'$  proporcionales a  $\frac{1}{d}$ ,  $\frac{1}{d'}$ ; tracemos ahora la  $f'r$ , paralela a la  $mf$  que en  $r$  encuentra a la prolongación de  $mo$ . Comparemos

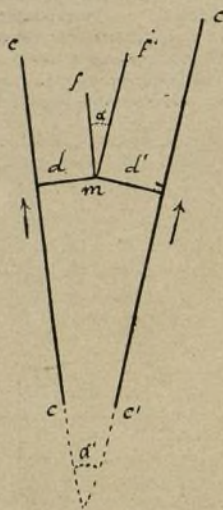


Fig. 1.

los dos triángulos  $mfr$  con el  $mpp'$ ; vemos que son semejantes por tener ángulos iguales. De esta semejanza resulta la proporción  $\frac{1r}{mp'} = \frac{mf}{mp}$ , pero, como

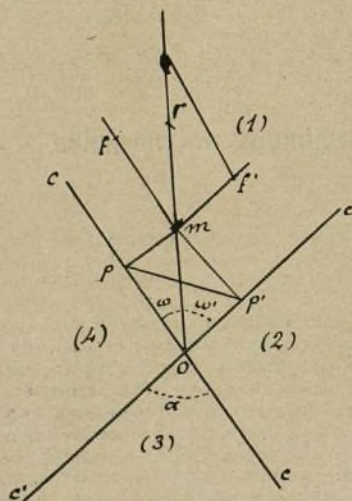


Fig. 2.

quiera que  $mf' = \frac{1}{mp}$ , pues  $f'r = \frac{1}{mp} = mf$ .

Así, pues,  $mr$  es la resultante de las fuerzas aplicadas al átomo de éter situado en  $m$ , y su dirección es

la del radio vector  $om$  prolongado. Su intensidad es

$$R = A \sqrt{\frac{1}{d^2} + \frac{1}{d'^2} + \frac{2 \cos. \alpha}{dd'}}$$

pero  $d = \rho \sin. \omega$ ,  $d' = \rho \sin. \omega'$ , luego

$$R = \frac{A}{\rho} \sqrt{\frac{1}{\sin.^2 \omega} + \frac{1}{\sin.^2 \omega'} + \frac{2 \cos. (\omega + \omega')}{\sin. \omega \sin. \omega'}} = \frac{A}{\rho} (\cot. \omega + \cot. \omega').$$

En consecuencia, la ecuación de una línea isodinámica en el ángulo (1) será en coordenadas polares

$$\rho = K [\cot. \omega + \cot. (\alpha - \omega)]$$

o bien

$$\rho = \frac{K \sin. \alpha}{\sin. \omega \sin. (\alpha - \omega)}$$

siendo el vértice del ángulo el polo, y la corriente  $oc$  el eje polar. El minimum de  $\rho$  es cuando  $\omega = \frac{\alpha}{2}$ ; para

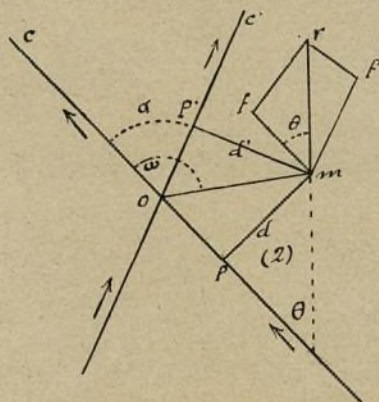


Fig. 3.

$\omega = 0$  y  $\omega = \alpha$ ,  $\rho = \infty$ . La curva es pues hipérbolica; la bisectriz del ángulo  $\alpha$  es un eje de simetría, y los lados del ángulo son asíntotas.

Para un punto  $m'$  situado en el ángulo (3) tendríamos un caso análogo, no así en el (2) y (4) donde la resultante no pasa por el vértice del ángulo.

En efecto, consideremos el punto  $m$  situado en el ángulo (2), figura 3. Tracemos  $om$  y hagamos  $com = c'om = \alpha$ ; las fuerzas que las dos corrientes ejercen sobre el átomo situado en  $m$  estarán representadas por

$$mf = \frac{A}{d}; \quad mf' = \frac{A}{d'}$$

y la resultante  $R$  nos la dará la relación

$$R^2 = A^2 \left( \frac{1}{d^2} + \frac{1}{d'^2} + \frac{2 \cos. \alpha}{dd'} \right)$$

ahora  $d = \rho \sin. \omega$ ;  $d' = \rho \sin. (\omega - \alpha)$  de donde

$$R^2 = \frac{A^2}{\rho^2} \left( \frac{1}{\sin.^2 \omega} + \frac{1}{\sin.^2 (\omega - \alpha)} + \frac{2 \cos. \alpha}{\sin. \omega \sin. (\omega - \alpha)} \right)$$



y la ecuación de una línea isodinámica en el ángulo (2)

$$\rho = K \sqrt{\frac{1}{\sin^2 \omega} + \frac{1}{\sin^2 (\omega - \alpha)} + \frac{2 \cos \alpha}{\sin \omega \sin (\omega - \alpha)}};$$

$$(K = \frac{A}{R})$$

para  $\omega = \alpha$  y para  $\omega = \pi$ ,  $\rho = \infty$  y por consiguiente los lados del ángulo son asíntotas de la curva cuando el punto  $m$  se halla sobre la bisectriz del ángulo,  $\omega - \alpha = \frac{\pi - \alpha}{2}$ ,  $\omega = \frac{\pi + \alpha}{2}$   $\sin \omega = \sin (\omega - \alpha) = \cos \frac{\alpha}{2}$ , y tenemos

$$\rho = K \sqrt{\frac{2(1 + \cos \alpha)}{\cos^2 \frac{\alpha}{2}}} = 2K$$

Calculemos además el ángulo  $fmr = \theta$ , que forma la resultante  $mr$  con el eje polar  $co$ .

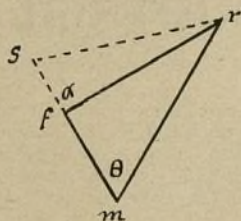


Fig. 4.

El triángulo  $fmr$  (fig. 4) nos da

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \theta &= \frac{sr}{ms} = \frac{fr \sin \alpha}{mf + fr \cos \alpha} = \frac{\sin \alpha}{\frac{d'}{d} + \cos \alpha} = \\ &= \frac{\sin \alpha \sin \omega}{\sin (\omega - \alpha) + \cos \alpha \sin \omega} = \\ &= \frac{\sin \alpha \sin \omega}{2 \sin \omega \cos \alpha - \sin \alpha \cos \omega} \end{aligned}$$

de donde;

$$\cot \theta = 2 \cot \alpha = \cot \omega$$

Como comprobación, supongamos al punto  $m$  sobre la bisectriz; entonces

$$\begin{aligned} \omega &= \frac{\pi + \alpha}{2}; \cot \omega = -\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}; 2 \cot \alpha - \cot \omega = \\ &= \cot \frac{\alpha}{2} \end{aligned}$$

de donde:

$$\theta = \frac{\alpha}{2}$$

y  $mr$  es perpendicular a  $om$ .

Del estudio anterior se desprende que el lugar de los puntos de un plano donde la fuerza impulsiva es de igual intensidad, se compone de cuatro arcos hiperbólicos, cuyas asíntotas, son las mismas direcciones de las corrientes, y los cuatro vértices de estas curvas están situados sobre bisectrices de los ángulos los cuales son ejes de simetría.

Antes de terminar este párrafo, volvamos a considerar un punto cualquiera del espacio visto ya desde

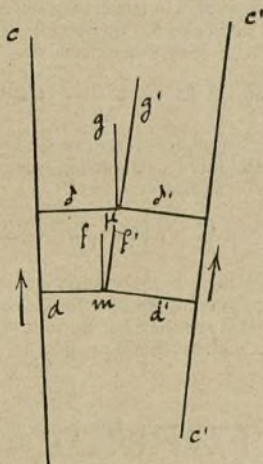


Fig. 5.

su principio. Hemos indicado ya el valor de su resultante en la ecuación:

$$R^2 = A^2 \left( \frac{i^2}{d^2} + \frac{i'^2}{d'^2} + \frac{2 ii' \cos \alpha}{dd'} \right)$$

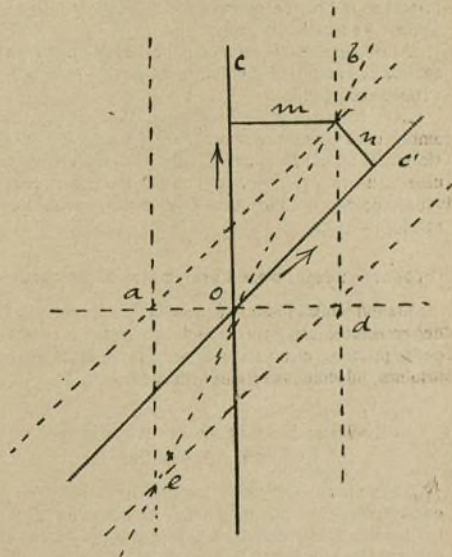


Fig. 6.

y observando la figura, habiésemos podido añadir que la resultante se hallaba en un plano paralelo a las dos superficies isodinámicas:

$$(1) \quad \frac{i^2}{d^2} + \frac{i'^2}{d'^2} + \frac{2 ii' \cos \alpha}{dd'} = \text{corriente}$$



Busquemos ahora el lugar de los puntos donde las resultantes son a la par iguales y paralelas.

Sean  $m$  y  $\mu$  dos puntos del espacio, en los que los átomos de éter, bajo la influencia de las corrientes  $cc$  y  $c'c'$  son solicitados por las fuerzas paralelas  $mf$ ,  $\mu g$ ,  $m'f'$ ,  $\mu'g'$  (fig. 5) cuyas relaciones son:

$$\frac{mf}{m'f'} = \frac{id'}{i'd} \quad \text{y} \quad \frac{\mu g}{\mu'g'} = \frac{id'}{i'd}$$

La condición para que las resultantes de la acción de las corrientes sobre los dos átomos sean paralelos, nos la expresa la igualdad:

$$\frac{mf}{m'f'} = \frac{id'}{i'd} \quad \text{o bien} \quad \frac{\mu g}{\mu'g'} = \frac{id'}{i'd}$$

Así pues, el lugar de los puntos en donde las resultantes son a la vez iguales y paralelas, nos lo da la intersección de la superficie isodinámica con una nueva superficie que podemos llamar isóclina:

$$\frac{d}{d'} = \frac{m}{n} = \text{corriente}$$

Cuando las corrientes angulares se cruzan en un punto  $o$ , ella es cónica; si un punto  $m$  está en ella, también lo estarán todos los situados en la recta  $om$  puesto que para todos la relación  $\frac{d}{d'}$  es la misma. Esta

superficie corta al plano de las corrientes, siguiendo dos rectas, fáciles de determinar.

Tracemos dos paralelas a  $oc$  y  $oc'$  tales, que sus distancias a los corrientes sean  $m$  y  $n$  (fig. 6). En su intersección formarán un paralelogramo cuyas diagonales  $da$  y  $bl$  serán las intersecciones de la superficie isóclina con el plano de las corrientes. Si  $m = n$  estas rectas son las bisectrices de los 4 ángulos, y en este caso, la superficie se reduce a los dos planos perpendiculares, trazados desde dichas bisectrices al plano de las corrientes.

R. CARABIA, Ingeniero.

## FORMULARIO INDUSTRIAL

### Betún para pavimentados de calles, calzadas, aceras, etc.

Este producto es un adherente perfectamente hidrófugo y se obtiene mezclando en caliente cantidades iguales de alquitrán de hulla previamente sometida a una cocción intensa y de yeso o de cemento. Esta mezcla se fija por enfriamiento y puede expedirse en grumos o en forma de panes.

Al emplearlo se le mezcla en caliente a una cierta cantidad de alquitrán y volviéndose líquido se aplica y extiende con facilidad.

Este betún lo mismo sirve para aplicar directamente en los entarimados sobre el suelo, que para unir entre sí, dándoles más solidez, los entarugados de calles, cuerdas, etc. Sirve del mismo modo para hacer tubos, aceras o embalsados, calzadas, pavimentos, etcétera.

### Producto aislante para armazones de máquinas

Para los tubos el anterior producto se puede moldear armándolo con tejido metálico y así preparado puede aplicarse como aislante para los armazones de máquinas, dándole las formas adecuadas.

### Construcción de cámaras frigoríficas y de armarios neveras

Siendo la sílice el mejor aislante que existe, se le emplea con gran éxito para llenar los muros huecos de las cámaras frigoríficas y las separaciones huecas de los armarios neveras. Para este objeto se emplea con preferencia la sílice grisácea en bruto.

### Panneaux decorativos

La masa de mezcla destinada a formar *panneaux* decorativos con adornos o dibujos, está constituida con yeso con el cual se forma una pasta a la que se

añade arcilla en polvo, cola de pescado o cola gelatinosa.

Se echa una capa del fondo de la mezcla en un molde, se extiende un tejido de cáñamo u otro, recubriendo ésta con la composición. El conjunto da un armazón ligero pero muy resistente para su objeto, resistiendo bien los choques sin romperse ni resquebrajarse.

### Decoloración de los aceites

Se mezcla con el aceite que se trata de decolorar,  $\frac{1}{2}$  por 100 de ácido estánnico; se bate bien el todo y se añade 1 por 100 de negro animal; se bate de nuevo y se deja reposar a una temperatura moderada. Cuando se nota que la decoloración es completa se lava con abundante agua y se filtra.

### Construcción de cajas de caudales

Una comisión encargada de efectuar los experimentos necesarios para probar la superioridad de la sílice como materia aisladora ha comprobado los resultados siguientes:

Tres tambores de hierro de igual tamaño se expusieron al fuego llenos de diferentes materias dando estos resultados:

*Primer experimento.*—El primer tambor se llenó de creta de la que se necesitó 37,750 kgs.; en el centro de esta materia se puso una botella de goma laca, otra de cera y papel de cartas.

Una temperatura de 70° de calor fué suficiente para fundir la cera y la goma laca.

*Segundo experimento.*—El segundo tambor se llenó con 28 kgs. de amianto conteniendo los mismos objetos.

La cera y la goma laca se fundieron a 103°.

*Tercer experimento.*—El tercer tambor, siempre con los mismos objetos se llenó con 14,500 kgs. de tierra de vasija.



A 82° la cera y la goma laca permanecían sólidas y el papel en buen estado.

Resulta de estos experimentos que la sílice colocada en las paredes huecas de las arcas de caudales, pone al abrigo del fuego los objetos encerrados en el interior.

### Mástic para pegar el cristal al metal

Este mástic puede tener numerosas aplicaciones, pues forma uniones muy sólidas e impermeables al agua. Su empleo está particularmente indicado para la construcción de grandes superficies vítreas, que aún en casos de lluvias torrenciales ofrecerán una impermeabilidad absoluta. Se compone de:

Resina. . . . .	20 partes
Sosa . . . . .	6 "
Silicato de potasa. . . . .	2 a 3 "
Agua . . . . .	22 "

Se hace hervir todo junto y de la masa jabonosa que se obtiene se separan 50 partes que se mezclan con 80 partes de yeso.

### Mástic de hierro sustitutivo de la cerusa y del minio

La mezcla directa del aceite secante con los óxidos o las sales de hierro dan un compuesto poco plástico y se contrae al desecarse. Por el contrario, las sales de hierro con ácidos grasos como los oleatos u otros análogos, dan un cuerpo absolutamente plástico, susceptible de mezclarse sea con óxidos de hierro naturales o artificiales, sea con cualquier otro cuerpo resistente a la acción del calor y del vapor, de manera que se obtenga un mástic de plasticidad conveniente para los diversos usos de los mástics corrientes de minio y de cerusa.

El mástic de hierro se obtiene precipitando un jabón graso soluble por un sulfato férrico; después de la precipitación, lavado y desecación, el persel de hierro así preparado se mezcla con óxidos o cualquier otro cuerpo propio para espesar el mástic.

En resumen, preparación a base de ácido graso por el tratamiento de los jabones de cualquier clase por medio de los perseles de hierro y aplicación del persel obtenido a la preparación de mástic de hierro susceptible de reemplazar el mástic de cerusa.

### Mástic de cinc

Mástic a base de cinc para juntas calientes, exento de plomo. Está basado en la acción del polvo de cinc muy dividido sobre los aceites secantes.

### Mástic para el hierro

La mezcla siguiente se ha empleado para cementar, masillar verjas de hierro, parrillas de hogares, resistiendo a los golpes de martillo en la forja.

Esta mezcla se compone de partes iguales de azufre y de cerusa y una sexta parte, aproximadamente de bórax. El todo, en polvo muy fino y mezclado muy íntimamente, se humedece en el momento del empleo con ácido sulfúrico concentrado; se pone entonces una

capa delgada entre los trozos de hierro que se han de soldar que se oprimen en seguida con fuerza.

Al cabo de cinco días habrá desaparecido toda traza de cemento y el trabajo perfectamente sólido tendrá la apariencia de una soldadura.

### Mástic resistente al fuego y al agua

Mézclense 5 kgs. de litargirio en polvo, 2 kgs. de blanco de París, 0,025 gramos de estopa de cáñamo desmenuzada y hágase una pasta espesa con aceite de lino cocido.

Este cemento se endurece con rapidez y resiste al agua y al fuego.

### Mástic para juntas de máquinas de vapor

Esta materia para juntas, descansa esencialmente en la acción combinada de la pizarra pulverulenta y de una resina. Estas sustancias se adicionan de fibras de amianto y de una materia grasa tal como el sebo. He aquí las proporciones necesarias:

Resina. . . . .	40 partes
Pizarra . . . . .	47 "
Amianto. . . . .	6,5 "
Sebo. . . . .	6,5 "

La pizarra ha de estar finamente pulverizada; las cuatro sustancias se mezclan en caliente, de manera que se funda la resina y el sebo incorporándose el amianto y la pizarra.

La fibra de amianto forma el elemento resistente de la materia impidiendo la separación de las diversas partes y dando cohesión al conjunto.

En ciertos casos la composición puede adicionarse con carbonato de cal.

La pasta se trabaja en un mezclador y se termina en el laminador para expendirse sea en pasta, sea en hojas o en juntas cortadas a las dimensiones que se pidan.

### Purificación de los aceites y grasas

**Primer procedimiento.**—Se añade al aceite o a la grasa fundida, 5 a 10 por 100 de una sal de plomo disuelta en un peso dado de la misma sustancia grasa.

Con las grasas o aceites tanto animales como vegetales, se tiene desde luego un producto límpido que sin embargo no tarda en enturbiarse. Las impurezas se separan y se precipitan en el fondo bajo forma de copos con la sal de plomo. Se decanta y se filtra, si es necesario.

**Segundo procedimiento.**—En 100 litros de aceite se echan 300 gramos de ácido sulfúrico y se agita con fuerza.

Se añaden 4 kgs. de negro animal y el todo se hace hervir; después se añaden 25 litros de agua y se filtra.

**Tercer procedimiento.**—Se mezclan partes iguales de aceite y de agua caliente a 40°.

Se remueve y se sacude la vasija o tonel en que está contenida la mezcla. Después se deja reposar dos días. Se decanta el aceite que sobrenada o se le extrae el agua por debajo, la cual estará cargada de todas las impurezas del aceite.



## PREPARACIÓN DE BARNICES

### Barniz para grabar sobre cobre

Cera amarilla . . . . .	46 gramos
Mástic . . . . .	30 »
Asfalto . . . . .	15 »

### Barniz para grabar sobre vidrio

Mástic . . . . .	15 gramos
Trementina . . . . .	7 »
Aceite de espliego . . . . .	4 »

### Barniz negativo para fotografías

Benjui previamente fundido (resina blanca) . . . . .	62 gramos
Alcohol . . . . .	475 »
Sandaraca . . . . .	0,65 »

Se añade después 30 gotas de *barniz al mástic*. Este *barniz mástic* se prepara con 31 gramos de mástic y 200 centímetros cúbicos de esencia de trementina.

### Barniz en frío para negativos

Mézclense pesos iguales de éter y cloroformo, o lo que es igual, dos volúmenes del primero por uno del segundo. Se pulverizan 80 gramos de goma copal blanca bien seleccionada, introduciendo dicho polvo en un frasco de litro y añadiendo el líquido etero-clorofórmico hasta los 1000 centímetros cúbicos. Ciérrase la botella herméticamente. Si se produce un ligero enturbiamiento, puede filtrarse. Este barniz se seca instantáneamente, asegurando la conservación del cliché y facilita el retoque del negativo.

### Barniz para retocar negativos

Con este barniz se preparan los fototipos para el retoque, extendiéndose éste sobre aquellas partes que se desee retocar. Se presta a las impresiones del lápiz gelatina y facilita hacer el retoque.

Esencia de trementina . . . . .	500 c. c.
Trementina de Venecia . . . . .	240 gramos
Resina . . . . .	25 »
Acetato de plomo . . . . .	20 »
Alcáñfor . . . . .	16 »

Añádase el alcáñfor después de haberse hecho completa disolución de las resinas a baño de maría.

### Barniz granular contra el «halo» fotográfico

Eter sulfúrico . . . . .	100 c. c.
Sandaraca . . . . .	6 gramos
Mástic en lágrima . . . . .	6 »
Bencina rectificada . . . . .	20 »

Dicho barniz se aplica en el reverso de la placa, teniendo la ventaja que se seca a los pocos minutos, y por lo tanto puede extenderse momentos antes de poner la placa en el chasis.

### Barniz secante para muebles

Copal . . . . .	90 gramos
Sandaraca . . . . .	100 »
Mástic . . . . .	90 »
Trementina . . . . .	75 »
Vidrio machacado . . . . .	100 »
Alcohol . . . . .	1000 »

### Barniz al transporte para fotografías

Goma laca blanca . . . . .	31 gramos
Agua . . . . .	155 »
Bórax . . . . .	2,6 »

### Barniz para violines

Sandaraca . . . . .	120 gramos
Goma laca en granos . . . . .	60 »
Mástic . . . . .	30 »
Benjui . . . . .	30 »
Vidrio machacado . . . . .	120 »
Trementina . . . . .	60 »
Alcohol . . . . .	1000 »

### Barniz de pulir, para muebles

Sandaraca . . . . .	250 gramos
Mástic . . . . .	26 »
Sarcocola (goma resinosa) . . . . .	25 »
Trementina de Venecia . . . . .	30 »
Benjui . . . . .	8 »
Alcohol . . . . .	500 »

### Barniz para dar al latón el color de oro

Goma laca en granos . . . . .	180 gramos
Succino fundido . . . . .	60 »
Gutagamba . . . . .	6 »
Extracto de sándalo rojo . . . . .	1 »
Sandragón . . . . .	35 »
Azafrán . . . . .	2 »
Vidrio en polvo . . . . .	120 »
Alcohol . . . . .	1000 »

### Barniz para pintores

Sandaraca . . . . .	120 gramos
Mástic . . . . .	30 »
Trementina de Venecia . . . . .	6 »
Acete de lino cocido . . . . .	750 »
Esencia de trementina . . . . .	90 »

### Barniz para colorear metales

Goma laca en granos . . . . .	120 gramos
Sandaraca . . . . .	120 »
Sandragón . . . . .	15 »
Cúrcuma . . . . .	2 »
Gutagamba . . . . .	2 »
Vidrio machacado . . . . .	150 »
Trementina . . . . .	60 »
Esencia de trementina . . . . .	980 »

### Barniz de esencia para cuadros de pintura

Mástic . . . . .	360 gramos
Trementina . . . . .	45 »
Alcáñfor . . . . .	15 »
Vidrio machacado . . . . .	150 »
Esencia de trementina . . . . .	1100 »

### Barniz de succino para dorar la madera

Colofonia . . . . .	15 gramos
Succino . . . . .	60 »
Elemi . . . . .	30 »
Esencia de trementina . . . . .	375 »

### Barniz para el hierro

Colofonia . . . . .	120 gramos
Sandaraca . . . . .	180 »
Goma laca . . . . .	60 »
Esencia de trementina . . . . .	120 »
Alcohol . . . . .	180 »



# Teoría y construcción de los engranajes elípticos

## TERCERA PARTE (\*)

### Trazado y ejecución de la endentadura

15. **Forma de los dientes**—Los dientes de los engranajes elípticos se trazan según las reglas adoptadas para los engranajes cilíndricos:

1.º Los perfiles de los dientes de la elipse  $\mathcal{E}_1$  (figura 1) son la envolvente de los perfiles conjugados de la elipse  $\mathcal{E}_2$  en el movimiento relativo, es decir, en el rodamiento sin deslizamiento de estas elipses una sobre otra. Mientras dos perfiles conjugados están en presa,  $\mathcal{D}_1$  y  $\mathcal{D}_2$  por ejemplo, las dos elipses no ruedan una sobre otra sino en una ligera fracción de su desarrollo total; el radio de curvatura a lo largo del arco de conducción variará muy poco (esta variación es tanto menos importante cuanto más pequeña es la excentricidad y mayor el número de dientes). Se podrá sin error apreciable en el trazado de los perfiles  $\mathcal{D}_1$  y  $\mathcal{D}_2$  reemplazar las elipses  $\mathcal{E}_1$  y  $\mathcal{E}_2$  por su círculo osculador en los puntos en que están cortadas por  $\mathcal{D}_1$  y  $\mathcal{D}_2$ . Estos puntos están sensiblemente colocados sobre las curvas primitivas y los perfiles conjugados serán iguales, puesto que están contruidos sobre el mismo círculo en los trazados habituales de epicicloides o de *developantes*.

2.º El paso de la endentadura, es decir, el arco de elipse medida de eje a eje de dos dientes vecinos es constante para todo el engranaje: arco  $S_1 D'_1 =$  arco  $D'_1 D_1 = p$ . El desarrollo  $L$  de las elipses  $\mathcal{E}_1$  y  $\mathcal{E}_2$  será igual a  $n p$ , siendo  $n$  el número de dientes.

3.º La curva  $\mathcal{E}'_1$  que limita exteriormente los dientes se obtiene llevando sobre las normales a la elipse rodante  $\mathcal{E}_1$  y exteriormente a la curva, la altura  $l$  que debe tener el diente por encima de la primitiva. La curva que limita el hueco o entrada de los dientes, curva de vaciado  $\mathcal{E}''_1$  se obtiene llevando sobre las normales y hacia el interior, la longitud  $l + \epsilon$ , siendo  $\epsilon$  el juego previsto en el fondo de los dientes.

Vamos a dar algunos detalles sobre la manera de realizar prácticamente estas tres condiciones.

16. **Realización del perfil por las fresas para el corte corriente de los engranajes cilíndricos ordinarios.**—Lo que precede implicará para cada par de perfiles conjugados una forma diferente, de donde resulta una gran dificultad de construcción.

Vamos a mostrar que en la mayoría de los casos se puede cortar con una sola fresa todo el contorno de los engranajes elípticos.

Los perfiles que más se diferencian se colocan respectivamente en los extremos de los ejes mayor y menor; en efecto, los radios de curvatura en estos puntos son mínimo y máximo y tienen por valor:

$$R_{\min.} = \frac{b^2}{a}, \quad R_{\max.} = \frac{a^2}{b},$$

siendo  $a$  el semieje mayor y  $b$  el menor.

(\*) Véase págs. 66 á 71.

Si llamamos  $m$  al módulo de los dientes, es decir, el paso dividido por  $\pi$ , los números de dientes de las ruedas circulares que tienen  $R_{\min.}$  y  $R_{\max.}$  como radios primitivos serán:

$$N_{\min.} = \frac{2 b^2}{a m} \quad \text{y} \quad N_{\max.} = \frac{2 a^2}{b m} \quad (15)$$

siendo ficticias las ruedas circulares consideradas, los números de sus dientes pueden ser fraccionarios.

Luego para el corte de los engranajes de *developante*, lo más frecuente es emplear series de ocho fresas así distribuidas:

Fresa n.º 1 para corte de 135 dientes en la cremallera			
» 2	» 55	» 134 dientes	
» 3	» 35	» 54	»
» 4	» 26	» 34	»
» 5	» 21	» 25	»
» 6	» 17	» 20	»
» 7	» 14	» 16	»
» 8	» 12	» 13	»

Se cortarán pues los engranajes elípticos con la misma precisión que los engranajes cilíndricos con la ayuda de una fresa tomada en la tabla anterior, si los números de dientes  $N_{\min.}$  y  $N_{\max.}$  dados por las fórmulas (15) están comprendidos entre los números límites de dientes que puede tallar la fresa escogida. Esta condición será generalmente realizable; en efecto, las fórmulas (15) dan:

$$\frac{N_{\min.}}{N_{\max.}} = \frac{b^2}{a^2} = (1 - e^2)^{\frac{3}{2}}$$

siendo  $e$  la excentricidad de las elipses.

En la práctica,  $e$  pasa raramente de 0,5, valor que da para razón de las velocidades extremas:

$$\left( \frac{1 - 0,5}{1 + 0,5} \right)^2 = \frac{1}{9} \quad (\text{véase fórmula 10, n.º 10}).$$

Se puede pues admitir, que:

$$(1 - 0,5^2)^{\frac{3}{2}} = 0,65,$$

es, en la mayor parte de los casos, un límite inferior de la proporción  $\frac{N_{\min.}}{N_{\max.}}$ , límite que puede realizarse

con las fresas números 1 a 3 del cuadro anterior; una de estas fresas convendrá por lo tanto al corte de todos los dientes de los engranajes elípticos siempre que el número de estos dientes sea bastante grande.

Supongamos que un primer cálculo haya dado (fórmula 15):

$$N_{\min.} = 35, \quad N_{\max.} = 80.$$

Estos números de dientes no pueden realizarse con una sola fresa de la tabla, pero si se toma un módulo  $m'$  igual  $\frac{5}{8}$  del módulo  $m$  tomado inicialmente se obtendrán los números:

$$N'_{\min.} = 56, \quad N'_{\max.} = 128,$$

que pueden cortarse con la fresa número 2.

Si las condiciones de resistencia impulsaran el mó-



dulo  $m$ , se conservará la misma precisión en la endentadura efectuando el corte en dos veces: 1.º en la proximidad de los extremos del eje menor se empleará la fresa número 2; 2.º en la proximidad de los extremos del eje mayor se empleará la fresa número 3. El punto de separación será aquél en que el radio de curvatura tendrá por valor:

$$\frac{R_{\min} \times 54}{35} = \frac{R_{\max} \times 54}{80},$$

siendo el número 54 el de dientes límite común de las dos fresas empleadas.

### 17. Determinación de las fresas especiales.

Acabamos de ver el empleo de fresas preestablecidas de las series del comercio. Si queremos emplear fresas especiales he aquí como será necesario proceder para repartir mejor los errores que resultan del empleo de una sola fresa.

Sean  $R_{\max}$ ,  $R_{\min}$ ,  $R_1$ , los radios máximo y mínimo de los círculos osculadores de la elipse y el radio del círculo primitivo sobre el cual debe construirse la fresa. Este último radio será el medio armónico de los otros dos:

$$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{R_{\max}} + \frac{1}{R_{\min}} \right) \text{ o } R_1 = \frac{2a^2b^2}{a^2 + b^2} \quad (16)$$

Como la fresa no debe servir para cortar la rueda de radio  $R_1$ , el desarrollo  $2\pi R_1$  no necesita ser un múltiplo del paso correspondiente a la fresa.

Si se juzga indispensable el empleo de dos fresas (cuando el corte se efectúa sobre elipses de gran excentricidad, exige una gran precisión) los radios de curvatura  $R'_1$  y  $R''_1$  de los círculos primitivos que hayan de servir para el trazado de estas fresas se determinarán por las relaciones:

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{R'_1} &= \frac{1}{2} \left( \frac{1}{R_{\max}} + \frac{1}{R_1} \right) \text{ o } R'_1 = \frac{4a^2b^2}{3b^2 + a^2} \\ \frac{1}{R''_1} &= \frac{1}{2} \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_{\min}} \right) \text{ o } R''_1 = \frac{4a^2b^2}{3a^2 + b^2} \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

La separación de los campos de acción de las fresas está dada por los puntos de la elipse donde el radio de curvatura es  $R_1$ .

Se entenderán con facilidad estas fórmulas en el caso de un número cualquiera de fresas, diciendo que la curvatura que determina la forma de una fresa es la media aritmética de las curvaturas extremas del campo de acción de esta fresa, pero la ejecución de los engranajes elípticos no será realmente práctica sino cuando se emplee una sola fresa.

### 18. Paso de la endentadura. Número de dientes.

—Hemos visto (número 15, 2.º) que  $L = np$ .

La longitud  $L$  de una elipse está dada en función del semieje mayor  $a$  y de la excentricidad  $e$ , por el desarrollo en serie:

$$L = 2\pi a \left[ 1 - \left( \frac{1}{2} e \right)^2 - \frac{1}{3} \left( \frac{1}{2} e \right)^4 - \frac{1}{5} \left( \frac{1}{2} e \right)^6 - \dots \right]$$

Cuando la excentricidad no es muy grande, se puede emplear la fórmula de Boussinesq:

$$L = 2\pi \left( \frac{3}{2} \frac{a+b}{2} - \frac{1}{2} \sqrt{ab} \right),$$

siendo  $a$  y  $b$  los semiejes. Para calcular rápidamente  $L$  será necesario hacer uso de tablas especiales que den, para diversos valores de  $e$ , el valor del desarrollo entre paréntesis.

En general en un proyecto de engranajes elípticos, las condiciones del problema determinan  $e$ , sea fijando el valor  $K^2$  de la relación de las velocidades extremas (n.º 10, relación 10 bis), sea de otro modo. Si la distancia de los ejes  $O_1O_2 = 2a$  es dada (fig. 1) la longitud  $L$  será conocida y se obtendrá el paso de la endentadura por la relación:

$$p = \frac{L}{n} \quad (18)$$

El número de dientes  $n$  es un número escogido de manera que dé a  $p$  un valor conveniente para la resistencia del diente.

Para evaluar esta resistencia, se calculará desde luego  $C$ , par resistente sobre el árbol  $O_2$ .

En este par es necesario comprender el momento de las fuerzas de inercia  $-I \frac{d\omega_2}{dt}$ , producto de la aceleración angular por el momento de inercia de las masas arrastradas por el árbol  $O_2$ ; este momento puede ser resistente o motor. El esfuerzo tangencial sobre las elipses primitivas, dirigido según EH, oblicuamente a la línea de los centros (fig. 1), se obtendrá dividiendo  $C$  por la distancia del punto  $O_2$  a la recta EH. El cálculo se terminará como para los engranajes cilíndricos ordinarios.

Por la figura 1 se ve que los vértices  $S_1$  y  $S'_1$  coinciden en el curso de rodamiento respectivamente con los vértices  $S_2$  y  $S'_2$ ; si se coloca en  $S_1$  el eje de un hueco o vaciado de diente (convención que adoptaremos en lo sucesivo), por  $S_2$  pasará el eje de un lleno. Para que los engranajes  $\mathcal{E}_1$  y  $\mathcal{E}_2$  sean superponibles, es decir, para que se puedan cortar juntos, es necesario que cada rueda presente en los extremos del eje mayor, un lleno de un lado, un vacío del otro. Esta condición, que facilita la construcción, exige que el número  $n$  de los dientes sea impar.

El valor de  $p$  dado por la fórmula (18) lo más corriente será que exija la construcción de una fresa especial (n.º 17). Si se desea por el contrario servirse de fresas preestablecidas para el corte de los engranajes cilíndricos (n.º 16) se escogerá la fresa en la serie que da el paso  $p'$  más próximo de  $p$ ; se tomará un número de dientes  $n'$  próximo de  $n$  e impar, de manera que la longitud de la nueva elipse,  $L' = p' n'$ , difiera poco de la longitud inicial  $L$ ; esta nueva elipse tendrá la misma excentricidad  $e$  que la antigua para asegurar la misma ley de movimiento, pero su semieje mayor será:

$$a' = a \frac{L'}{L}, \text{ valor vecino de } a.$$

Nos veremos obligados a modificar ligeramente la distancia de los centros, de  $2a'$  en vez de  $2a$  y sometidos a una sujeción del mismo orden cuando se quiera tallar con fresas existentes engranajes cilíndricos cuya distancia de los centros está dada, así como la relación de las velocidades angulares.

### 19. Curvas de enchaflanamiento y de vaciado.

—Las curvas de vaciado y enchaflanamiento definidas n.º 15 no son elipses. Se obtendrán prácticamente en el



determinando la envolvente de un círculo de radio constante  $l \text{ ó } l + \varepsilon$ , cuyo centro se desplaza sobre la elipse primitiva; difieren poco para  $e < 0,5$  de las elipses que tienen respectivamente para semiejes  $a + l$  y  $b + l$ ,  $a - l - \varepsilon$  y  $b - l - \varepsilon$ .

La curva de enchaflanamiento  $\mathcal{G}'$ , que limita el disco oval sobre el cual se corta la endentadura, no hay necesidad de trazarlo rigurosamente, pues el procedimiento de corte expuesto en el n.º 20 asegura la posición correcta de la fresa con relación a la pieza, cualquiera que sea el contorno del disco. Este contorno podrá realizarse groseramente, y por consecuencia con economía, sabiendo que las irregularidades por exceso no suprimen el juego en el fondo de los dientes y que las irregularidades por defecto no reducen a otra medida el arco de conducción por consecuencia de la disminución de la altura de los dientes por encima del primitivo.

La curva de vaciado  $\mathcal{G}''$ , obtenida por el hundimiento de la fresa, no interviene en el trazado.

En el caso de ligera excentricidad, se podrá asimismo reemplazar la curva  $\mathcal{G}'$  por una circunferencia de radio convenientemente escogido. Tomemos por ejemplo,  $l = \frac{1}{5}$ , lo que da:

$$\left( \frac{1 - \frac{1}{5}}{1 + \frac{1}{5}} \right) = \frac{4}{9}$$

para razón de las velocidades extremas) y  $a = 50$  milímetros.

Se tendrá:

$$b = 50 \sqrt{1 - \frac{1}{25}} = 49 \text{ mm.}$$

Si se toma 20 como número de dientes, el paso de la endentadura será alrededor de 15,55 mm.; para altura normal de los dientes por encima del primitivo, se puede tomar  $l = 5$  mm.

Por consecuencia, los diámetros máximo y mínimo de los flancos exactamente trazados serán de 110 mm. y de 108 mm. Si se toman los flancos circulares de 109 mm. de diámetro, la altura de los dientes por encima del primitivo variará entre 4,5 mm. (valor alcanzado en los extremos del eje mayor) y 5,5 mm. (valor alcanzado en los extremos del eje menor). Esta forma de endentadura será aceptable a condición de prever en la construcción de la fresa un juego normal de 1 mm. sobre el fondo de los dientes. En el engranaje así cortado, el juego efectivo en el fondo de los dientes variará entre 0,5 mm. y 1,5 mm.

Es de toda evidencia que, lo mismo en el caso en que la curva de achaflanamiento es una circunferencia, el engranaje deberá cortarse como se ha dicho en el n.º 20 y no como un engranaje cilíndrico ordinario.

**20. Corte de la endentadura (fig. 3).**—Para que los perfiles de los dientes estén convenientemente colocados en relación a la elipse primitiva, es necesario que en el corte de cada vacío: 1.º el eje de este hueco esté en el plano medio XY de la fresa; 2.º que el extremo E de la fresa esté a la profundidad conveniente  $l + \varepsilon$  por debajo del primitivo.  $l$  es la altura

dada al diente por encima del primitivo,  $\varepsilon$  el juego previsto en el fondo de los dientes.

Siendo dado el flanco A perfilado según la curva de achaflanamiento  $\mathcal{G}$  (n.º 19) y taladrado en O el orificio de montaje sobre su árbol, he aquí como se cortarán los dientes sobre un portahuso horizontal, máquina muy apropiada a este género de trabajo, a condición que los tornillos que desplazan transversal y verticalmente el carrillo sean bastante precisos.

Se monta el flanco A sobre un mandril de eje O solidario de una muñeca divisora, la cual está fija sobre el carrillo del portahuso de manera que el eje del mandril sea paralelo al desplazamiento longitudinal

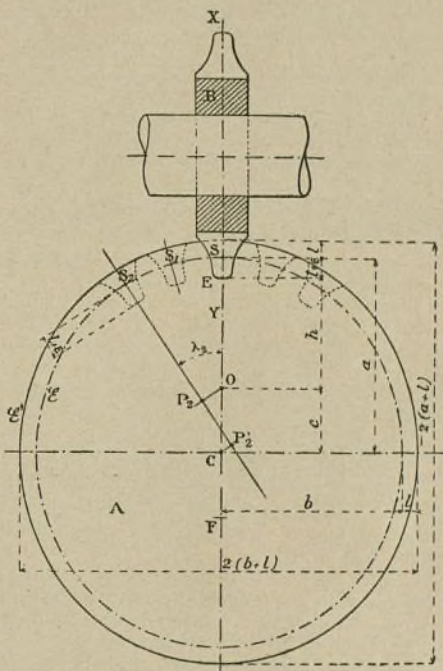


Fig. 3.—Corte de los dientes de las ruedas elípticas.

de este carrillo. Una contrapunta sostendrá el extremo del mandril. La fresa de forma, IB, correspondiente al paso  $p$  de la endentadura (números 16, 17 y 18) se pone en su sitio, y una contrapunta asegura la rigidez de su árbol.

Dando vuelta al tornillo de la muñeca divisora, se vuelve vertical el eje mayor OX de la elipse y con la ayuda del tornillo de desplazamiento transversal se dispone este eje mayor en el plano medio XY de la fresa; en fin, el tornillo de desplazamiento vertical permite regular la altura de la pieza para que el extremo E de la fresa esté a la distancia  $h$  del eje O; esta distancia es igual a  $OE - SE$ , es decir que:

$$h = a - c - (l + \varepsilon),$$

siendo  $a$  el semieje menor de la elipse primitiva  $\mathcal{G}$ ;  $c$  la mitad de la distancia focal de  $\mathcal{G}$ ;  $l + \varepsilon$  altura del diente por encima del primitivo.



Efectuadas estas tres regulaciones, se ponen al cero los nonios de los tres tornillos (esto para facilitar las lecturas ulteriores, sino será preciso proceder por diferencias de lecturas) y se corta el vacío de centro  $S$ , posición representada en la figura 3.

Manteniendo en corte un vacío cualquiera cuyo eje  $S_2 P_2$  normal a la elipse  $\mathcal{E}$  en el punto  $S_2$  pasa a la distancia  $OP_2$  del punto  $O$  procederemos de la siguiente manera:

1.º Se pondrá  $S_2 P_2$  vertical haciendo girar el eje de la muñeca divisora del ángulo:

$$\lambda_2 = P_2 S_2, OS$$

2.º Se pondrá  $S_2 P_2$  vertical en el plano medio XY de la fresa efectuando un desplazamiento  $OP_2$  por medio del tornillo transversal.

3.º Se colocará la pieza a la altura conveniente por un desplazamiento  $P_2 S_2 - OS$  obtenido con el tornillo vertical.

En suma, efectuada la regulación sobre el vacío de eje  $OS$ , será suficiente conocer tres cotas para el corte correcto de un vacío cualquiera de eje  $OS_2$

$$1.º \lambda_2 = P_2 S_2 OS; \quad 2.º m_2 = OP_2 \quad 3.º n_2 = P_2 S_2 - OS$$

21. **Determinación de las cotas de corte.**—El cálculo de estas cotas es excesivamente largo, y como no existen tablas para suplirlo se recurrirá a tanteos.

Se trazará sobre una plancha de cobre, con mucho cuidado y a la mayor escala posible, la elipse primitiva  $\mathcal{E}$ . Trazada ésta, se hará sea mecánicamente con la ayuda de un elipsógrafo, sea con la de las ordenadas cartesianas, calculadas por medio de las fórmulas conocidas:

$$x = a \cos \varphi, \quad y = b \sin \varphi$$

a y b, semiejes;  $\varphi$ , parámetro variable.

Se buscará por tanteo al compás, la cuerda  $SS_1$ , que puede tomarse exactamente  $n$  veces la longitud de la elipse ( $n$ , número de dientes); se determinarán así los puntos  $S_1, S_2$ , etc.

En estos puntos se trazarán las normales a la elipse tales como  $S_2 P_2$  y se levantarán para cada vacío las tres cotas correspondientes  $\lambda_2, m_2$  y  $n_2$ . Estas cotas son las mismas en magnitud absoluta, para dos vacíos simétricos con relación al eje mayor de la elipse  $\mathcal{E}$ .

Conduciendo el trazado de una manera conveniente y aplicando cuidados especiales, las cotas levantadas serán exactas con un error de  $\frac{1}{10}$  de mm. Dividiendo por la escala se tendrá la aproximación realizada sobre la pieza.

A causa de la variación del radio de curvatura, el arco subtendido por la cuerda constante  $SS_1$ , será ligeramente más grande en los extremos del eje mayor que en los del menor. Esta pequeña diferencia, despreciable para las ligeras excentricidades, puede influir en el juego al engranar, pero no es muy perjudicial para la conducción correcta de los perfiles conjugados. En efecto, la longitud del arco primitivo (fig. 1) que separa dos perfiles vecinos  $D_1, D'_1$ , obrando en el mismo sentido, es función del arco  $D_1, D'_1$  obtenido como se ha dicho. Sobre la otra rueda, entre los perfiles conjugados  $D_2, D'_2$ , la longitud de arco primitivo dependerá de la distancia de los puntos de división  $D_2, D'_2$ .

Puesto que las cuerdas  $D_1, D'_1, D_2, D'_2$  son iguales y están decaladas solamente en un semidiente, los arcos primitivos subtendidos no diferirán sino en una cantidad inapreciable y cuando el par de perfiles  $D_2, D'_2$  cesará de conducir, la posición relativa de los perfiles  $D_1, D'_1$  será muy sensiblemente la posición de contacto teórico.

Si se tienen que cortar un gran número de engranajes, en vez de servirse de la rueda de tornillo sin fin del disco divisor para obtener los ángulos tales como  $\lambda_2$  se construirá un disco divisor especial, de manera que abrochándolo sucesivamente en sus orificios de división se obtienen mecánicamente los ángulos  $\lambda_1, \lambda_2, \dots$

22. **Caso en que el eje del mandril de corte esté en el centro de la elipse primitiva.**—En los cortes sucesivos, el plano medio de la fresa no pasa constantemente por el eje del mandril, se sigue una reacción que tiende a hacer girar este último. Deberá pues estar sólidamente fijo y rígido, de una parte sobre los flancos de corte, y por la otra sobre la muñeca divisora. Para disminuir el par de torsión en el caso de gran excentricidad, hay interés de conducir el eje del mandril de corte no en  $O$ , centro de rotación de la elipse, sino en  $C$ , centro de figura; por este punto es por el que las distancias a las normales tendrán el máximo menor.

En el cálculo de las cotas,  $\lambda_2$  permanecerá el mismo, pero  $m_2$  será reemplazado (fig. 3) por  $m'_2 = CP'_2$ , distancia del centro a la normal  $S_2 P_2$  y  $n_2$  por  $n'_2 = P'_2 S_2 - CS$ .

El mandril debe ser largo para que se puedan cortar un gran número de piezas a la vez y debe tener un gran diámetro para que presente la rigidez suficiente. Su eje no podrá colocarse en  $C$  si la distancia  $CO$  no es por lo menos igual a la suma de los radios del mandril y del orificio taladrado en  $O$  para el paso del árbol de rotación.

Puede ser ventajoso cortar una barra llena que tenga como sección recta la curva de achafalamiento  $\mathcal{E}'$ , así se suprime el mandril y se puede efectuar el fresado sobre troncos de grandes longitudes y rígidos al mismo tiempo. Nada impide entonces hacer coincidir el eje de corte con el de figura. El cilindro acanalado así obtenido es cortado en discos del espesor requerido. El centro  $O$  de escariadura que es necesario practicar sobre estos discos se determinará según el fondo de los dientes que materializa exactamente la curva de vaciado teórico, mientras que el contorno exterior de la barra puede no ser muy preciso.

23. **Combinación de tres engranajes elípticos.**—Sean tres engranajes elípticos iguales,  $E_1, E_2, E_3$  colocados sobre tres ejes paralelos  $a_1, a_2, a_3$  situados en el mismo plano y tales que  $E_1$  engrane con  $E_2$  y  $E_2$  con  $E_3$ . Llamemos  $e$  a su excentricidad y  $\omega_1, \omega_2, \omega_3$  las velocidades angulares de los tres árboles en un mismo instante. Fácilmente puede verse que en las posiciones en que los ejes mayores de las elipses coinciden con la línea de los centros de rotación, la posición relativa de  $A$  y de  $B$  es la misma que la de  $B$  y de  $C$ . Las relaciones  $\frac{\omega_2}{\omega_1}$  y  $\frac{\omega_3}{\omega_2}$  toman a la vez su valor máximo y su valor mínimo.



Si se llama  $e$  a la excentricidad de las elipses primitivas, se tendrá (fórmula 10):

$$\frac{\left(\frac{\omega_2}{\omega_1}\right)_{\min}}{\left(\frac{\omega_2}{\omega_1}\right)_{\max}} = \frac{\left(\frac{\omega_3}{\omega_2}\right)_{\min}}{\left(\frac{\omega_3}{\omega_2}\right)_{\max}} = \left(\frac{1-e}{1+e}\right)^2.$$

Como las dos máximas se producen al mismo tiempo, así como las dos mínimas, se tiene:

$$\frac{\left(\frac{\omega_3}{\omega_1}\right)_{\min}}{\left(\frac{\omega_3}{\omega_1}\right)_{\max}} = \left(\frac{1-e}{1+e}\right)^4.$$

Si se quiere realizar la misma variación de la proporción  $\frac{\omega_3}{\omega_1}$  entre los árboles  $a_1$  y  $a_3$  relacionándolas directamente por dos engranajes elípticos  $E'_1$ ,  $E'_3$ , la excentricidad  $e'$  de estos nuevos engranajes estará dada por la relación:

$$\left(\frac{1-e'}{1+e'}\right)^2 = \left(\frac{1-e}{1+e}\right)^4;$$

de donde:

$$e' = \frac{2e}{1+e^2}.$$

La combinación  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$  puede ser preferible a la combinación  $E'_1$ ,  $E'_3$ , aunque necesita un engranaje más y un árbol intermediario, a causa de la facilidad de construcción que resulta de una excentricidad mucho más ligera.

**24. Conclusión.**—Los engranajes elípticos son desde el punto de vista cinemático, muy poco conocidos; como su ejecución correcta presenta algunas dificultades, su empleo no se ha extendido mucho a pesar de sus numerosas ventajas (números 1 a 7)

En la segunda parte de este estudio hemos procu-

rado hacer tan completa, tan sencilla y tan rápida como fuera posible, la investigación de la ley de los espacios, de las velocidades y de las aceleraciones, sea por el cálculo, sea por el gráfico, a fin de que la ignorancia de las condiciones exactas del movimiento no sigan siendo impedimento para la aplicación del mecanismo (números 8 a 14).

Las dos dificultades de construcción residen en la obtención económica y suficientemente precisa: 1.º de la curva de achaflanamiento; 2.º de la endentadura. El modo de verificar el corte indicado en la tercera parte, suprime la primera dificultad puesto que el contorno exterior del engranaje puede efectuarse con una aproximación grosera (números 19 y 20). En cuanto a la endentadura se obtiene por el procedimiento de la fresa de forma, empleada para las ruedas dentadas cilíndricas ordinarias (números 16, 17, 18, 20, 21). La operación es aquí un poco más lenta, pues en vez de hacerse automáticamente, exige, entre el fresado de dos vacíos contiguos, la maniobra de tres manivelas (número 20).

El punto delicado es la busca de las tres cotas  $\lambda_2$ ,  $m_2$ ,  $n_2$  (n.º 21) que definen la posición relativa exacta de la pieza y de la fresa para la ejecución de cada vacío. Esto constituye un trabajo extenso y exige cuidados muy particulares; no se justifica desde el punto de vista del precio de coste si no cuando el número de las ruedas elípticas que hay que cortar es muy grande.

Desde este punto de vista habrá interés en confeccionar tablas especiales que den las cotas  $\lambda_2$ ,  $m_2$ ,  $n_2$ , con un factor constante y con la aproximación necesaria para diferentes valores bastante aproximados de la excentricidad.

Esperamos que el mecánico, familiarizado por este estudio con las propiedades cinemáticas de los engranajes elípticos y conociendo un medio práctico de realizarlos correctamente, no dudará en emplearlos cuando su aplicación constituya la buena solución del problema que ha de resolver.

## Campo de una corriente circular

### IV y V (\*)

Sea una corriente circular de centro  $o$  y de radio  $\rho$  y  $m$  un punto del espacio, que se proyecta en  $p$ ; hagamos  $om = h$  y  $op$ ; tracemos el diámetro  $dd'$  perpendicular a  $op$  y una cuerda cualquiera,  $a^b$ , paralela a este diámetro;  $a^b$  igual que  $dd'$  es normal al plano  $mop$ . Busquemos ahora la acción ejercida por los dos elementos de corriente  $aa'$ ,  $bb'$  sobre un átomo de éter situado en  $m$ . Los volúmenes elementales atravesados por la corriente, en  $\delta\delta'$  por ejemplo, podemos representarlos por  $\sigma\rho d\omega$ , siendo  $\sigma$  la sección del hilo conductor y  $d\omega$  la variación del ángulo que forma el radio móvil  $o^b$ , con la proyección fija  $ocp$ . Llamando  $\alpha$  al ángulo de  $m^b$  con la tangente  $^b t$ , un átomo de éter de la corriente que pasa por  $^b$ , ejerce sobre el átomo  $m$  una atracción que se dirige siguiendo la  $m^b$  e igual a

$$\frac{3}{8} \text{KV} \Delta t \cos. \frac{r^2}{m \delta^2}$$

y llamando  $n$  al número de átomos de corriente conte-

nidos en un volumen elemental, que es proporcional a  $\sigma\rho d\omega$ , y observando que  $\sigma V \Delta t$  es proporcional a la intensidad  $i$  de la corriente, podemos representar la acción del elemento de corriente  $\delta\delta'$  por  $Ai \frac{\cos. \alpha \rho d\omega}{m \delta^2}$ .

El elemento de corriente  $aa'$ , ejercerá una acción repulsiva de igual intensidad, dirigida según la prolongación de  $am$ , y la resultante de las dos fuerzas iguales  $mf$  y  $mg$ , será bisectriz del ángulo  $gmf$ , paralela a  $a^b$  y por consiguiente perpendicular al plano  $mop$ . Su intensidad será

$$2Ai \frac{\cos. \alpha \cos. \phi \rho d\omega}{m \delta^2}$$

y haciendo  $gmi = fmi = 6$ ,

Así pues, la resultante de la influencia total de la corriente será:

$$R = 2Ai \int_0^{2\pi} \frac{\rho \cos. \alpha \cos. \phi}{m \delta^2} d\omega.$$

(\*) Véase las págs. 35 a 38, 52 y 53 y 75 a 78.

(1) «Essai sur la synthèse des forces physiques», pág. 176 (Leray).



Réstanos ahora valores  $\frac{\cos. \alpha \cos. \phi}{m \hat{z}^2}$  en función de la variable  $\omega$  y de las constantes  $a \hat{z} = \rho$ ,  $am = h$ ,  $mop = \psi$ . Desde luego  $\cos. \phi = \frac{\hat{z}e}{m \hat{z}} = \frac{\rho \text{ sen. } \omega}{m \hat{z}}$ , después,  $m \hat{z}^2 = h^2 + \rho^2 - 2\rho h \cos. m \hat{z}$  pero en el triángulo  $m \hat{o} \hat{z}$ , el diedro  $op$  es recto, entonces  $\cos. m \hat{o} \hat{z} = \cos. \psi \cos. \omega$  y tenemos  $m \hat{z}^2 = h^2 + \rho^2 - 2\rho h \cos. \psi \cos. \omega$ . Finalmente, el triángulo  $t m \hat{z}$ , nos da

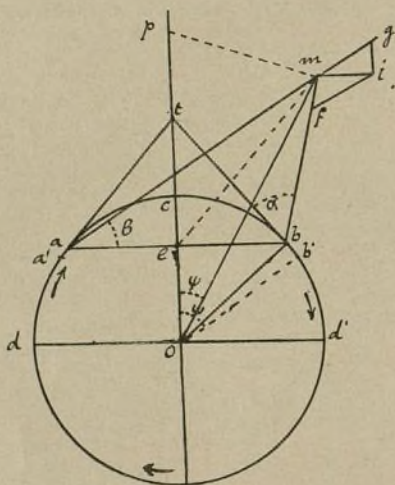
$$\cos. \alpha = \frac{m \hat{z}^2 + \hat{z} t^2 - m t^2}{2 m \hat{z} \hat{z} t},$$

sustituyendo, simplificando y reduciendo hallaremos

$$\cos. \alpha = \frac{h \cos. \psi \text{ sen. } \omega}{m \hat{z}^2};$$

y

$$\cos. \alpha \cos. \phi = \frac{\rho h \cos. \psi \text{ sen. }^2 \omega d\omega}{m \hat{z}^2}$$



así pues

$$\begin{aligned} R &= 2 A i \int_0^\pi \frac{h \rho^2 \cos. \psi \text{ sen. }^2 \omega d\omega}{(h^2 + \rho^2 - 2\rho h \cos. \psi \cos. \omega)^2} = \\ &= \frac{2 A i h \rho^2 \cos. \psi}{(h^2 + \rho^2)^2} \int_0^\pi \frac{\text{sen. }^2 \omega d\omega}{(1 - B \cos. \omega)^2} \end{aligned}$$

teniendo:

$$B = \frac{2 \rho h \cos. \psi}{h^2 + \rho^2}.$$

Ahora tenemos:

$$\begin{aligned} \int_0^\pi \frac{\text{sen. }^2 \omega d\omega}{(1 - B \cos. \omega)^2} &= \frac{1}{B} \int_0^\pi \frac{\cos. \omega d\omega}{1 - B \cos. \omega} = \\ &= -\frac{\pi}{B} + \frac{1}{B^2} \int_0^\pi \frac{d\omega}{1 - B \cos. \omega} \end{aligned}$$

Por otra parte:

$$\begin{aligned} \int_0^\pi \frac{d\omega}{1 - B \cos. \omega} &= \\ &= \left[ \frac{2}{\sqrt{1-B^2}} \arctg \left( \sqrt{\frac{1+B}{1-B}} \operatorname{tg} \frac{\omega}{2} \right) \right]_0^\pi = \\ &= \frac{\pi}{\sqrt{1-B^2}} \end{aligned}$$

De donde finalmente:

$$\begin{aligned} R &= \frac{2 A i \rho^2 h \cos. \psi \pi}{(h^2 + \rho^2)^2 B^2} \left( \frac{1}{\sqrt{1-B^2}} - 1 \right) = \\ &= \frac{\pi A i}{2 h \cos. \psi} \left( \frac{1}{\sqrt{1-B^2}} - 1 \right) = \\ &= \frac{\pi A i}{2 h \cos. \psi} \left( \frac{1}{2} B^2 + \frac{3}{8} B^4 + 1 \right) \end{aligned}$$

Despreciando  $B^4$ :

$$R = A i \frac{\pi \rho^2 h \cos. \psi}{(h^2 + \rho^2)^2} = A i \frac{\pi \rho^2 \cos. \psi}{h^2 \left( 1 + \frac{\rho^2}{h^2} \right)^2}.$$

Si la relación  $\frac{\rho^2}{h^2}$  es despreciable delante de la unidad podremos decir que la acción de la corriente es proporcional a  $\cos. \psi$  a la intensidad  $i$ , y a la superficie del círculo  $\pi \rho^2$ , y razón inversa de  $h^2$ . De consiguiente, es perpendicular a  $om$ , paralela al plano del círculo y dirigida en el sentido de la corriente.

En el caso,  $\cos. \psi = 0$ , o  $\psi = \frac{\pi}{2}$ , la influencia es nula. Por consiguiente los átomos de éter situados sobre la perpendicular al centro del círculo no sufren dicha influencia, y esta perpendicular es el eje de las masas agitadas por la corriente. A cada valor particular de  $\psi$  responde un cono recto, y la sección de él, por un plano paralelo a la corriente, da una circunferencia en la cual los átomos de éter reciben impulsos tangenciales iguales.

Si el punto  $m$  tuviese su proyección en el interior del círculo la fórmula sería la misma; tendríamos solamente  $h \cos. \psi < \rho$ , y no podríamos suponer  $\frac{\rho^2}{h^2}$  sumamente pequeño.

V

## Campo de un solenoide

Sea una serie de corrientes circulares iguales, paralelas y del mismo sentido, cuyos centros halláanse distribuidos uniformemente sobre el eje rectilíneo  $xx'$ , y sea  $m$ , un punto cualquiera del espacio. Desde este punto, tracemos una perpendicular  $mo$  al eje  $xx'$  y supongamos que su pie coincide con el centro  $o$  de una de las corrientes circulares. Por el artículo anterior, sabemos que la acción de una corriente cualquiera  $e$ , sobre un átomo de éter  $m$ , nos la representa la fórmula

$$f = A i \frac{\pi \rho^2 h \cos. \psi}{(h^2 + \rho^2)^2},$$

en la que las letras tienen igual significación.

Si llamamos a  $co$  por  $z$ ,  $mo$  por  $x$ , tendremos que  $h \cos. \psi = x$ , y  $h^2 = x^2 + z^2$ , y la fórmula quedará convertida

$$f = \frac{A i \pi \rho^2 x}{(\rho^2 + x^2 + z^2)^2}.$$

Desde luego, la dirección de la fuerza es una perpendicular levantada en  $m$  al plano  $mco$  del lado por donde pasa la corriente. Siendo fija esta dirección, será la misma para todas las corrientes aisladas, y la



resultante general  $R$  de todas las fuerzas parciales será igual a su suma; de donde

$$R = A i \pi \rho^2 \sum_{z_1}^{z_2} \frac{x}{(\rho^2 + x^2 + z^2)^{3/2}}$$

Para efectuar la suma, tomemos como unidad de longitud la distancia  $c$  que separa dos corrientes consecutivas, y pongamos  $\rho = \rho' c$ ,  $x = x' c$ ,  $z = z' c$ ;  $z_1 = n' c$ ,  $z_2 = n'' c$ : tendremos ahora que calcular

$$R = \frac{A i \pi \rho'^2}{c} \sum_{n'}^{n''} \frac{x'}{(\rho'^2 + x'^2 + z'^2)^{3/2}}$$

enseñándonos esta expresión que la resultante está en razón inversa de la distancia  $c$  de dos círculos consecutivos.

Concretémonos al caso más simple, y teóricamente el más importante; el de un solenoide de espirales sumamente próximas. En este caso, podemos reemplazar la suma por una integración, y tenemos

$$\begin{aligned} R &= A i \pi \rho^2 x \int_{z_1}^{z_2} \frac{dz}{(\rho^2 + x^2 + z^2)^{3/2}} = \\ &= \frac{A i \pi \rho^2 \pi x}{2 (\rho^2 + x^2)^{3/2}} \left[ \frac{z}{\sqrt{x^2 + \rho^2}} : \left( 1 + \frac{z^2}{\rho^2 + x^2} \right) + \right. \\ &\quad \left. + \arctg \frac{z}{\sqrt{\rho^2 + x^2}} \right]_{z_1}^{z_2} \end{aligned}$$

Tratándose de una espira solenoidal y que  $\rho^2$  es lo suficientemente pequeña para poder despreciarla delante de  $x^2$  la resultante toma una forma mucho más simple

$$R = \frac{A i \pi \rho^2}{3 x^3} \left[ \frac{z}{x} : \left( 1 + \frac{z^2}{x^2} \right) + \arctg \frac{z}{x} \right]_{z_1}^{z_2}$$

Observando la figura se ve que

$$\frac{z_2}{x} = \operatorname{tg} \alpha; \quad -\frac{z_1}{x} = \operatorname{tg} \beta$$

y haciendo las sustituciones correspondientes, hallaremos:

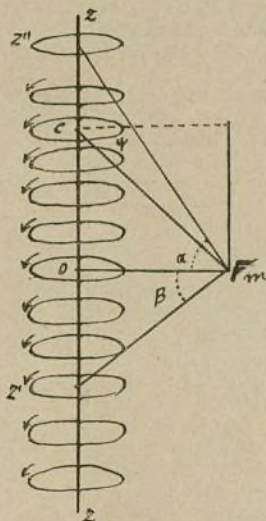
$$R = \frac{A i \pi \rho^2}{2 x^3} \left( \frac{\sin 2\alpha + \sin 2\beta}{2} + (\alpha + \beta) \right)$$

$\alpha + \beta$  es el ángulo, dentro del punto  $m$  del cual, se ve el paso o espira solenoidal.

Si el paso o espira es indefinido, la fórmula se reduce a

$$R = \frac{A i \pi \rho^2}{2 x^3}$$

Comparando las modificaciones del medio, producidas por una corriente rectilínea y por una corriente solenoidal, indefinidas, puede constatar que las superficies isodinámicas son, en ambos casos, cilindros rec-



tos circulares, teniendo por eje la corriente o la espira; pero en el primer caso las fuerzas van dirigidas siguiendo las generatrices y arrastran al éter en el mismo sentido de la corriente; y en el segundo las fuerzas son dirigidas perpendicularmente a las generatrices y tienden a producir un remolino de éter alrededor de la espira.

Obsérvese también que en el primer caso, las variaciones de la fuerza están en razón inversa de la simple distancia; en el segundo, en razón inversa del cuadrado de la distancia.

R. CARABIA, Ingeniero.

## Determinación de la corriente de percepción límite en un receptor telefónico

El empleo del receptor telefónico como detector de las corrientes alternas ligeras utilizadas en la telegrafía sin hilos, y su empleo, asimismo, para numerosas medidas eléctricas con el puente de corriente alterna, hacen sentir la utilidad de poder medir por un método simple y preciso la corriente percepción límite en un teléfono.

Por corriente de percepción límite se entiende la corriente mínima que debe atravesar el teléfono para producir un sonido que se pueda justamente reconocer. La curva que representa la corriente de percepción de un teléfono en función de la frecuencia y de la fuerza

electromotriz utilizada, constituye una buena indicación del campo de utilización del instrumento.

El método ordinariamente seguido para establecer una tal curva, consiste en medir desde luego la sensibilidad en voltios del teléfono para diversas frecuencias. Esto es lo que generalmente se hace por medio de un hilo convenientemente montado en derivación sobre una rama desprovista de *self* de un circuito de corriente alterna dotado de un amperímetro térmico. Después de haber medido de esta manera la sensibilidad en voltios se obtiene la corriente de percepción límite dividiendo el número de voltios, para cada fre-



frecuencia, por la impedancia del teléfono para esta frecuencia. Como, sin embargo, la resistencia efectiva y la reactancia inductiva del teléfono dependen de la frecuencia, es necesario en este método medir cada una de estas cantidades para cada frecuencia. Desde luego como lo ha indicado Austin, es dudoso que los valores así obtenidos sean verdaderamente aplicables al fin que se propone pues se les obtiene por medio de corrientes mucho más intensas que la corriente de percepción del teléfono. Se puede evitar esta incertidumbre y simplificar la determinación completa por medio del método siguiente basado en la teoría del puente de Wheatstone.

El dispositivo se representa en la figura. Las resistencias  $R$  y  $R'$  deben estar desprovistas de *self* y de capacidad. Para teléfonos de pequeña resistencia las bobinas de Curtis llenarán bastante bien esta condición, pero para teléfonos de gran resistencia, sobre todo en las frecuencias elevadas, serán preferibles las resistencias peliculares. Las dos resistencias señaladas  $R'$  están en relación por un hilo tendido de conveniente resistencia provisto de una escala y de un contacto deslizable. El teléfono está en relación con el contacto deslizable y en un punto comprendido entre las dos resistencias  $R$  como indica la figura, un pequeño condensador de aire variable se ramifica allí donde es necesario para asegurar la compensación exacta de las reactancias. Se designa por  $\Delta R_B$  la resistencia de esta porción del hilo de contacto deslizable comprendido entre el punto central y la posición ocupada por el contacto cuando el teléfono está recorrido por la corriente de percepción límite  $I_T$ .

La corriente  $I$  proviene de un generador de alta frecuencia la cual puede regularse y mantenerse en el valor deseado. Entra en el puente de la derecha y se divide como lo indica la figura. En serie con el puente se dispone un par termoelectrónico de vacío (no representado en la figura) en relación con un milivoltímetro sensible. Este aparato mide la corriente  $I$ . Para los teléfonos de gran resistencia se puede utilizar un amperímetro térmico.

El método consiste en regular la corriente  $I$  hasta que el intervalo de silencio sobre el contacto deslizable tenga un valor medible. Este intervalo de silencio es evidentemente igual a  $1/\Delta R_B$ . El valor de  $I_T$  se deduce de la ecuación del puente de Wheatstone:

$$I_T = \frac{2 \Delta R_B R I}{A(A + 2Z_T)}$$

en que  $A$  representa la expresión  $R' + \frac{1}{2} R_w + R$ .

El método parece suponer el conocimiento de  $Z_T$ , impedancia del teléfono, pero se puede evidentemente prescindir a condición de tomar  $A$  bastante grande para que la resistencia óhmica del teléfono pueda, con una precisión suficiente, utilizarse en vez de la impedancia. Para teléfonos de pequeña resistencia esta sustitución no presenta gran inconveniente puesto que la impedancia de un teléfono de resistencia ligera no excede en dos o tres veces la resistencia óhmica, aún en las elevadas frecuencias. En el caso de ciertos teléfonos de resistencia muy grandes utilizados en telegrafía sin hilos, en donde la impedancia para una frecuencia de 1000 periodos por segundo puede alcanzar 16.000 ohmios, se hace

naturalmente necesario determinar y utilizar un valor aproximado al de impedancia.

Para un teléfono en resonancia eléctrica, el valor de  $Z_T$  en la ecuación precedente se reduce a  $R_R$  resistencia óhmica.

He aquí un ejemplo de determinación de la corriente de percepción límite en un receptor telefónico:

El generador de alta frecuencia suministra corriente de 990 periodos por segundo.

Los botes de resistencia

de bobinas de Curtis se emplean para obtener las dos resistencias representadas por  $R$ , valiendo cada bote 500 ohmios. La expresión  $R + \frac{1}{2} R_w$  equivale a 125 ohmios. El intervalo de silencio sobre el hilo de contacto deslizable se halla ser igual a 0,025 ohmios ( $2 \Delta R_B = 0,025$ ). Los pares termoelectrónicos de vacío indican una corriente  $I = 0,4$  miliamperio. La resistencia óhmica del teléfono es de 170 ohmios y su impedancia para 1000 periodos por segundo es de 290 ohmios.

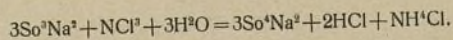
Para  $A$  se tiene pues 5125 ohmios. El valor de  $2Z_T$  puede ser evidentemente despreciable *vis-a-vis* de 5125 ohmios; o bien se puede reemplazarlo por  $2R_r$ , sea 340 ohmios, pues que en uno y otro caso el error cometido será inferior a 10 por 100. Llevando estos valores a la ecuación precedente se encuentra que la corriente de percepción límite de este teléfono es 2,10-4 miliamperios para una corriente de 1000 periodos por segundo.

### Investigaciones sobre el cloruro de ázoe

Para preparar el cloruro de ázoe, generalmente se hace obrar el ácido hipocloroso sobre una solución de clorhidrato de amoníaco en agua, en presencia de tetracloruro de carbono.

En la obscuridad, la solución obtenida se conserva durante muchas semanas.

La solución acuosa de cloruro de ázoe, oxida el sulfato de sosa:



Como la reacción es cuantitativa, resulta éste un modo de dosaje del cloruro de ázoe.

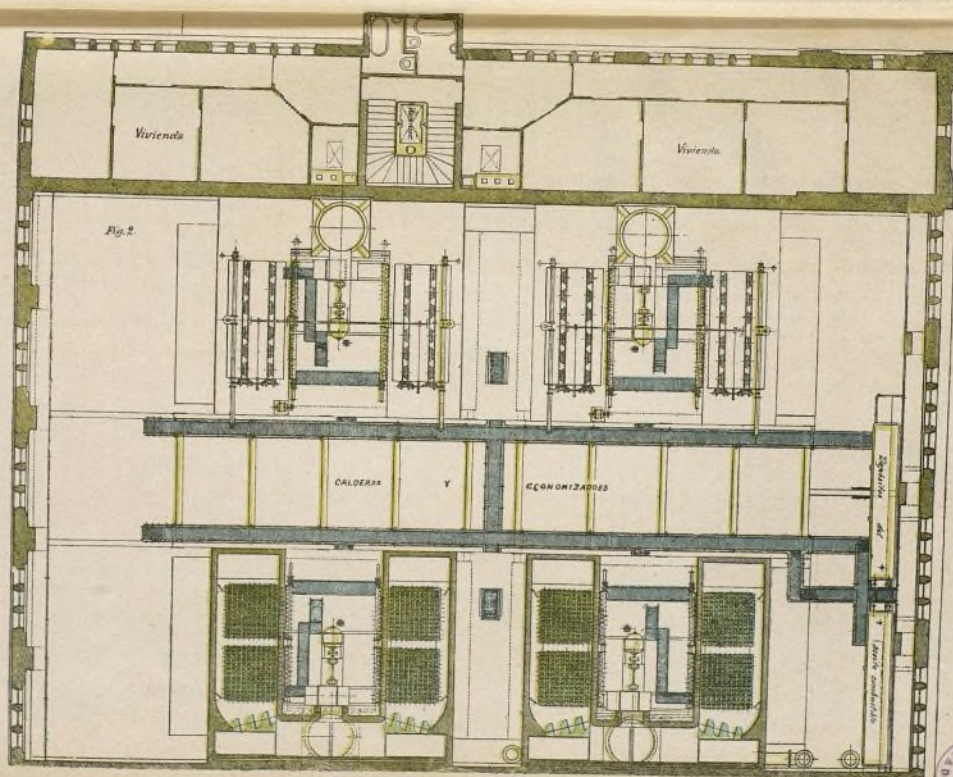
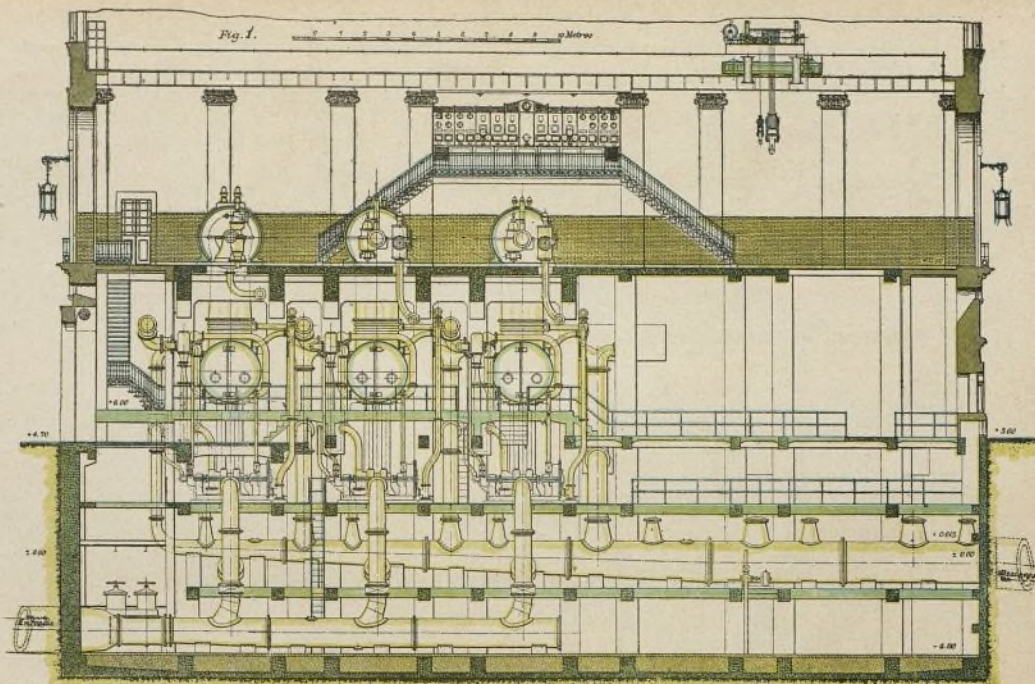
La sosa descompone rápidamente el cloruro de ázoe con formación de ázoe y de un poco de amoníaco.

La acción del cloruro de ázoe sobre la hidroquinona conduce a un derivado hexaclorado.



r  
e  
a  
-  
n  
-  
r  
-  
-  
-  
o-  
e  
e  
h-  
e-  
le  
p-  
e-  
te  
o.  
cia  
as  
da  
e a  
de  
ios  
cio  
en-  
pe-  
oh-  
de  
vis  
or 2  
o el  
ndo  
ntra  
ono  
pe-  
Cl.  
e un  
ázo  
oqui-







El de  
pañía Ita  
suministr  
nuevas in  
la calle d  
portancia  
páginas.

En la  
una scec  
planta de  
de los eco

Conti  
o muelle  
algunas  
directame  
los almac  
por un pu

Cuatr  
pacidad d  
a lo larg  
firme has  
ordinario

Los lo  
cio está  
bomba de  
samento  
de calder  
central, o  
en el qu  
lares con  
presión c  
ra de re  
construid  
perficie d  
los econo

El ed  
ampliand  
ras más  
neamente  
capacida

El em  
extraordi  
La salida  
dancia co  
de vapor  
violentas  
caldera p  
poco tien  
chimenea  
ventilado

El de  
tremo de  
Existen  
turbina c  
mientras  
capacida



## Suministro de fuerza eléctrica de Buenos Aires

(VÉASE EL PLANO DE LA LÁMINA CENTRAL)

El desarrollo adquirido por la empresa de la Compañía Italo-Argentina en su servicio de producción y suministro de energía eléctrica, la ha obligado hacer nuevas instalaciones como la de la estación central de la calle de Pedro Mendoza en Buenos Aires, cuya importancia merece una pequeña descripción en nuestras páginas.

En la lámina central reproducimos en dos figuras una sección transversal por la sala de la turbina y una planta del cuarto de calderas, mostrando la disposición de los economizadores.

Contiguo a la estación central existe un cargadero o muelle con aguas profundas, del que solo la separan algunas líneas de tranvías y ferrocarril, verificándose directamente el aprovisionamiento de materiales entre los almacenes de la central y el costado del buque por un puente que cruza las anteriores líneas.

Cuatro depósitos de aceite combustible de una capacidad de 200 m<sup>3</sup> cada uno están colocados en un foso a lo largo de un ala del edificio, escavado en terreno firme hasta una profundidad de unos 9 m. bajo el nivel ordinario de la calle.

Los locales que dan a la fachada principal del edificio están destinados para oficinas y laboratorios y la bomba del aceite combustible está colocada en un basamento inmediatamente por debajo de estos. El cuarto de calderas, próximo al cuerpo principal del edificio central, ocupa una superficie de unos 22,50 × 35,00 m. en el que se hallan emplazadas ocho calderas tubulares con recalentadores y economizadores Green. La presión de trabajo es 14 atmósferas y la temperatura de calentamiento 35° C. Estas calderas fueron construidas por la casa Tosi. Tienen cada una, una superficie de caldeo de 5,60 m<sup>2</sup>. y cada uno, también, de los economizadores, 3,20 m<sup>2</sup>.

El edificio en que se alojan estas calderas se está ampliando en la actualidad para colocar cuatro calderas más tipo Badcock y Wilcox instalándose simultáneamente dos depósitos más de aceite de 6,150 m<sup>3</sup>. de capacidad.

El empleo del aceite como combustible simplifica extraordinariamente la maniobra en la sala de calderas. La salida de vapor puede regularse en exacta concordancia con la carga en las turbinas sin pérdida material de vapor por la válvula de seguridad y sin fluctuaciones violentas en la temperatura del vapor. Además, una caldera puede ponerse en pleno funcionamiento en muy poco tiempo si lo exige la necesidad. Las calderas tienen chimeneas de acero que funcionan por tiro forzado por ventiladores a motor.

El depósito de alimentación está situado en un extremo del edificio de las calderas bajo el nivel del piso. Existen tres bombas de alimentación, dos del tipo de turbina capaz cada una de descargar 104 m<sup>3</sup> por hora, mientras la tercera es una bomba alternativa con una capacidad de 40 m<sup>3</sup> por hora. Una cuarta bomba funda-

da en el principio de la triple expansión se instalará también, en breve, por la casa Weir.

La sala en que está instalada la turbina mide unos 19 m × 35 m. Las turbinas están colocadas en un piso superior con los condensadores debajo, mientras un foso profundizado hasta el subsuelo duro y revestido con hormigón y asfalto que lo hace completamente impermeable, se extiende a lo largo de toda la amplitud de la sala de la turbina dando frente a la línea de condensadores. En la figura 1 (lámina central) se representa una sección longitudinal de este foso.

Existen dos tubos de entrada principales para el agua de condensación, la cual entra en el tubo del foso por el lado izquierdo como se indica en la figura. Estos tubos tienen cada uno una área de 13 m<sup>2</sup>. con una longitud de 115 m., mientras el tubo de descarga que retorna el agua al río tiene una sección de 2,57 m<sup>2</sup>. y una longitud de 145 m.

Las turbo-generadores hasta el presente instaladas son tres en número. Cada una está clasificada en 6.250 k. v. a. y suministran una corriente trifásica de 6.600 a 7.000 voltios, siendo la periodicidad de 50 ciclos por segundo. De estas turbinas, dos están construidas por la casa Brown, Boveri y C.<sup>a</sup> y una por la casa Franco Tosi. Otras dos turbinas clasificada cada una para 12,500 k. v. a. están en la actualidad en curso de instalación.

La turbina Tosi es del tipo de disco y tambor; está proyectada para una velocidad de 1 500 revoluciones por minuto a 5.000 kv. con vapor a una presión en la válvula de cierre, de 13 atmósferas y una temperatura en el mismo órgano, de 325° C. Por medio de las válvulas de paso puede elevarse este trabajo en un 25 por ciento, conduciendo el generador, dentro de condiciones de seguridad, esta sobrecarga durante una media hora. La cubierta de la turbina es de hierro fundido cortándose a lo largo según una junta horizontal en la forma ordinaria.

El rotor está construido en tres secciones principales, estando perfectamente equilibrado. Las cajas de estopa son del tipo laberinto, estando dispuesta la parte rotatoria sobre el eje en forma de manguito, la cual admite expansión y modera la comunicación del calor al eje y consecuente avería si sobreviniera un rozamiento accidental. La lubricación de los cojinetes se verifica por un juego de bombas, estando colocada la refrigeración entre la placa de fundación.

Los conmutadores están concentrados en un compartimiento en el extremo de la estación central estando intervenidos eléctricamente por un tablero conmutador establecido en la sala de la turbina. Este tiene 20 plomos y es del sistema celular. Una batería de acumuladores con una capacidad de 600 amper-horas suministra la corriente para hacer funcionar los conmutadores y actúa como una reserva para la excitación de los imanes del generador.



## El generador de inducción

En *The General Electric Review*, M. Charles P. Steinmetz discute, desde el punto de vista práctico, las ventajas y los inconvenientes del generador de inducción.

El generador de inducción es tan práctico como el generador síncrono. El único inconveniente que ofrece es que su construcción es difícil cuando se trata de pequeñas velocidades (de 100 a 200 vueltas por minuto) y que a estas velocidades es desventajoso y de un rendimiento muy escaso.

Para velocidades de 1.800, 1.200 y aún 900 vueltas por minuto, el generador de inducción está perfectamente adecuado, y con máquinas algo potentes, las velocidades de 720 y 600 vueltas (para las cuales el funcionamiento de los motores de inducción es económico) pueden ser utilizadas.

El rendimiento y la potencia de la máquina como generador de inducción son aproximadamente los mismos o aún un poco *más elevados* que el rendimiento y la potencia como motor de inducción.

La potencia crece, con poca diferencia, proporcionalmente a la velocidad. Así, si el motor de inducción suministra 10 caballos con 10 por 100 de pérdida, es decir, para una velocidad que sea 0,90 de la velocidad síncrona, y como generador síncrono con una velocidad de 10 por 100 por encima del sincronismo, es decir, que sea 110/100 de la velocidad síncrona, podrá suministrar

$$\frac{110}{90} \times 10 = 12,2 \text{ caballos.}$$

Las pérdidas en la máquina serán las mismas y siendo mayor la potencia suministrada, el rendimiento será más elevado.

Si el rendimiento como motor de inducción es de 90 por 100, es decir que las pérdidas sean de 10 por 100, estas pérdidas, para un crecimiento de potencia en la relación de  $\frac{110}{90}$  no serán más que de

$$\frac{90}{110} \times 10 = 8,2 \text{ por 100,}$$

y el rendimiento será pues aproximadamente de 91,8 por 100.

Sin embargo, la diferencia es generalmente mucho más reducida, ya que la pérdida posible como motor de inducción es generalmente muy inferior al 10 por 100, pues no pasa del 1 al 2 por 100.

Un empleo del generador de inducción que parece ofrecer grandes ventajas, consiste en el agrupamiento de pequeñas potencias hidráulicas, cuando se distribuye una potencia considerable a lo largo de un curso de agua de gasto medio.

Un cierto número de pequeñas esclusas económicas podrán establecerse sobre los cursos de aguas, en puntos convenientes, y el agua conducida por un canal o un tubo a una turbina en relación con un motor de inducción de 5 a 100 caballos, según la potencia disponible.

Por medio de transformadores elevadores de tensión, todos estos generadores de inducción se unirán

por una línea de transmisión a tensión moderada establecida a lo largo del curso de agua. Para velocidades ligeras de la turbina la potencia podrá sin duda transmitirse por una correa.

En estas pequeñas estaciones generatrices se podrá utilizar un tipo de turbina económico, sin regulador; y no será necesario ningún servicio especial para la estación, salvo una inspección diaria. Ningún accidente desagradable es de temer si la correa saltara desbragándose; el generador continuará girando inútilmente, funcionando como motor de inducción y la turbina girará a su velocidad de movimiento libre. Si el motor de inducción se quemara o el transformador produjera perturbaciones, la estación quedará fuera de circuito por la combustión de los fusibles. Si se suprimiera la carga, los generadores y las turbinas funcionarían a su velocidad de movimiento libre y esto inútilmente hasta que el retorno de la carga haga descender estas velocidades a un valor igual al del sincronismo que transporta la carga. En una parte del sistema se empleará una máquina síncrona que efectuará el gobierno entero del sistema. Esta máquina se podrá establecer en la estación de mayor potencia hidráulica, donde, como generador, absorberá la potencia de la estación, pero deberá ser más potente que las máquinas usuales, de manera que suministre la corriente magnetizante del sistema entero; o bien la máquina síncrona podrá instalarse en cualquier parte, por ejemplo, en el punto de consumo principal de energía y ser entonces motor o simplemente funcionar a vacío en el sistema. En este último caso, sin embargo, es necesario poseer un método de *demarrage* de la máquina síncrona, puesto que los generadores de inducción no funcionan sino cuando están en relación con la máquina síncrona.

El método de regulación más simple puede consistir en un regulador de velocidad para el motor síncrono que introducirá, más o menos, en el circuito un reostato de agua y que utilizará un exceso de potencia en hacer hervir el agua y mantendrá a la vez, constante, la carga del sistema. Este dispositivo constituye evidentemente un derroche de potencia, pero vuelve económico el funcionamiento y la instalación efectuando la regulación de potencia y haciendo toda vigilancia inútil en las estaciones provistas de generador de inducción. Y como el exceso de agua será perdido probablemente por encima de la esclusa, el inconveniente es en todo caso despreciable.

Si la demanda de potencia es superior a la potencia útil y si la disposición de la corriente de agua lo permite, se podrá disponer por encima de la estación más elevada un pequeño depósito que almacenará agua durante la noche. Se abrirá la puerta por la mañana, bastante antes que empiece el suministro de potencia, para permitir al agua alcanzar la estación inferior.

Con este sistema y con una potencia que no pase de algunas centenas de caballos se podrá utilizar máquinas de inducción de ligera tensión y probablemente 13200 y aún 6600 voltios en la línea colectora de transmisión. Esto permite el empleo de motores y de transformadores corrientes y una distribución directa sin ninguna subestación para disminuir la tensión.



## Moderno dispositivo para evitar las vibraciones originadas por las máquinas

Dado el gran desarrollo de nuestra industria en sus múltiples y variadas aplicaciones, los locales para adaptar la maquinaria casi nunca reúnen las condiciones adecuadas. Las más de las veces los edificios de las fábricas son locales antiguos, casas que han servido para tiendas, adaptadas y construidas mediante artificios poco recomendables a un trabajo que corresponde la estabilidad de la edificación. Otras, aún en el caso de que se edifique un local adecuado para la maquinaria que se va instalar, se elige un sitio céntrico rodeado de habitaciones particulares. En una u otra circunstancia, la estabilidad del local propio o de las construcciones colindantes se ve amenazada por las trepidaciones continuas, además de que el ruido monótono y sordo de las vibraciones mortifica y causa enfermedades nerviosas a los vecinos.

Es público y notorio las constantes quejas y reclamaciones que por esta causa se formulan en grave perjuicio de quienes tienen que reembolsar crecidas indemnizaciones. Esta es la razón que nos mueve a hacer un ligero estudio de las vibraciones originadas por la maquinaria durante su período de actividad y de sus efectos, indicando procedimientos en boga en otros países que dan resultado práctico en la manera de evitarlas.

Dos son los vehículos de propagación de las vibraciones producidas por una máquina: el aire ambiente y el suelo.

En ambos casos, si se cuenta con la homogeneidad absoluta, estas vibraciones se propagan en ondas elásticas, con una velocidad de propagación función de la elasticidad  $e$  y de la densidad  $d$

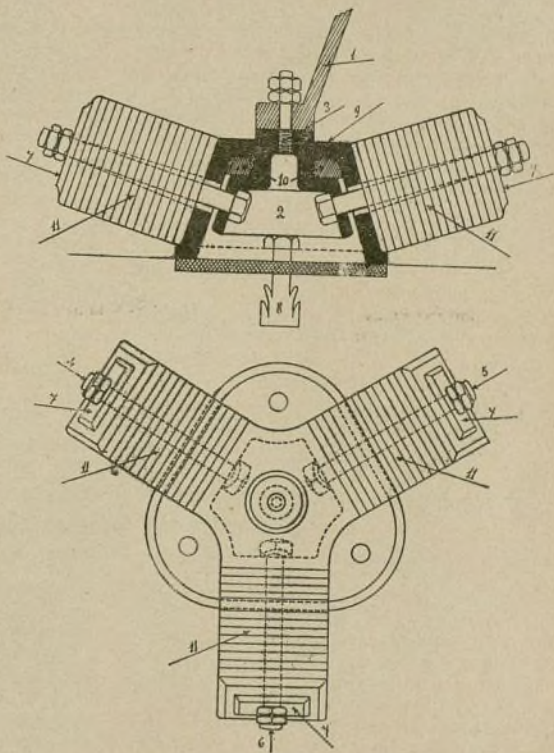
del medio según la fórmula  $V^2 = \frac{e}{d}$ .

En el caso más sencillo estas ondas serán esféricas con centro en el lugar en donde se produce el choque inicial. Mas no es esta la sencillez que se presenta en la práctica, porque tanto en el aire como en el suelo que gravita y sostiene la maquinaria, se presentan espacios con material de naturaleza distinta o superficies reflectoras o absorbentes que modifican de una manera sustancial la dirección de la propagación y su velocidad. Así por ejemplo, para la distribución de tabiques, puertas y ventanas debería tenerse en cuenta, al estudiar la propagación de las vibraciones a través del aire ambiente; la disposición de los cimientos del edificio, la calidad y espesor de las capas de subsuelo y examinar el fenómeno en el propio terreno que sustenta toda la maquinaria.

Los procedimientos indicados para aminorar las vibraciones a través del aire, mediante tabiques dobles,

puertas y ventanas de material que absorba los choques por inercia y otros artificios más complejos son más bien para los arquitectos en construcciones para casas, palacios, chalets, etc., y no nos interesan a los ingenieros puesto que, lo que más compromete la estabilidad de las construcciones es la trepidación a través del piso, de los cimientos de las columnas y de los muros.

Estudiaremos esta segunda fase del problema plan-



Soporte universal «German» para evitar la trepidación de las máquinas.

teado e indicaremos en primer lugar que el subsuelo de Barcelona y sus alrededores se compone generalmente de diferentes capas de arcilla, sílice, tierra y arena-calcareá, alternadas. Es muy frecuente el caso de que las fundaciones de la construcción extiendan su zampado sobre la primera capa de arcilla y que la maquinaria se instale en sólidos bloques de cemento o de piedra, directamente cimentados sobre ella, es decir, para formar un sólido monolito. Esto da por resultado que las vibraciones de la maquinaria se transmitan a través de la arcilla, material plástico, eminentemente hábil para esta transmisión.

Algunas veces se cimenta sobre un piso artificial,



que se comprime y que una vez humedecido queda en las mismas condiciones de la arcilla cimentada: importa, pues, en uno u otro caso, aislar la fundación de la maquinaria de los cimientos del edificio, mediante la interposición de algún material deformable en zanjás que deben cortar en todo su espesor la capa de arcilla y sus componentes.

Los materiales usados para este objeto son: arena seca, serrín de madera, coque pulverizado y serrín de corcho. De estos materiales el que ha dado mejor resultado es el corcho porque dura mucho tiempo sin afectarse por la humedad, conservando siempre sus propiedades elásticas. En seguida se pueden recomendar la arena y el coque mezclado con grava fina.

De cualquier clase que sea el material usado para aislar la maquinaria, es evidente que, con este procedimiento sólo se consigue, y eso en las mejores condiciones, anular las vibraciones transversales y longitudinales, quedando siempre en vigor las verticales, que son sensibles, sobre todo si se trata de maquinaria que muevan verticalmente piezas pesadas. En consecuencia, resulta indispensable recurrir a otros medios para aminorar (casi anular) las vibraciones nocivas que se transmiten por la fundación, recurriendo a aislamientos que sean igualmente eficaces tanto para las vibraciones horizontales como para las verticales: a esto se debe la invención de la adopción del *soporte universal*, preconizado por la «German Society for Suppressing Noise and Vibration».

Este soporte se funda en el principio de la absorción de las vibraciones por medio del roce. Tan pronto

como llegan los choques particulares que se integran en la vibración, al soporte, se transforman allí en rozamientos, dejando la maquinaria completamente aislada del suelo.

En el esquema de la página 91, representa (1) el pie de la máquina que se va a aislar, pie que se fija a la plancha (2) mediante el tornillo (3). Esta plancha (2) está ligada a las barras (4), (5) y (6) que sostienen el peso de la máquina y que permiten nivelarla si es preciso. La tensión de estas barras se transmite por medio de las tuercas respectivas y las placas de presión (7) a un cierto número de rodajas elásticas (de fieltro, cuero o caucho), empiladas, como se indica en el diseño y que descansan sobre un soporte atornillado al piso los tornillos (8). Entre la plancha vibrante (2) y el soporte (9) se coloca un anillo elástico (10) para absorber las vibraciones residuales que se hayan escapado de la acción amortiguante de las rodajas (11).

En nuestro concepto, este *soporte* puede fabricarse en nuestro país, sin necesidad de recurrir al extranjero, dándole la forma que sea adecuada y necesaria en cada caso, que la técnica enseña, pues lo que acabamos de mencionar es tan solo un simple esquema del aparato amortiguador.

De desear es que este moderno dispositivo se implante y se ensaye para la construcción de fábricas y talleres y que nuestros ingenieros se decidan a adoptarlo, pues el problema es de vital interés no solamente en el terreno económico, sino en la duración de la maquinaria.

ANGEL DE ARÁMBURU Y GARCÍA.

## Métodos modernos de aplicación práctica a la industria en general

### Procedimiento para la fabricación del ácido acético y del aldehído acético a partir del aldehído acético

Es sabido que introduciendo acetileno en el ácido sulfúrico más o menos diluido que contenga óxido de mercurio, resulta aldehído acético.

Este procedimiento se ha mejorado en estos últimos años pues presentaba el inconveniente de que, por consecuencia de la presencia del ácido sulfúrico en grandes cantidades, se formaba, a parte de la producción de aldehído acético por condensación, otros productos tales como el aldehído crótónico, etc. y éstos en tales cantidades que el aldehído acético solo se obtenía en muy pequeña cantidad; el mejoramiento afecta esencialmente a la disminución del ácido sulfúrico en pequeña proporción, para evitar por una parte la formación de una condensación del aldehído acético formado y por otra para poder trabajar a temperaturas más elevadas, a fin de que el aldehído acético formado se escinda fácilmente de la sal de mercurio, se destile y se elimine así de la mezcla de reacción en que tiene lugar la condensación.

Se han empleado también otras sales de mercurio. Aunque estos procedimientos hayan aportado una mejora en los métodos hasta aquí conocidos, no han podido, sin embargo, dar técnicamente resultado práctico para la fabricación en gran escala.

En este nuevo procedimiento se ha hallado que la causa esencial reside en el hecho de que se ha introducido el mismo acetileno en el agua que contenía estas sales de mercurio acidulada con más o menos ácido sulfúrico, no poseyendo, por decirlo así, ningún poder disolvente por sí mismo, de suerte que pasa directamente por la solución o suspensión acuosa de la sal de mercurio sin entrar en reacción, a menos que sea tomado directamente por una partícula de la sal de mercurio, lo que sucede tanto más difícilmente cuanto que la sal de mercurio está en suspensión solo en solución. A esta razón se debe también la necesidad de dejar pasar una fuerte corriente de acetileno por las soluciones hasta ahora empleadas pasando una gran parte de este acetileno sin ser atacado, de manera que a menos que no se pierda una parte de este acetileno inatacado, es necesario retenerlo y purificarlo de una manera apropiada.

Hasta el presente, los procedimientos conocidos indican también que es necesario evitar la presencia del aire, que impide la absorción o la disminuye de modo extraordinario. Pero prácticamente esto es muy difícil de ejecutar puesto que el acetileno se encuentra en estado gaseoso y por otra parte implica gastos su-



plementarios elevados. Para evitar estos inconvenientes es preciso emplear un disolvente para el acetileno que retenga por sí mismo una cierta cantidad de acetileno, de suerte que éste tenga tiempo de entrar en reacción antes de su salida.

Como disolvente de esta naturaleza se ha hallado que, entre otros, el ácido acético se presta particularmente a este empleo, además de que tiene un poder disolvente por lo menos seis veces superior, para el acetileno, al del agua o al del agua con ácido sulfúrico. Por otra parte, este producto es tanto más apto para este empleo desde el momento que el mismo pertenece a la familia de los productos que se tratan de obtener por su mediación directa tales como el aldehído acético o indirectamente el mismo ácido acético. Entre otros disolventes pueden citarse la acetona, etc.

Evidentemente es necesario que el ácido acético, como los demás disolventes, contengan desde el principio cierta cantidad de agua, que corresponde, por lo menos molecularmente a la cantidad necesaria para la introducción de cierta cantidad de acetileno. Pero en este caso es preferible introducir agua a medida de la formación del aldehído para conservar de esta manera un ácido acético de un porcentaje muy elevado, en ácido acético. Además el ácido acético posee por sí mismo en un estado más concentrado un poder estimulante para la hidratación del acetileno sin tener el inconveniente de producir una condensación.

Es también muy sabido que casi todas las sales de mercurio son insolubles en el agua, en el sentido que se desocian en una sal básica insoluble en el agua o que son insolubles como sales neutras, de suerte que la sal de mercurio no obra, por decirlo así, sino en estado de suspensión, lo que de nuevo es menos eficaz para la absorción del acetileno.

Precisamente por el empleo del ácido acético como disolvente, algunas sales tales como el nitrato, el acetato, el cloro, etc., se disuelven fácilmente en el ácido acético más o menos concentrado, de suerte que la absorción es muy eficaz. Lo mismo para las sales tales como los sulfatos de mercurio o las sales básicas correspondientes a las sales ácidas que contienen por ejemplo de media a una molécula de más de ácido sulfúrico y aun más, el efecto ventajoso del empleo del ácido acético como disolvente se señala muy sensiblemente por la absorción rápida y eficaz del acetileno, aunque estas últimas sales no suelen ser solubles o muy difícilmente solubles en el ácido acético.

Empleando un exceso de ácido sulfúrico cualquiera, evidentemente se puede acelerar la reacción; sin embargo en el presente caso es preferible no elevar mucho la temperatura, para evitar la formación de los productos de condensación.

Además, se ha hallado que es ventajoso emplear para la introducción del acetileno una temperatura más elevada, que permite destilar el aldehído acético formado a medida de su producción lo que es sobre todo importante si se emplean sales más ligeras tales como el acetato de mercurio o el nitrato de mercurio en los que la descomposición de la combinación metálica no se verifica muy rápidamente en frío.

Basándose en las precedentes investigaciones se ha hallado, además, que en vez de aldehído acético se puede producir directamente ácido acético, efectuando el procedimiento antes expuesto al mismo tiem-

po en presencia de productos oxidantes tales como el super-óxido de hidrógeno más o menos concentrado, pudiendo las sales oxidantes producir oxígeno en presencia del ácido acético, como los perboratos, percarbonatos, permanganatos, bicromatos, ozono, etc., y éstas en proporciones que corresponden a la cantidad que se necesita para la introducción del acetileno. Pero la introducción de estos productos oxidantes puede también efectuarse sucesivamente a medida que se introduce acetileno según una cantidad correspondiente.

Este procedimiento tiene sobre todo importancia si se introduce oxígeno o aire ordinario en presencia o en ausencia de sustancias catalíticas cualesquiera apropiadas, como las sales de cerio, el cerióxido, el óxido de urano, el acetato de cobre, el pentóxido de vanadio, el sexquíóxido de hierro, los manganatos, la esponja de paladio o de platino, etc.

Sin embargo, la presencia de estas sustancias catalíticas no es necesaria, sobre todo si se efectúa en caliente la reacción o bajo presión, aunque también en este caso existe aceleración en su presencia.

En el caso del empleo del oxígeno o del aire ordinario, se regula con preferencia su introducción en concordancia con la introducción del acetileno; así por ejemplo, al introducir aire se introduce al mismo tiempo, con ventaja, cuatro veces más de aire que acetileno expresado en volumen. Pero también se puede proceder de tal manera que se deja que se produzca la reacción de un modo intermitente introduciendo desde luego una cantidad de acetileno y dejándolo pasar solamente después del aire para la oxidación y una vez ésta terminada se deje de nuevo introducir el acetileno y así sucesivamente.

En uno y otro caso, la formación del ácido acético se efectúa de una manera continua y a medida del aumento del volumen del líquido por consecuencia del nacimiento del ácido acético, forzadamente y de un modo automático sale una parte de ácido acético pues el tamaño limitado del recipiente o vasos empleados pone por sí mismo un término a la acumulación continua, sin descarga, de una parte del ácido.

Se debe decir también que en el presente procedimiento, sobre todo empleando sales de mercurio solubles en el ácido acético, no hay necesidad de una agitación mecánica que es necesaria en todos los procedimientos hasta ahora conocidos.

Esto tiene gran importancia debido a que en los procedimientos antiguos la formación del aldehído acético y la introducción del acetileno se verificaba relativamente de modo muy lento, de suerte que una agitación continua para una reacción al efectuarse muy lentamente aumentaba mucho el precio de coste sobre todo teniendo en consideración que la fabricación del ácido acético económicamente no permite, desde el punto de vista del precio de venta, elevar sensiblemente el precio de coste en relación al producto concurrente que sirve como primera materia, es decir, el acetato de cal.

Pero, lo mismo en el caso del empleo de sales difícilmente solubles o insolubles en el ácido acético (tales como las sales del sulfato de mercurio) no hay necesidad de una agitación, puesto que, por una parte, se puede efectuar la reacción por ebullición y por otra parte el acetileno es suficientemente soluble en el ácido



acético para permitir una reacción eficaz, aunque en los dos últimos casos es preferible emplear una sal fácilmente soluble en el ácido acético.

Sin embargo, se ha hallado que la formación directa del ácido acético, por medio de aire u oxígeno puede efectuarse también en suspensión, empleando los procedimientos hasta ahora conocidos para la formación del aldehído acético, sea con el sulfato de mercurio neutro o básico o semiácido o ácido, sea con el sulfato de mercurio que contenga mucho más ácido sulfúrico u otras sales en suspensión, introduciendo en la forma descrita aire u oxígeno según las proporciones que se necesiten para la cantidad empleada de acetileno, sobre todo en presencia de sustancias catalíticas tales como el ceróxido u otras sales de cerio u otras sustancias de las que ya hemos enumerado.

Por otra parte se ha hallado que se puede reemplazar la sal de mercurio por otras sales que produzcan efectos análogos a los del mercurio, pudiendo formar una combinación con el acetileno que calentándolo o enfriándolo se descomponga de nuevo reformando la sal de partida y el aldehído o el ácido acético.

Este procedimiento que exponemos tiene también la ventaja de que sobre todo en el caso de la fabricación directa del ácido acético, empleando productos oxidantes, aire u oxígeno en presencia o en ausencia de productos catalíticos, no se forma mercurio metálico por reducción como consecuencia de la reacción, de manera que la sal de mercurio puede emplearse de un modo continuo.

*Ejemplo 1.*—En una mezcla de 400 partes de ácido acético glacial y de 100 partes de agua que contenga 50 partes de nitrato de mercurio o más o menos de este producto o de otras sales de mercurio, se introducen muy rápidamente 130 partes de acetileno o bien se deja subir la temperatura de éstas hasta unos 60 a 100°. A medida que se introduce el aldehído acético formado se destila y se purifica por los métodos conocidos.

Operando en frío o empleando un buen refrigerante se puede dejar el aldehído formado en la solución acética.

La cantidad de agua empleada en el presente ejemplo puede también adicionarse gradualmente a medida que se introduce el acetileno y continuando de esta manera introduciendo sucesivamente otras cantidades

de agua, se puede producir aldehído de una manera continua, proporcionando la adición correspondiente de agua a la cantidad de acetileno gradualmente introducido.

*Ejemplo 2.*—En una mezcla de 400 partes de ácido acético glacial y de 100 partes de agua que contenga 50 partes de nitrato de mercurio o más o menos de este producto o de otras sales de mercurio, y en presencia de 10 partes de óxido de cerio o más o menos de este último producto o de otros derivados de cerio se introduce a una temperatura de unos 50° a 100°, 130 partes de acetileno y al mismo tiempo unos 80 a 100 gramos de oxígeno sea bajo forma de oxígeno, sea bajo forma de aire. En este último caso, precisa regular la introducción del aire de manera que al mismo tiempo que el acetileno entren cuatro o más veces de aire.

A medida del desarrollo de la reacción el volumen aumenta a la par que la formación del ácido acético, de suerte que empezando con una cantidad determinada de ácido acético, se pueden fabricar cantidades ulteriores de una manera continua, efectuando automáticamente la extracción de la cantidad de ácido acético formado por el aparato empleado, haciendo volver el residuo de la destilación, realizada aparte, de la parte obtenida por extracción, de una manera apropiada, del aparato de reacción.

También la reacción provocada por la introducción del acetileno y del aire puede ser detenida en el momento que se quiera, para destilar una parte del ácido y para volver a empezar solo después de la introducción del acetileno y del aire. Esta reacción puede también efectuarse sin sustancias catalíticas, sobre todo operando en caliente o efectuando la reacción bajo presión. Pero en todo caso, la presencia de las sustancias catalíticas es la causa de una aceleración. En vez del oxígeno del aire se pueden emplear directamente sustancias oxigenadas conocidas tales como los permanganatos, el superóxido de hidrógeno, los hipocloritos, el ácido crómico, el ácido nítrico, etc., o sales que en presencia del ácido acético, desarrollan su efecto oxidante, como los perboratos, los percarbonatos, los persulfatos, o se puede también efectuar una oxidación electrolítica. En todos los casos, el empleo del aire ordinario es el mejor camino y merece la preferencia.

## Lámparas de filamento de tungsteno de gran duración

Es sabido que en una lámpara ordinaria de tungsteno, la resistencia del filamento aumenta gradualmente lo que hace descender la temperatura y que la lámpara se ennegrece progresivamente bajo la influencia de un depósito negro de vapor de tungsteno. Estos dos efectos contribuyen a disminuir el rendimiento y la potencia luminosa de la lámpara. Hasta aquí, para aumentar la duración de la lámpara bajo un rendimiento determinado, se disponían en la ampolla diversos compuestos halógenos sólidos que poseen una débil tensión de vapor, como el yoduro de potasio, de manera que la incandescencia del filamento determine la producción de una atmósfera químicamente activa sobre el metal del filamento.

M. Roy Winne ha descubierto que la vida útil de una lámpara puede todavía prolongarse colocando en la ampolla además un compuesto regenerador, una cantidad muy pequeña de un gas, preferentemente, ázoe. La

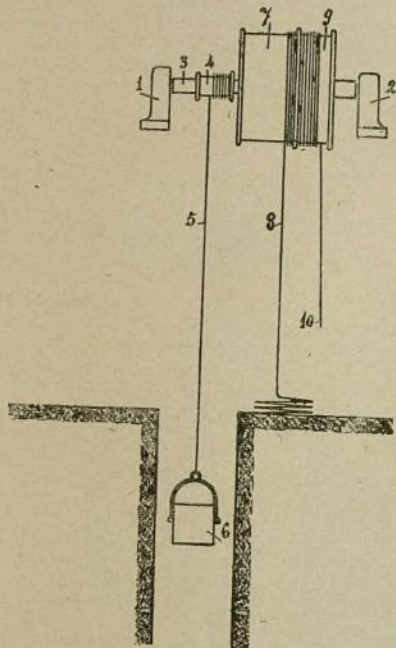
presión de la atmósfera gaseosa debe ser inferior a 100 micrones y la pérdida comprendida ordinariamente entre 10 y 50 micrones (o de 0,010 a 0,050 mm. de mercurio). El ejemplo siguiente demuestra la influencia del nuevo modo de llenar la lámpara sobre su duración: una lámpara de 125 voltios, 100 vatios, con filamento de tungsteno estirado, se guarneció de un pequeño trozo de cloruro de talio y de potasio dispuesto de la misma manera que en una lámpara a vacío. Después de haber hecho el vacío, se dejó entrar el ázoe seco de manera que formara una atmósfera de unos 25 micrones (0,025 mm.) de presión. La lámpara funcionó con un consumo específico de 0,95 vatios por bujía. Después de 1.900 horas, la potencia luminosa solo decayó en un 4 por 100 de su valor primitivo. Sin ázoe, el rendimiento de una lámpara de este tipo, conteniendo cloruro de talio y de potasio, bajó en un 20 por 100, en 1.000 a 1.200 horas.



## ULTIMAS INVENCIONES

### Máquina para elevar pesos

Esta invención, debida a don José Vilar Masferrer, consiste en una nueva disposición para elevar pesos. El aparato consta de dos soportes resistentes (1) y (2) que sirven de apoyo a un árbol (3) que lleva un cilindro enrollador o tambor de elevación (4) y otro mayor que hace de motor (7) y otro igual que éste de retroceso



(9). La cuerda o cadena, de la cual pende el peso (6) que se desea elevar, se enrolla en el tambor (4).

El tambor (7) se enrolla en sentido inverso de la cadena de elevación (8), cuyo extremo descansa constantemente en el suelo o en un punto fijo. El diámetro del tambor de elevación (4) y el motor (7), han de estar relacionados entre sí y con el peso que se ha de elevar y el peso de la rama colgante de la cadena (8), de modo que el trabajo de ésta venza la resistencia que opone la elevación del peso.

En estas condiciones, el peso motor o sea el peso de la rama colgante de la cadena (8), será siempre el mismo cualquiera que sea la posición del peso (6) que se ha de elevar, y por lo tanto éste se podrá elevar hasta que llegue a tocar al tambor (4), dependiendo en consecuencia la altura de elevación de la altura a que se ha colocado la máquina.

En el tambor (9) se enrolla una cuerda o cadena (10) dispuesta para producir el retroceso de la máquina a la posición primitiva, o sea para volver a enrollar la cadena (8) que se había desenrollado durante la elevación del peso.

Para hacer funcionar el aparato se tira por la cadena o cuerda (10) para que baje el extremo de la cadena o cuerda (5) hasta enganchar el peso (6). Abandonando entonces la cadena (10), actúa el peso motor de la rama colgante de la cadena (8) elevando el peso (6) a la altura conveniente, inferior a la altura del árbol (3).

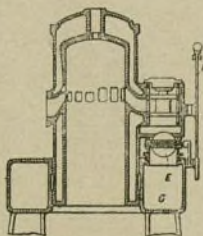
Este aparato es muy útil y aplicable a la elevación de agua y de toda clase de pesos y no dudamos que se generalizará y será adoptado para usos industriales, agrícolas, etc.

### Mejoras en los motores de combustión interna de dos tiempos

Son aplicables a los tipos de motores en los que el calor desarrollado por la compresión sirve parcial o totalmente para producir la ignición del combustible inyectado alrededor de la posición central muerta inferior o superior. En la operación de los motores de combustión interna de dos ciclos, los gases de escape son positivamente expelidos al exterior del cilindro motor por el aire bajo la acción de una presión moderada el cual se descarga por una bomba que funciona independientemente del motor y que sirve para cargar el cilindro motor con el aire necesario para la combustión en la embolada de trabajo siguiente.

El principal objeto del nuevo dispositivo es conseguir que estos motores puedan funcionar bajo la acción del combustible y de la ignición después de un corto período de moverse por la acción de una fuerza exterior auxiliar, como por ejemplo por la acción de aire comprimido o por un motor eléctrico, de suerte que no necesitarán sino un mínimo número de revoluciones preliminares para ponerse en marcha bajo su propia acción.

Por este sistema se logra que al pararse el motor o en el caso de un funcionamiento lento, el aire de reno-



vación es admitido solo en el cilindro o cilindros dentro de los que el combustible se inyecta primero, de suerte que en estos cilindros penetrará una cantidad de aire de ventilación mucho mayor que la normal, la presión de éste más elevada así como la presión a que la compresión produce la marcha, la temperatura de la compresión final y la presión excederán de la normal para la velocidad dada y de aquí que las condiciones serán tales que aseguren la ignición del combustible inyec-



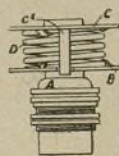
tado para permitir al motor funcionar bajo la acción del combustible.

En la figura, E representa una válvula de cuello colocada en el tubo que pone en comunicación el depósito del aire de ventilación con el cilindro. El eje de la válvula de cuello se conecta con una palanca de mano L. En un motor de seis cilindros, tres de ellos (primero, segundo y tercero de la serie), se disponen con válvulas de cuello y palancas de mano como las descritas, representadas en la figura. Normalmente estas válvulas E están abiertas. Sobre la marcha, inmediatamente que el motor ha alcanzado el número requerido de revoluciones cuando funciona bajo la acción de una fuente exterior de energía, la válvulas E se abre de manera que todo el aire de ventilación se descarga por la bomba exterior a los cilindros cuarto, quinto y sexto y entonces el combustible es admitido en estos cilindros. La presión de la compresión adicional que se obtiene en estos cilindros debida a la alimentación supernormal de aire de ventilación, es suficiente para causar la ignición del combustible, de manera que bajo la acción de éste, el motor funciona con tres cilindros. Cuando el número de revoluciones ha aumentado se abren las válvulas E siendo admitido el combustible en los cilindros primero, segundo y tercero, abriéndose la válvula E. El motor entonces funcionará con tres cilindros bajo la acción del combustible.

Si se desea que los motores funcionen durante un periodo relativamente considerable a potencia reducida se corta la alimentación del combustible de los cilindros primero, segundo y tercero, abriéndose la válvula E. El motor entonces funcionará con tres cilindros bajo la acción del combustible.

### Nuevo soporte para lámparas eléctricas

El nuevo soporte que vamos a dar a conocer es aplicable a las lámparas de filamento que están dotadas de muelles para absorber o neutralizar los efectos de los choques o vibraciones. Conforme a la nueva disposición, este tipo de lámpara se construye en dos partes entre las que se coloca el muelle que consta de dos



placas, una fija y otra que forma cuerpo con la lámpara.

En la figura, A representa el culote de la lámpara, en el extremo superior del cual se asegura una placa B que tiene una abertura central. Una segunda placa C que es semejante a la placa anterior B, está provista de una rosca central para atornillarla en un tubo, brazo de lámpara o cualquier otra clase de soporte. Entre estas dos palancas B y C se coloca un muelle D espiral, compresible, asegurando convenientemente sus extremos en las placas B y C, respectivamente. Así, cuando este dispositivo se asegura en su posición

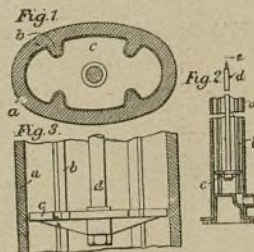
debida atornillando la placa C al tubo o soporte cualquiera, la lámpara colgará suspendida del muelle D y cualquier choque o vibración que reciba la placa C, será absorbida por este muelle.

Los esfuerzos ejercidos sobre el soporte por choques o vibraciones en sentido de torsión del muelle o giratorio de la bombilla, se neutralizan privando su transmisión a ésta por medio de unas tiras metálicas c<sup>2</sup>, unidas por uno de sus extremos a una cualquiera de las placas, por ejemplo, como en la figura, a la placa C y teniendo libres los otros extremos pero jugando dentro de unas muescas practicadas en el canto de la otra placa, por ejemplo la placa B, un poco más ancha que las tiras, para dar lugar al desplazamiento de todo el cuerpo superior sobre la flexibilidad del muelle que absorbe el movimiento sin dejar que se transmita al cuerpo inferior de que forma parte la lámpara propiamente dicha.

### Retortas

Se trata de una nueva retorta para mineral de hierro espático en la que se opera alternativamente reduciendo los gases y el vapor por la producción de hidrógeno.

Las paredes a de la retorta están provistas de proyecciones b interiores que se extienden en la longitud total de cada retorta previniéndose en este nuevo



modelo los medios de evitar la irrupción del mineral en pequeños fragmentos durante las operaciones de carga. Dichos medios consisten principalmente en una plataforma móvil o platina C sobre la cual se detiene el mineral. Esta platina está perforada. En las figuras 2 y 3 la placa c está montada sobre un eje d que se eleva por dentro de la retorta. Este eje puede pasar por la platina ordinaria o puerta en el vértice de la retorta (no representada en la figura) o puede ser soportado por los muros laterales de la retorta mediante una barra cruzada sujeta cerca del extremo superior de la retorta y durante las operaciones en relación con una cadena o en e como se indica en la figura 2, o con las poleas de elevar las retortas, cuya cadena puede pasar por una rueda que se acciona para elevar el eje d y con él la placa c de la base.

Operando y cuando la retorta requiere ser cargada, se eleva la placa c hasta una posición bastante alta, de manera que al ser traspalado el mineral a la retorta, la primera cantidad del mismo tiene solo un pequeño espacio para caer en la placa perforada c. Las proyecciones b obran como guías de la placa c.



## Los problemas de la estructura del átomo

Las dolorosas circunstancias por que hoy puede decirse atraviesa la Tierra, la humanidad toda, no pesan bastante sobre el genio para abatir sus alas en vuelo hacia el oriente luminoso de la verdad y remontándose siempre sobre la pesadumbre de la vida, investiga, indaga, con impasibilidad sublime, atravesando horizonte tras horizonte, los universos átomos que componen el infinito secreto de todo.

De átomos precisamente vamos a hablar, de las más recientes investigaciones sobre la estructura de este como cristalizado reflejo del Universo entero, del Infinito macrocósmico en el Infinito microcósmico; de las diferencias de la estructura atómica característica de los elementos distintos y del mecanismo por el que un átomo se une a otro para formar una molécula, sea de un elemento o de un compuesto químico.

Creemos hallarnos en terreno firme suponiendo que todo el edificio del átomo descansa en el electrón o que por lo menos dirige su construcción. El electrón es una pequeña partícula cuya masa constituye solamente una mínima fracción de la del átomo de hidrógeno que conduce una carga invariable de electricidad negativa. Se ha demostrado repetidas veces cómo pueden estos electrones ponerse en libertad mediante la intervención de diversos agentes. Ciertas sustancias sometidas a la acción de la luz ultravioleta o a la de los rayos Röntgen, emiten chorros o corrientes de estas partículas electrizadas, cuya naturaleza no depende en ningún sentido del carácter del agente empleado o de la materia por la que son emitidas las partículas. Así, pues, estamos en terreno muy sólido al suponer que estos electrones forman parte y probablemente una parte muy esencial de la estructura de cada átomo. Es natural que probemos y veamos si no podemos ir más lejos.

Indudablemente cada átomo posee electrones, ¿pero cuántos? ¿Qué podemos nosotros idear para determinar por un medio el número de electrones que contiene un átomo particular cualquiera? ¿Cómo varía este número cuando pasamos del átomo de hidrógeno a los átomos pesados como los del oro o el platino?

Este problema es uno de esos que para resolverlos no se pueden afrontar atacándolos directamente.

Entre los *restos olvidados* en un tubo vacío por el que hubiera pasado una descarga eléctrica, podríamos probar de extraer algunos átomos de los cuales se hubieran desprendido los electrones que poseyeran

y de cierto que hallaríamos que los átomos contenidos en estos tubos habrían perdido electrones. En los análisis de rayos positivos, se han hallado gran número de átomos que han perdido uno o dos electrones. Esta pérdida es mayor en el caso del mercurio, algunos de cuyos rayos positivos han demostrado los análisis haber perdido hasta siete electrones.

No existe, sin embargo, ninguna razón para creer que con el análisis de los rayos positivos hayamos agotado la provisión de electrones de los átomos, extrayéndoles todos los que poseen.

Es necesario esforzarse en idear algún otro medio, nuevos métodos que nos facilite formar una apreciación exacta del número total de electrones de un átomo.

El método más sencillo y expuesto al menor número de incertidumbres, consiste en medir el efecto de las limitadas pequeñas ondas producidas por un electrón colocado en la trayectoria de una onda eléctrica. Una onda eléctrica está constituida por fuerzas eléctricas que se propagan hacia fuera y que cambian en su dirección con una rapidez que depende del carácter de la onda.

Supongamos un electrón colocado en el camino de una onda de esta clase y que la fuerza de la onda esté representada por la línea vertical BC de la figura 1 y la dirección de la propagación por la línea AB. En este caso, un electrón situado en B será transportado en la dirección BC y como la dirección de esta fuerza cambia, cambiará también el movimiento del electrón, el cual se moverá así de arriba a bajo. Por este movimiento se convertirá por sí mismo en un generador de pequeñas ondas eléctricas como todos los demás elec-

trones envueltos por la onda eléctrica. Cada uno de éstos, de hecho, engendrará, *por sí mismo*, pequeñas ondas. Si entonces podemos determinar el número de estas pequeñas ondas producidas al caer los electrones de un átomo bajo la acción de una onda eléctrica, este número será igual al de los electrones contenidos en aquel átomo.

Cuando la luz da sobre un espejo al desviarse en el reflejo parte de nuevo en una dirección perfectamente definida. Esto es debido al hecho de que todas las dimensiones del espejo son grandes comparadas con la longitud de la onda de la luz ordinaria. Si se expone, sin embargo, un tal espejo a las ondas empleadas en la telegrafía sin hilos, las cuales tienen una longitud de algunos centenares de metros, no actuará por completo como un espejo, no mostrando aquella *reflexión regu-*

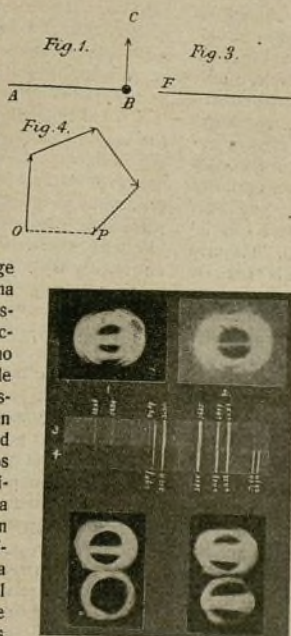


Fig. 2.



lar que se observa cuando la radiación que sobre él incide es de corta longitud de onda. El fenómeno observado cuando el obstáculo es pequeño comparado con la longitud de onda es, de hecho, mucho más complicado que en el caso contrario.

Para ilustrar por analogía la distinción entre el *desparramamiento* de la luz y su *reflexión regular*, puede verificarse el experimento del profesor Thomson de Londres, produciendo una serie de ondas en una artesa de agua muy iluminada y concentrada sobre ella toda la luz por medio de una pantalla. Colocando una barra larga de madera en el curso de estas ondas se observa que éstas rebasan el obstáculo en líneas regulares reflejándose en el mismo sentido. Reemplazando la barra por un pequeño flotador, de corcho, por ejemplo, el efecto que se produce tiene un carácter distinto. La onda principal vence y pasa el obstáculo, mientras la última se perturba encrespándose y dividiéndose en unas cuantas pequeñas ondas que se propagan radialmente en todas las direcciones, formando las crestas y las depresiones, círculos alrededor del pequeño obstáculo como centro. En el caso óptico correspondiente la luz, como hemos dicho, se *desparrama* cuando es reflejada por objetos pequeños comparados con la longitud de onda. Las propiedades de las pequeñas ondas que entonces se propagan han sido estudiadas primero por Lord Rayleigh, el cual ha demostrado que la luz desparramada por semejantes partículas será más intensa que la más corta en longitud de onda, de manera que la luz azul se desparramará más que la luz roja. De aquí que, si se obliga a la luz blanca a proyectarse sobre pequeñas partículas, la luz esparcida será más azul que roja, habiendo Rayleigh sugerido que el azul de la atmósfera está en concordancia con la hipótesis de ser atribuido a este desparramamiento de la luz por numerosas pequeñas partículas de polvo suspendido en el aire. Creemos, no obstante, que la luz esparcida por la multitud de moléculas del aire puede ser suficientemente intensa para explicar el azul del cielo.

El profesor Strutt (hijo de Lord Rayleigh) ha dejado recientemente en algunos experimentos muy interesantes confirmada la conclusión de que las moléculas del aire son capaces de esparcer la luz. En la actualidad se ha fotografiado la luz reflejada por las moléculas del aire del que se ha extraído completamente todo rastro de polvo. En la figura 2 reproducimos algunas de las fotografías obtenidas por el profesor Strutt en sus experimentos. En la representada en el ángulo superior del lado izquierdo de la figura, un haz de rayos de luz atraviesa una ampollita que contiene aire completamente libre de polvo. El círculo muestra la luz reflejada por las paredes de la ampollita la cual no desparrama la luz pudiendo verse claramente el haz de rayos al través del tubo, de suerte que se ha desparramado bastante luz para afectar la placa fotográfica, por las moléculas del aire. La fotografía de la izquierda está tomada mediante una pantalla transparente para los rayos ultravioleta.

En el ángulo superior del lado derecho de la figura se reproduce otra fotografía tomada ahora a través de una pantalla amarilla. En este caso, aunque el anillo exterior debido a la luz reflejada por las paredes de la ampollita es tan marcado como siempre, prácticamente ha desaparecido toda señal de luz esparcida por las moléculas del aire.

Las dos fotografías constituyen una notable ilustración del hecho de que la intensidad de la luz esparcida por pequeñas partículas aumenta con gran rapidez al disminuir la longitud de onda. El desparramamiento de los rayos ultravioleta es muy intenso mientras el de los rayos amarillos es difícilmente apreciable.

Lo mismo se demuestra con los dos espectros producidos en el centro de la figura. El superior es el espectro de la luz esparcida y el inferior el de la luz incidente, suministrada por una lámpara de mercurio de la que la fotografía representa el espectro normal. Las líneas intensas en el amarillo de la luz incidente son invisibles en el espectro de la luz desparramada y el último muestra líneas en el ultravioleta que son extremadamente débiles en el espectro inferior.

Los dos espectros se han obtenido con muy diferentes exposiciones, de suerte que nos ofrecen datos para comparar puramente la fuerza relativa de las líneas en los dos casos; en todo caso, demuestran muy claramente que el *centro de gravedad* del espectro *desparramado* ha cambiado extraordinariamente con respecto al ultravioleta.

Las del ángulo inferior de la izquierda de la figura, son dos vistas tomadas con un prisma Nicol. La superior se ha obtenido con el prisma en una posición cualquiera, mientras la vista inferior está tomada con el prisma vuelto en ángulo recto. En este caso la luz desparramada está completamente extinguida, lo cual es efecto de haberse polarizado. Esto constituye de hecho una característica distintiva de la luz desparramada.

En cuanto si existe alguna cuestión sobre si la luz está desparramada o bien procede de alguna otra fuente, podemos estar seguros de que, si no está polarizada, no es debido a su desparramamiento. Esta aserción se puede confirmar demostrando que la luz desparramada por las pequeñas partículas que se producen vertiendo en agua una solución de almáciga en alcohol, está mucho más polarizada y repitiendo el experimento de Tyndall en el que las partículas que desparraman la luz se producen por la acción de la misma luz sobre el vapor de nitrato de amilo. Se demuestra también que la luz se desparrama cuando se hace pasar un haz por vapor de yodo.

En el experimento con la almáciga, según Thomson, las partículas relativas, aunque pequeñas comparadas con la longitud de onda de la luz, son grandes comparadas con las moléculas, mientras en el experimento con el vapor de yodo el fenómeno es más complejo puesto que el efecto observado no es debido a la simple reflexión recta de avance por las moléculas.

Los principios demostrados por estos ejemplos pueden aplicarse cuando las partículas son todavía mucho más pequeñas que las moléculas, es decir, los electrones.

Antes debe ser permitido suponer que a los efectos observados, para explicarlos por el desparramamiento de la reflexión, pueden aplicarse ciertas pruebas. La luz desparramada por las moléculas es probado que está polarizada. ¿Está también polarizada la radiación Röntgen esparcida por los electrones? Que esto es así ha sido probado por Barkla conduciéndolos a la conclusión evidente que demuestra que este es el caso con los rayos Röntgen.

Estos rayos son en la actualidad conocidos como ondas eléctricas con una longitud de onda mucho ma-



yor que la de la luz ordinaria y de la cual la fuerza eléctrica cambia por consiguiente la dirección con mucha más rapidez. Las ondas eléctricas son generadas por el movimiento de arriba a bajo de un cuerpo electrizado. La energía de la onda se propaga en todas las direcciones, pero no se revela ningún flujo de energía en una dirección a lo largo de la línea de movimiento de la partícula vibrante. El efecto máximo se observa en una dirección en ángulo recto a esta línea de movimiento, pero como hemos dicho no se revela ninguna onda como viniendo hacia el observador a lo largo del eje del movimiento. Así, si en la figura 3, CE representa la línea de movimiento de un electrón que vibra en la onda eléctrica marchando en la dirección FG, el registro que verificará un detector de onda colocado en H en línea con GE, tendrá un valor cero. Por el contrario, si se coloca en una línea perpendicular al plano del papel, se alcanzará un máximo efecto. Luego si está probado que los efectos de los rayos Röntgen muestran un valor máximo en una dirección y un valor nulo en otra dirección que está en ángulo recto a ésta, constituirá una evidencia que el fenómeno corresponde a una completa polarización de la fuerza eléctrica. En el hecho efectivo la materia no se presenta de una manera tan simple. Nosotros hemos de tratar no con un electrón sino con muchos vibrando en todas las direcciones normales al camino de la onda. Por lo tanto, mientras no se revele en H ningún efecto debido a un electrón que vibre a lo largo de la línea EG, existirá aquí un efecto debido a algunos otros electrones vibrando en ángulo recto al plano del papel. De esto resultará que el efecto observado será constante cuando el detector se coloque en cualquier plano trazado por EG y perpendicular a FG. Si no obstante, el detector se coloca fuera del frente del obstáculo, entonces señalará a lo largo de una línea en ángulo recto al movimiento de todos los electrones en vibración y el efecto será doble que en H.

Así puede hacerse una prueba muy rigurosa para la polarización de las pequeñas ondas generadas por los electrones en un átomo. Barkla ha demostrado que la condición en cuestión se satisface con gran exactitud, obteniéndose una prueba concluyente en favor de la perspectiva que se nos ofreció al examinar los efectos de los rayos Röntgen sobre sustancias apropiadas para las pequeñas ondas producidas por el movimiento de los electrones dentro del átomo.

El problema se traduce entonces en saber cómo se deberá calcular con las mediciones hechas en estas pequeñas ondas el número de electrones contenidos en el átomo o cual será, objeto idéntico, el número de pequeñas ondas puestas en movimiento. La solución de este problema envuelve una aplicación de uno de los más fundamentales principios de física y de aplicación muy general y frecuente. Si solo está en acción un centro el problema es fácil, pero si cualquier electrón está un tanto estable será uno entre una multitud. ¿Cómo se incorporarán las perturbaciones de estos centros separados? ¿se sumarán simplemente o se expresará su resultante por una ley algo más complicada?

Si dos electrones se reúnen a lo largo de la línea de propagación de la onda incidente su efecto resultante dependerá de la longitud de la onda. Si la distancia entre los dos es pequeña comparada con esta longitud de onda, ambos electrones se pondrán en fase de vibración y la amplitud de las pequeñas ondas producidas será la suma de las amplitudes particulares y la energía concentrada será proporcional al cuadrado de la amplitud resultante o cuatro veces mayor que si se hubiese considerado un solo electrón. En un caso como este, no obstante, la energía no será simplemente aditiva sino que el valor resultante habrá aumentado como el cuadrado del número de electrones considerado.

Si, por otra parte, los dos electrones están muy separados, ninguna de las fases más largas de sus vibraciones será idéntica y la amplitud resultante de las pequeñas ondas generadas será, no la suma aritmética de las amplitudes individuales, sino su suma vectorial. Así en la figura 4 la amplitud de cualquier número de pequeñas ondas componentes está representada por la longitud de una línea y la fase por el ángulo que esta línea forma con el eje horizontal. La amplitud resultante está entonces representada por la distancia OP.

La fase de cualquier componente es una mera cuestión de contingencia. Si todas las que se ofrezcan tienen la misma fase, la amplitud resultante será la suma simple de todas las amplitudes componentes, pero si la fase de cada una es una cuestión de contingencia la amplitud resultante podrá tener cualquier valor menos el representado por la suma aritmética.

Lord Rayleigh ha discutido el asunto en un artículo titulado «La resultante de un gran número de vibraciones uniformes de fase arbitraria». Ninguna objeción puede hacerse a este título sea bajo la consideración o desde el punto de vista de la exactitud o de la suficiencia, pero en esencia el problema es ya muy antiguo y conocido por un nombre bastante vulgar, es decir, el «paso del borracho» («Drunk's Walk»). Supongamos, por ejemplo, que a cada 100 metros un caminante se cae y al levantarse se dirige en una nueva y arbitraria dirección. El problema consiste en determinar la distancia que habrá recorrido desde su punto de partida después de un gran número de tentativas. Ahora diferentes caminantes recorren diferentes distancias pero si se hace el experimento se hallará que con 10.000 caminantes, por ejemplo, los resultados reunidos vienen a dar un cierto valor medio igual a la longitud de cada jornada multiplicada por la raíz cuadrada del número de las tentativas. Si suponemos de un metro la longitud de cada jornada, siendo 10.000 las jornadas hechas, la distancia media desde el origen en el que el caminante termina será  $1 \times \sqrt{10.000}$  o sean solo 100 metros.

Este resultado puede servir para ilustrar la posible diferencia de apreciación de un gasto de energía. En un caso, el resultado es proporcional al número de pasos tomados; en otro, solamente a la raíz cuadrada de este número.

A. MENENDEZ CABALLERO, Ingeniero.



## Arenero para locomotoras, sistema Lambert

El personal de tracción en vías férreas sabe lo que es necesario un *arenero* de seguro funcionamiento sobre las locomotoras que conducen, para evitar el patineo de las ruedas motoras, por razón de las cargas

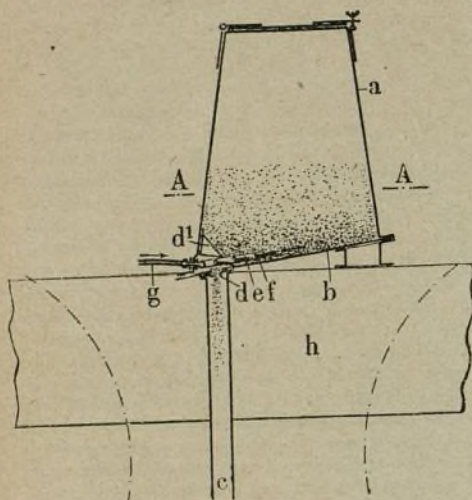


Fig. 1.—Corte vertical.

cada vez mayores que remolcan las modernas locomotoras; por el aumento en la velocidad de los trenes y por la ascensión de las rampas, que obligan a desarrollar esfuerzos de tracción siempre considerables. Ade-

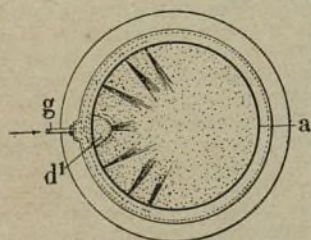


Fig. 2.—Corte horizontal según AA (Fig. 1).

más saben que el arenero debe ser de gasto regulable para evitar toda pérdida de arena, que además de vaciar pronto el depósito donde está contenida, produciría una gran resistencia a la marcha. En locomotoras un poco antiguas el funcionamiento de sus areneros es debido a la gravedad, pues cuando se pronuncia el patineo, el personal de la máquina, por intermedio de una varilla que acciona una charnela, una corredera, etcétera, abre en el fondo del depósito de arena un orificio y la arena por su peso descende por dos tubos adosados al depósito de arena, que la conducen delante y lo más próximo posible al punto de contacto entre las ruedas motoras y los carriles.

El funcionamiento es el mismo cuando el mecanismo del arenero es una rosca de Arquímedes.

Estos sistemas tienen el inconveniente de un gasto siempre elevado y, además, que si la arena está seca y es fina, vacían pronto el depósito de arena, y si a causa de la humedad de la atmósfera o por estar la arena húmeda se introduce en este estado en el depósito que la debe contener, se aglutina, adhiriéndose a las paredes de los tubos hasta llegar a obstruirlos.

Los areneros por vapor o por aire comprimido, tienen tantos inconvenientes como los areneros de mano, bien sea porque la arena no estaba completamente seca, o que no se la haya pasado previamente sobre el tamiz, lo cierto es, que al caer la arena sobre

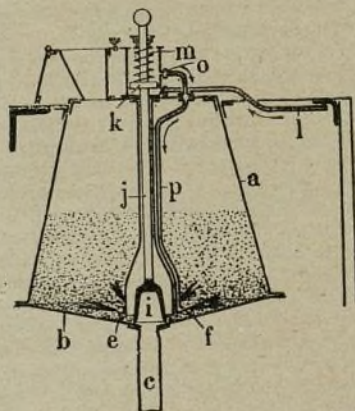


Fig. 3.—Nueva disposición del arenero a una locomotora en construcción.

los carriles con cierta velocidad, se extiende sobre el balastro y en tiempo húmedo se obstruyen los tubos con más facilidad que con los areneros de mano, porque el vapor de agua contenido en la atmósfera se de-

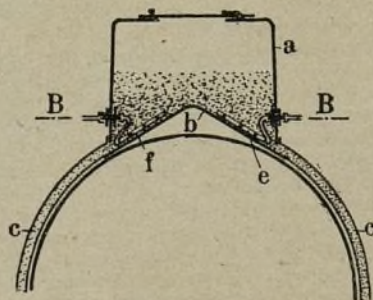


Fig. 4.—Corte vertical.

posita en las paredes de los tubos cuando el aire es aspirado por el eyector. Eran tan grandes los inconvenientes que presentaba el arenero por aire comprimido que en todas las grandes líneas férreas se ha renunciado a su empleo.



Todos los inconvenientes enumerados, están suprimidos en el arenero Lambert. El gasto de arena en

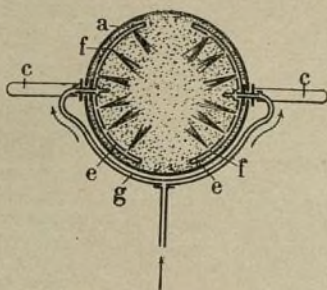


Fig. 5.—Corte horizontal según BB (fig. 4).

este sistema siendo regulable puede limitarse al necesario; uno de los grandes inconvenientes de los demás sistemas de areneros está evitado, pues la arena al caer se fija en seguida en el punto de contacto entre las ruedas y los carriles y de este modo el patineo es evitado al igual que un gasto inútil de arena.

El depósito de arena de la forma representada en la figura 1 está montado sobre la caldera o delante de las ruedas motoras; el tamiz sobre el cual pasa la arena al llenar el depósito tienen sus mallas de 6 a 8 milímetros. Un tubo *e* (figs. 1 y 2) en forma de anillo, con orificios practicados en su generatriz superior, regularmente dispuestos y situado en el fondo del depósito (el cual es inclinado) comunica por medio del tubo *g* con la caldera, en el frontis del hogar un poco más bajo que el nivel mínimo de agua por medio de un robinete a punzón (figs. 8 a 10) al alcance del maquinista.

Abriendo el robinete a punzón el agua de la caldera por la presión que sobre ella ejerce el vapor pasa por el tubo *g* al tubo *e* y saliendo con fuerza por los orificios *f* divide la arena y la arrastra hacia el tubo *c* que la conduce hasta los carriles, en mayor o menor cantidad según se haya abierto más o menos el robinete a punzón. La forma cónica del depósito asegura un arrastre continuo y regular de arena. La cantidad de arena gastada depende del agua inyectada y le es proporcional. El robinete abierto en grande gasta por minuto 8 litros de arena por 5 litros de agua; la arena al ser pisada por las ruedas se adhiere a sus llan-

tas, de manera que después de un arenado más o menos largo se puede cerrar el robinete y abrirlo a intervalos más o menos largos según el grado de humedad de los carriles, al iniciarse de nuevo el patineo al poner en marcha la locomotora, etc.

El tubo *c* es de gran sección, siendo conveniente instalarlos lo más directos posible hasta el punto de utilización para evitar que la arena quede en los tubos y los obstruya.

Es útil el dirigir la arena delante y detrás de las ruedas motoras, para lo cual se montan dos tubos de conducción en dicha posición con el fin de poder ser utilizado el arenero bien en marcha adelante o bien en marcha atrás.

Las figuras 1 y 2 indican la disposición del depósito de arena y accesorios de una locomotora en construcción.

La figura 3 es otra disposición del arenero. El tubo de conducción *c* no funcionando el arenero está obstruido por la campana *i* solidaria al vástago *j* el cual en su extremidad superior lleva un pequeño pistón *k*.

El funcionamiento es de fácil comprensión. Abriendo el robinete a punzón (figs. 8 y 10) el agua de la caldera es enviada a presión por el tubo *l* a la cámara inferior del pistón. La presión del agua venciendo la tensión del resorte hace subir al pis-

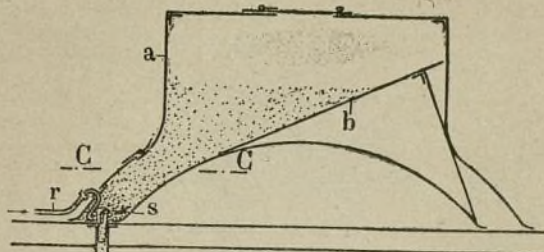


Fig. 6.—Corte vertical.

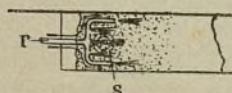


Fig. 7.—Corte horizontal por CC.

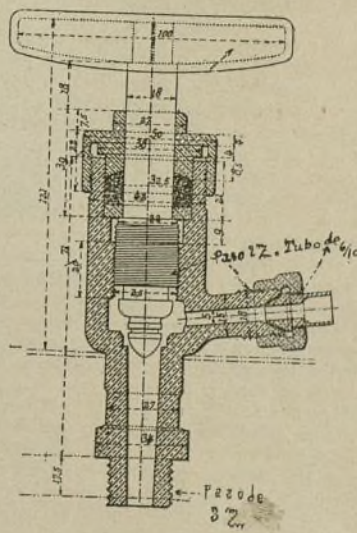


Fig. 8.—Corte horizontal.

tón y éste arrastra a la campana *i* por ser solidarios pistón *k*, vástago *j* y campana *i*. Cuando el agua llega



al nivel del tubo *o* pasa por él y siguiendo la dirección de las flechas (tubo *p*) desemboca en el tubo circular *e* saliendo con fuerza por los orificios *f* diluyendo la arena y ésta por la forma cónica del fondo del depósito, pasa por el tubo *c* al punto de utilización.

Las figuras 4 y 5 son la aplicación del arenero que describimos sobre una locomotora provista de otro sistema de arenero. Es suficiente instalar en el depósito de arena de que la locomotora estaba provista y en su fondo, los tubos *e* e iguales a los descritos anteriormente, hacer llegar agua a presión como hemos explicado antes por los tubos *B*. La arena descende por los tubos *c* a los puntos de utilización.

Las figuras 6 y 7 son la adaptación del arenero descrito a una locomotora cuyos depósitos de arena están

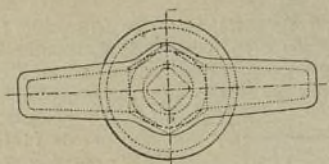


Fig. 9.—Maneta del robinete.

montados sobre los cubre-ruedas. Es suficiente instalar un fondo inclinado *b*; por el tubo *r* llega el agua a presión como hemos explicado antes; para evitar que al funcionar el arenero caiga excesiva cantidad de arena se coloca una pantalla *s* sobre el tubo de conducción *c*.

Las figuras 8 y 10 nos dan la sección y planta del robinete a punzón.

Ensayos oficiales verificados en Francia por la compañía «Caminos de Hierro del Oeste» han demostrado la bondad del sistema. Su funcionamiento y eficacia ha dado positivos resultados aún a las más bajas temperaturas. En los días de lluvia fina o niebla, tan propensos al patineo de las locomotoras provistas de areneros ordinarios, como de sufrimientos para el personal, (prescindiendo de las averías que pueden sufrir los trenes por dicha causa), con este arenero ha sido eficazmente combatido el patineo con un gasto de agua y arena reducido al mínimo con relación a los otros sistemas, que todas las grandes compañías lo instalan sobre sus locomotoras.

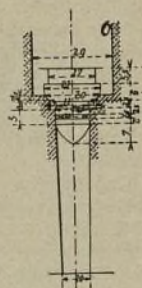


Fig. 10.  
Detalle del punzón.

Sería de desear que dicho sistema se adoptara en las líneas accidentadas de los ferrocarriles españoles, donde para vergüenza de nuestra patria todavía siguen siendo tributarios del extranjero en cuanto al material de tracción.

El arenero sistema Lambert puede ser empleado con todas sus ventajas en los ferrocarriles secundarios y en todas las aplicaciones de la electricidad a la tracción, con modificaciones ya realizadas.

FRANCISCO LACOMBA GARCÍA,  
Perito Agregado al M. y T. de los ferrocarriles de M. Z. A

## Los enlucidos luminosos a base de compuestos radioactivos

En *The General Electric Review*, tratando de las pinturas luminosas, M. W. S. Andrew da informaciones interesantes sobre su composición, su potencia y sobre algunas otras de sus aplicaciones.

Inmediatamente después del descubrimiento del radio, por Curie, en 1898, se comprobó que un cierto número de compuestos minerales fluorescentes y fosforescentes eran sensibles a la radiactividad del nuevo elemento y que sometidos a su acción a una distancia suficientemente pequeña, no siendo necesario el contacto, emitían rayos luminosos. La más sensible de estas sustancias a tal acción, es una variedad de sulfuro de cinc llamada *blenda de Sidot*.

Se sabe que esta luminiscencia radioactiva se puede observar con facilidad en el espintariscopio de Crookes. Este dispositivo comprende una pequeña cámara negra que encierra un disco de cartón recubierto con sulfuro de cinc. Por encima del disco hay un hilito en forma que uno de sus extremos está muy cercano al sulfuro, pero no en contacto, teniendo este mismo extremo del hilo fijada una cantidad microscópica de una sal de radio. Cuando se observa el conjunto al través de una lupa de conveniente potencia, el sulfuro de cinc parece estar en un destello permanente con innumerables pequeñas estrellas en la vecindad del radio. Este notable fenómeno es debido al bombardeo del sulfuro de cinc por los rayos X surgidos del radio.

Mezclando una pequeña cantidad de una sal de radio

con sulfuro de cinc en polvo fino y diluyendo el todo en un adhesivo conveniente se obtiene un enlucido luminoso. Durante mucho tiempo este enlucido fué considerado como una curiosidad científica interesante, pero últimamente se le ha utilizado de diferente manera para hacer visibles en la obscuridad pequeños objetos. Por ejemplo en la actualidad se le emplea mucho en las agujas y esferas de los relojes pudiéndose así leer en ellos la hora en la obscuridad; así mismo en las manillas de los aeroplanos, las brújulas marinas y otros instrumentos, etc. Una de las aplicaciones más recientes y más apropiadas ha sido la recubrición de los botones de los interruptores de luz eléctrica, que sirve extraordinariamente para guiar la mano en la obscuridad hacia el interruptor.

Los enlucidos luminosos radioactivos no deben confundirse con un artículo que ha recorrido el mercado durante algunos años bajo el nombre de enlucido o «Barniz luminoso de Balmain», descubierto hacia 1875 por el profesor Balmain de la Universidad de Londres. El barniz de Balmain es a base de una preparación especial de sulfuro de calcio fosforescente y para hacerse luminoso necesita una excitación previa mediante una fuente intensa. Este barniz absorbe la radiación de esta fuente que restituye en seguida bajo forma de una dulce luminosidad fosforescente que desaparece gradualmente, de suerte que al término de unas cuantas horas, cesa de ser visible hasta una nueva excitación. El barniz



luminoso radiactivo difiere por completo del precedente en que éste encierra en sí mismo su propio excitante, brillando de un modo indefinido, aún conservado en la oscuridad.

Se pregunta con frecuencia cuanto tiempo puede durar la virtualidad luminosa de un tal enlucido. Según investigaciones recientes el período de semi transformación del radio es de 1750 años. En esta hipótesis y a partir de un gramo de radio se vé que la mitad habrá desaparecido en 1750 años dejando medio gramo. Durante el período siguiente de 1750 años desaparece otra nueva mitad de este resto, dejando un residuo de un cuarto de gramo y así sucesivamente. Es así por lo tanto evidente que, prácticamente, la vida del contenido en radio puede considerarse como ilimitada. No sucede así con el sulfuro de cinc cuya calidad está sujeta a variaciones considerables según su pureza y la manera como se prepara. El sulfuro de cinc no parece apropiado más que para la emisión de una cantidad determinada de energía luminosa. Esta cantidad puede libertarse con rapidez bajo forma de intensidad considerable por una fuerte excitación, o lentamente y con una ligera intensidad por una excitación débil. Luego, con una cantidad determinada de cinc la vida útil de un enlucido que suministre una viva claridad será naturalmente más breve que la de un enlucido que tenga una débil luminescencia y la intensidad de ésta dependerá de la parte proporcional de elemento radio mezclado con el sulfuro de cinc.

Esto es comparable a lo que sucede en las lámparas de incandescencia. Se puede asimilar la tensión utilizada en la lámpara a la cantidad de radio y el filamento al sulfuro de cinc. Todos sabemos que si una lámpara de incandescencia funciona bajo una tensión muy inferior a la normal, ésta tendrá duración muy larga y que, inversamente, bajo una tensión muy superior la duración es muy breve. Los resultados son prácticamente análogos a los que se obtienen con los enlucidos

luminosos. La tensión normal para una lámpara de incandescencia, se determina empíricamente por las condiciones en que suministrará una luz suficiente durante un número racional de horas y estas mismas condiciones pueden aplicarse al grado de resplandor de los compuestos luminosos cinc-radio. Si, por ejemplo, un compuesto contiene 100 microgramos de radio por gramo de sulfuro de cinc con una vida o duración útil de veinte años, es lógico esperar que al doblar el contenido de radio, la cantidad de luz emitida será doble pero la duración o vida útil disminuirá en la mitad reduciéndose a diez años.

La intensidad luminosa suficiente para un enlucido radiífero depende muchísimo del empleo a que éste se destine y en particular del área de la superficie luminosa, de suerte que no se puede adoptar ningún patrón determinado de cantidad de luz por unidad de sulfuro. Para las bobinas de los buques de guerra y del ejército el gobierno de los Estados Unidos exige como garantía que el enlucido luminoso conserve la misma luminosidad al cabo de dos años. Es esta una condición relativamente fácil de realizar.

Se sabe que el fenómeno de la radioactividad no está vinculado en el radio. Un producto del torio conocido con el nombre de radio-torio es muy radiactivo, pero posee una vida más corta que la del radio, estando evaluado su período de semitransformación entre 3 y 4 años. El meso-torio, cuya desintegración suministra el radio-torio, es un subproducto de la industria de los manguitos de incandescencia y por consecuencia de su baratura relativa comparada con el radio, en la actualidad se utiliza mucho más, sea solo, sea combinado con el radio, para la preparación de los enlucidos luminosos.

Las opiniones discrepan en cuanto a los méritos respectivos de los enlucidos al radio-torio y al radio solo, pero los dos compuestos hallarán sin duda, en el porvenir, aplicaciones apropiadas.

## Determinación de la fuerza magnética

Cuando se quiere determinar la fuerza magnética de un material destinado las más de las veces a la construcción de máquinas eléctricas se procede generalmente por la práctica imantando un trozo de prueba del material objeto de estudio

Esto se consigue por medio de un carrete de inducción y se determina en varias posiciones el grado de magnetismo  $H$ . B.

El valor de  $H$  se obtiene con la intensidad de la corriente, y el número de vueltas del hilo del carrete por medio de la fórmula

$$H = 0,4 \pi z i : l$$

en la cual el valor de  $l$  es la longitud media de las líneas de fuerza.

Para determinar el valor de  $B$  se puede operar por tres sistemas distintos que por ser los más principales los detallamos a continuación:

a) El carrete de magnetismo se coloca con la barra del hierro o material de prueba en la dirección de Este a Oeste y en la continuación de su eje se dispone una aguja magnética del modo como queda indicado en

la figura 1. La aguja imantada es desviada por la influencia del magnetismo de la barra en un ángulo  $\alpha$ .

La intensidad del magnetismo es entonces

$$J = r^3 H e \left(1 - \frac{1}{2} \frac{L^2}{r^2}\right) \operatorname{tg} \alpha : 2 q L$$

en cuya fórmula  $r$  es la distancia de la aguja al centro de la barra;  $L$  la longitud de ésta;  $q$  la sección del carrete.

Cuando la lectura de la desviación se efectúa por medio de espejo, puede hacerse uso de la fórmula

$$\operatorname{tg} \alpha = n : 2 A$$

substituyéndola y obteniendo entonces:

$$J = r^3 H e \left(1 - \frac{1}{2} \frac{L^2}{r^2}\right) n : 4 q L A$$

Una vez medida la corriente  $i$  se obtiene el valor de  $H$  con la fórmula

$$H = 0,4 \pi z i : l$$

La inducción entonces será:

$$B = H + 4 \pi J.$$



Como quiera que en el hierro puede despreciarse su resistencia magnética, se sustituye el valor de  $L$  por la longitud del carrete. Sin embargo, esto solamente puede verificarse cuando la longitud de la barra de hierro sea muy grande en comparación a su diámetro.

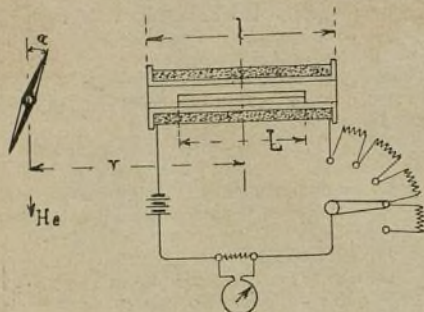


Fig. 1.

b) Otro sistema es el siguiente: se emplea para el mismo el galvanómetro balístico. Para evitar la dificultad que existe para determinar el valor de  $l$  se construye un anillo del material que desea comprobarse. En este anillo se enrolla el carrete de magnetismo por una cantidad de vueltas de hilo que denominaremos  $z$  y el carrete de inducción con otra cantidad de vueltas de hilo que denominaremos  $\xi$ . (Esta disposición podemos apreciarla en la figura 2).

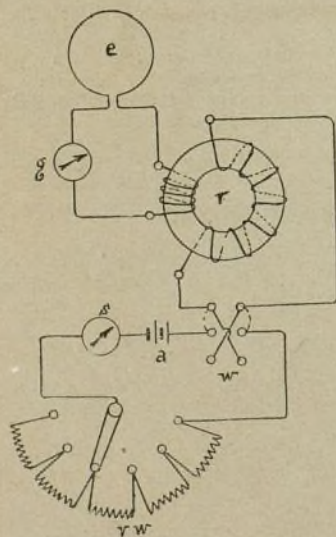


Fig. 2.

Como quiera que este anillo no puede salirse de los carretes, se dirige la corriente de tal suerte que la cantidad de líneas de fuerza varíe constantemente desde  $+\Phi$  hasta  $-\Phi$ ; esto es, un valor igual a  $2\Phi$ .

La fórmula toma entonces el aspecto siguiente:

$$\frac{\xi 2 \Phi}{\xi_0 2 F H_e} = \frac{n}{n_0}$$

de la cual se deduce:

$$\Phi = \frac{\xi_0 F H_e}{\xi n_0} \times n$$

Si suponemos que  $q$  es la sección del anillo, la inducción será:

$$B = \frac{\Phi}{q} = \frac{\xi_0 F H_e}{\xi n_0 q} \times n$$

En la fórmula:

$$H = 0,4 \pi z i : l$$

debe substituirse  $l$  por el valor que representa el desarrollo medio del anillo.

c) Puede también obtenerse resultados satisfactorios por medio del siguiente sistema, el cual se adapta perfectamente para investigar la fuerza de atracción de los electroimanes, por cuyo motivo es muy interesante su conocimiento en la práctica.

La fuerza con la cual un electroimán atrae o sujeta a una pieza metálica o núcleo de hierro es:

$$P = B^2 q : 8 \pi \times 981000 \text{ kgs.}$$

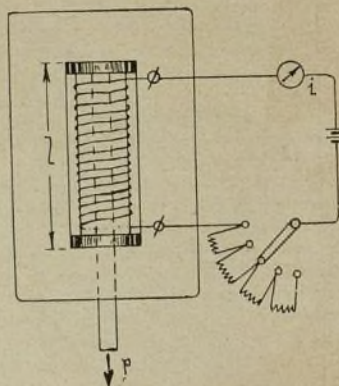


Fig. 3.

Si la fuerza  $P$  se mide por la separación del núcleo, puede calcularse de ella el valor de  $B$ .

Se obtiene entonces:

$$P = \sim 5000 \sqrt{\frac{P}{q}}$$

en cuya fórmula la fuerza está representada por la letra  $P$ .

Para obtener una medición exacta de ésta y también de  $l$  se ha ideado el aparato que representa la figura 3. La barra de prueba se introduce en el carrete magnético atravesando el marco de hierro de suerte tal que esta barra descansa en el interior del marco y es atraída en él.

Se sujeta la barra a un muelle de báscula hasta que se separa y se lee en la escala graduada la fuerza  $P$  la cual se obtiene midiendo la corriente  $i$  por medio de un amperímetro conectado en la forma que indica la figura 3.

Si se quiere también tener en cuenta la influencia misma del carrete, se emplea la siguiente fórmula:

$$P = 5000 \sqrt{\frac{P}{q + H}}$$

en la cual  $q$  es la sección de la barra.



# Caldera marina tipo

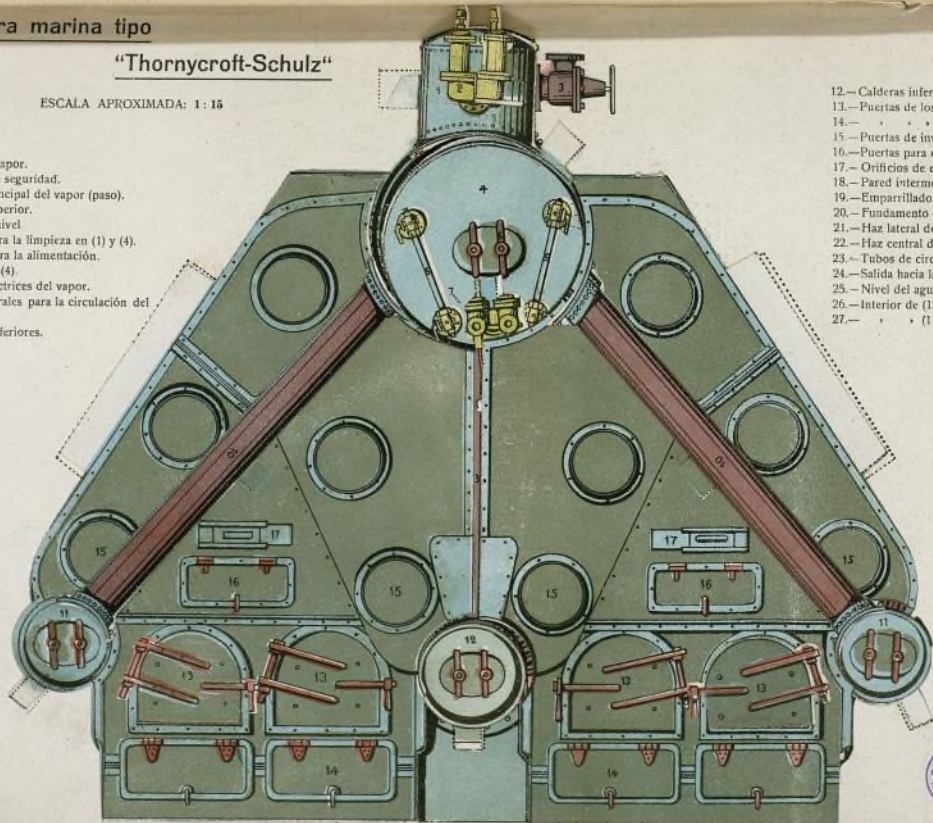
N.º 76.

## "Thornycroft-Schulz"

ESCALA APROXIMADA: 1 : 15

- 1.—Torre del vapor.
- 2.—Válvulas de seguridad.
- 3.—Válvula principal del vapor (paso).
- 4.—Cadena superior.
- 5.—Tubos de nivel
- 6.—Orificio para la limpieza en (1) y (4).
- 7.—Válvulas para la alimentación.
- 8.—Interior de (4).
- 9.—Placas directrices del vapor.
- 10.—Tubos laterales para la circulación del agua.
- 11.—Calderas inferiores.

- 12.—Calderas inferiores central.
- 13.—Puertas de los hogares.
- 14.—" " " depósitos de cenizas.
- 15.—Puertas para entrada de aire.
- 16.—Orificios de examen al hogar.
- 17.—Pared intermedia (anterior).
- 18.—Emparrillado.
- 19.—Fundamento de (19).
- 20.—Haz lateral de tubos de calefacción.
- 21.—Haz central de tubos de calefacción.
- 22.—Tubos de circulación central.
- 23.—Salida hacia las chimeneas.
- 24.—Nivel del agua.
- 25.—Interior de (12).
- 26.—" " " (11).









En la fórmula:

$$H = 0,4 \pi z i : l$$

debe substituirse por  $l$  el valor que corresponda a la

distancia de las dos superficies interiores del marco de hierro puesto que la resistencia magnética de este marco puede ser despreciada por ser poca.

SANTIAGO ANDREU, Ingeniero.

## Caldera marina Thornycroft. (Véase el modelo desmontable)

En la caldera que representa el modelo desmontable, hemos adoptado el tipo moderno ideado por Thornycroft y modificado por Schulz ligeramente.

Consta de tres calderas inferiores (11-11 y 12) de las cuales, la central está unida a la superior (4) por medio de dos haces de tubos de calefacción. Las dos laterales solamente disponen de un haz de tubos cada una.

La circulación del agua se verifica en las dos calderas laterales por medio de los dos tubos (10) colocados al exterior de la caldera y que las pone en comunicación con la caldera superior o recipiente del vapor. La central (12) comunica con la caldera superior por unos tubos verticales (23).

Entre las dos calderas inferiores están colocados los dos hogares cuyo calor reciben los haces de tubos.

El diámetro de los tubos que constituyen las pare-

des, por decirlo así, es de unos  $35 \text{ m/m}$  y los interiores son solamente de  $29 \text{ m/m}$ .

La llama, por consiguiente, solamente puede penetrar en el sistema tubular, por la parte inferior y salir por la parte superior, dirigiéndose así hacia las chimeneas, siguiendo la dirección de la flecha indicada en (24).

La caldera que presentamos puede rendir 1750 HP, siendo la superficie de los tubos de  $334 \text{ m}^2$  y la del emparrillado es de  $5,85 \text{ m}^2$ . La presión es de 16 atmósferas absolutas.

En la parte superior se hallan dos válvulas una auxiliar y otra general, destinada a la alimentación de la caldera.

Los dos hogares están divididos cada uno en dos partes o cámaras, una anterior y la otra posterior. La separación de ellas tiene lugar por medio de la pared indicada en (18).

SANTIAGO LOPEZ, Ing.

## El análisis de la pirolusita y otros óxidos de manganeso naturales

Se ataca el mineral por una mezcla de ácido clorhídrico y de yoduro de potasio. Con la impureza del hierro se forma percloruro de hierro y se desprende del yodo en razón de la acción de la sal férrica y de la acción oxidante del óxido de manganeso. En licor neutro el yodo conduce la sal férrica al estado ferroso no conservándose, por lo tanto, sino el yodo procedente del manganeso. Terminado el ataque se añade tartrato de

sosa, se neutraliza con bicarbonato de sosa y se determina el grado de concentración del yodo por el ácido arsenioso.

## Preparación del ácido cloroplatinico con la ayuda del agua oxigenada

Atacando el negro de platino por el ácido clorhídrico, en presencia de agua oxigenada pura a una temperatura comprendida entre  $50^\circ$  y  $60^\circ$  se obtiene aisladamente cloruro de platino puro que puede servir como reactivo.

## Nuevo motor "Noiculus"

Debido a los trabajos y estudios prácticos de dos obreros españoles residentes en Africa, cuenta hoy la industria con un nuevo auxiliar, que por las condiciones que reúne, puede tener pretensiones de llegar a substituir ventajosamente algunos aparatos utilizados hoy para engendrar fuerza motriz.

El motor a que nos referimos puede ser considerado como una máquina de vapor en la que se ha eliminado el cigüeñal, el volante y una porción de órganos más, absolutamente indispensables en las máquinas de vapor conocidas hasta el día.

Consta de una caja circular en cuyo interior se encuentra el eje B colocado excéntricamente con relación a las paredes de la caja.

Sobre este eje va montado el soporte E que constituye una especie de tambor, sobre el que se sujetan las palas D teniendo movimiento longitudinal en el sentido de diámetro del tambor.

En la parte superior del motor, la superficie exterior del tambor E ajusta perfectamente con la superficie interior de la caja del motor.

En la cavidad que se forma por la excentricidad

del tambor con relación a la caja, se obtienen tres departamentos F, H y J, producidos éstos por las divisiones que originan las palas.

Estas, en número de tres, ajustan sobre la superficie interior de la caja gracias a la presión que actúa sobre ellas y que es producida por los dos muelles circulares C (en la figura solamente es visible uno de ellos).

El vapor penetra por una serie de orificios colocados a la derecha de la caja de distribución superior del motor comunicando con la cámara H. Por la rotación del motor se produce la expansión del vapor en esta cámara hasta que la pala que la separa de la cámara F pasa a poner en comunicación la cámara H con el conducto G, el cual comunica directamente con el tubo de expulsión o sea con la salida del vapor.

Continúa el movimiento hasta que la cámara H comunica por completo con esta salida y ocupa el lugar indicado en F. Al continuar la rotación del motor la cámara F toma la posición que indica la J obligando al vapor que todavía contiene, a salir por otra serie de orificios colocados a la izquierda de la caja superior



del motor, los cuales comunican con el tubo A y éste a su vez con el tubo general de expulsión.

El motor lleva un engrasador especial colocado en L con su correspondiente depósito M.

En realidad no necesita volante, si bien en el modelo construido se le ha provisto de uno visible en N.

El eje motriz va montado sobre los dos cojinetes O y P.

El modelo que a título de prueba se ha construido pesa 20 kilos y desarrolla aproximadamente 4 H.P., a tres mil revo-

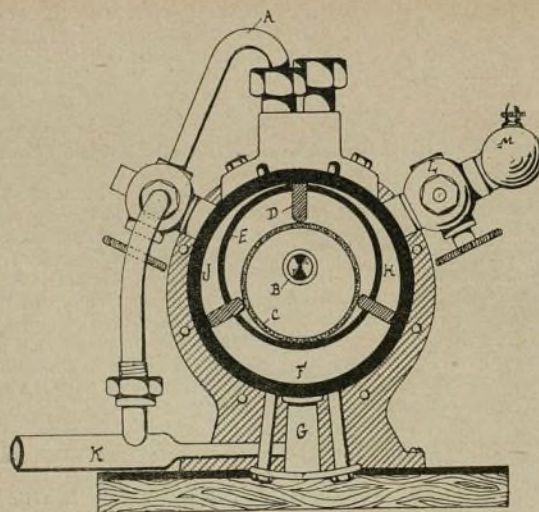


Fig. 1.—Corte de frente.

viesan de una a otra.

Las aplicaciones que a este motor pueden darse serían innumerables dada la facilidad de transporte del mismo, así como también su elevada velocidad que lo hace aplicable directamente para usos eléctricos, y su poco coste, dada la fácil mano de obra que requiere.

No dudamos que todos los mecánicos e industriales aplaudirán la iniciativa de estos inventores, hijos de nuestra patria.

La dirección del MUNDO CIENTIFICO INVENTOS

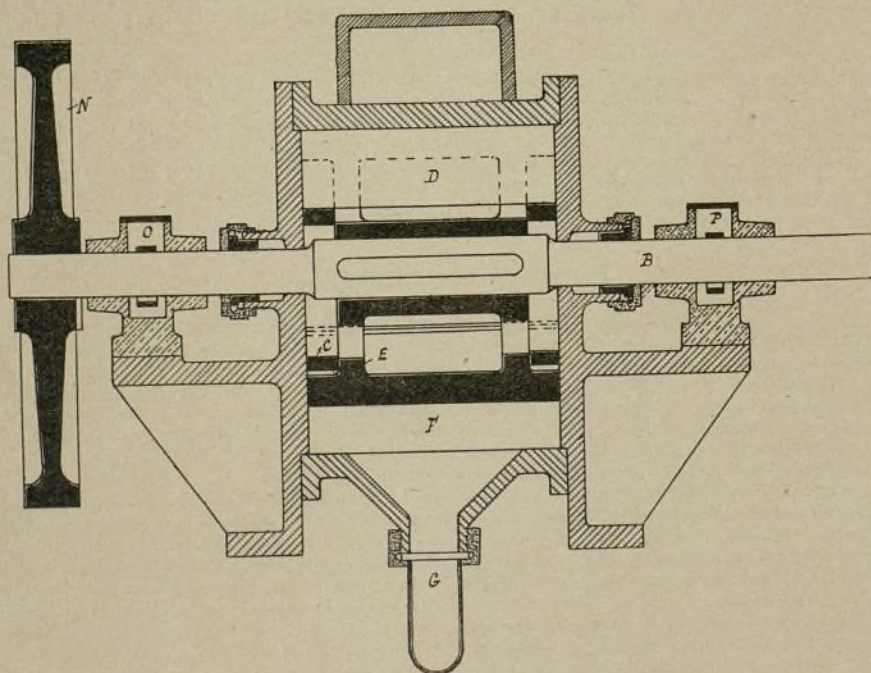


Fig. 2.—Corte de lado.

luciones por minuto. El conjunto del motor va encerrado en dos tapas laterales unidas por tornillos que atra-

MODERNOS está dispuesta a facilitar toda clase de detalles referentes a este invento a quienes lo soliciten.



## Métodos modernos de aplicación práctica a la industria en general

### Obtención industrial del aceite de aavora

Aprovechamiento y fabricación de los residuos de este aceite. — Aplicaciones industriales para la alimentación del ganado y para abonos. — Fórmulas.

Procede de la familia de las palmeras y la especie de la que se extraen los productos industriales se denomina *palmera de Guinea* o *palmera aavora*; es oleaginosa. Se desarrolla extraordinariamente en las comarcas húmedas y cálidas del África ecuatorial, en el Congo, en las posesiones españolas de la Guinea, Costa de Oro y Fernando Póo. Los frutos de esta palmera son *drupas*, o sea pericarpios carnosos que en su interior contienen el hueso o nuez. La carne de es-

cosa, de color entre amarillo pálido a amarillo anaranjado; recién preparado, es comestible, pero tiene el inconveniente que por la acción de la luz natural y de los oxidantes se decolora rápidamente; la luz artificial actúa también sobre él, aunque con menor intensidad. Esta sustancia oleaginosa se exporta a Europa con los nombres de *aceite de palma* o *manteca de Galam*; en la industria aceitera se expenden tres clases de aceite de palma: el *aceite de Lagos* (Guinea superior),

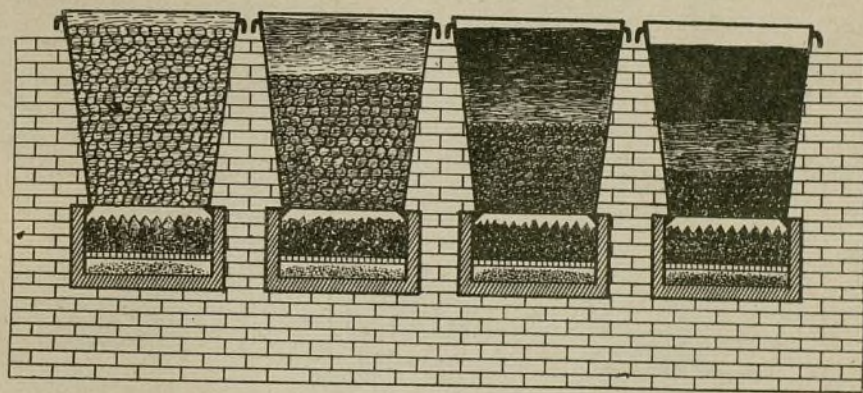


Fig. 1.

La extracción del aceite en el lugar de la recolección, los indígenas lo practican de una manera tan primitiva e irracional, amontonando los frutos hasta que se pudren y exprimen después el aceite, o bien acumulándolos y comprimiéndolos en fosas profundas excavadas en terrenos arenillosos y dejándolos por espacio de un mes, se separa el aceite en la superficie. Los europeos perfeccionaron el procedimiento que consiste en que una vez los frutos fermentados se separa la pulpa de la parte carnosa y se exprime en un cubo de hierro colado. El proceso del procedimiento para su mayor comprensión lo indicamos en la figura 1. — Se dispone de una serie de cubos de hierro colado (estañados interiormente) de gran capacidad (100 kilos), y se echan dentro los frutos y agua, haciéndolo hervir a 125 o 130 grados; la parte carnosa se reblandece, despidiéndose del hueso y éste va depositándose por su peso en el fondo del cubo; al cabo de algunas horas (por espacio de tres, término medio) se añade agua, por la pérdida de su evaporización y así se continúa, hasta que toda la carnosa se convierte en pulpa y ésta comienza a desprender su aceite que sobrenada en la superficie y se separa después por decantación.

Las drupas son fibrosas e impregnadas de materia grasa; sus nueces son igualmente oleíferas. De esta manera se comprende que estos frutos produzcan dos clases de aceites: el del *sarcocarpio* o *mesocarpio* y el que se extrae de las almendras.

**Preparaciones.**—El *sarcocarpio* se obtiene cuando los frutos de la aavora, desprendidos por su madurez de la extremidad superior de la estepa en que se hallan situados, se abandonan durante un mes amontonados en el suelo. En estas condiciones, se produce una fermentación bastante activa: una vez terminada se echan los frutos en grandes cubos de hierro, donde se hierven con agua durante bastante tiempo. Se tritura entonces el fruto en morteros de madera, se separa la nuez del pericarpio y se hierve de nuevo esta corteza. El aceite de palma sobrenada entonces en la superficie del líquido y se separa con cucharas de madera: resulta una masa casi sólida, o mejor dicho, butirosa, cuyas aplicaciones son muy diversas y extensas.

El producto obtenido es un aceite o grasa mante-

de color amarillo anaranjado; el *aceite de Cochín*, pardo amarillo y el *bueno medio*, amarillo verdoso; proceden de Fernando Póo y de la Costa de Oro, pero estos países los exportan en forma de *aavora decolorada*.

El *aceite de palma*, abandonado a sí mismo, fermenta, se fracciona, se desdobra o saponifica espontáneamente, adquiriendo una reacción fuertemente ácida, llegando entonces a contener hasta 80 por 100 de ácido palmítico libre, además de los ácidos volátiles que resultan de la oxidación; al mismo tiempo el punto de fusión se eleva, puesto que la palmitina funde a más de 50 grados, el ácido palmítico a más de 62 grados y el ácido sebácico a más de 127 grados. Esta saponificación y rancidez espontánea y rápida explica la diversidad de punto de fusión atribuida por distintos químicos comprendida entre de más 27 a más 37 grados. Esa transformación tan rápida da origen de que en Europa, el aceite de palma tiene y goza de una importancia suma para la fabricación de jabones y bujías; mien-



tras que en Senegal, en Guinea, en Fernando Póo y Costa de Oro, se emplea para usos medicinales, culinarios y para el alumbrado por los indígenas de los citados países. Los químicos Fremy y Villon, al hacer el análisis del aceite de palma dieron las siguientes composiciones:

Fremy	Acido palmítico.	Villon	A. palmítico libre.	15 gr.
	Palmitina.		Acido oleico libre.	2
	Acido oleico.		Palmitina.	30
	Glicerina.		Estearina.	10
Una materia colorante y una sustancia aromática —.		Oleína.		43

es agradable, su sabor amargo y tiene gran aplicación para engrasar máquinas y para fabricar jabones duros, mientras que el aceite del mesocarpio lo mismo puede emplearse en la fabricación de jabones duros que en la de jabones blandos. Cada 100 partes de frutos de aavora, que pesan 64 kilogramos por hectolitro, están formadas por:

Drupa o mesocarpio aceitoso . . . .	34,50
Cáscara leñosa o endocarpio . . . .	54,20
Semilla y albumen aceitoso. . . .	11,30
	100,00

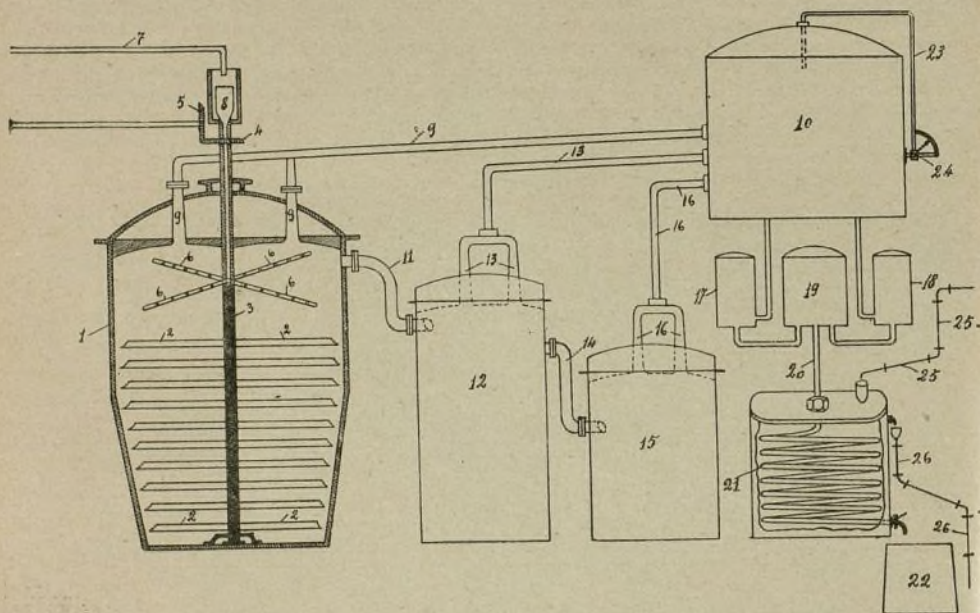


Fig. 2.

En una gran caldera de fundición (1) se introducen los frutos y el agua en la proporción de 100 kilos por 600 litros y se hace hervir el contenido a la temperatura de 150 grados. Durante el proceso las aletas (2, 2') del agitador (3) imprimen constantemente un movimiento rotatorio por medio de las ruedas dentadas (4 y 5); las aletas desmenuzan y reducen a pulpa los frutos; el agitador (3) desde el pie o base hasta un poco más de su mitad es macizo y desde esta parte hasta la boca es perforado con objeto de disponer en el cuatro tubitos (6, 6 etc.), agujerados en sentido longitudinal para dar paso al agua que por pérdida de evaporización la supe, haciéndola llegar desde la caldera (7) al embudo (8) y de éste a los tubitos (6, 6 etc.); los aceites volátiles que se desprenden pasan por los tubos y cañerías (9, 9) y son recogidos en la cámara gasómetro (10) cuyos vapores se conservan a la temperatura de 300 grados. El aceite líquido que sobrenada a 250 grados; el aceite volátil pasa por los tubos y cañerías (13, 13) hacia la cámara gasómetro (10) y el aceite líquido que sobrenada sale por el tubo (14) y de éste a la tercera caldera (15) que se mantiene a fuego indirecto a 280 grados; en esta caldera el aceite obtenido es bastante puro, cuya densidad varía entre 75 a 80 y los aceites volátiles que se desprenden por los tubos y cañerías (16, 16) son conducidos a la cámara gasómetro (10). En esta cámara gasómetro los vapores volátiles, que como ya indicamos con anterioridad, son conservados a 300 grados, son absorbidos e impulsados por las bombas (17) y (18) a la campana (19) y conducidos por el tubo (20) al serpentín (21) que fuertemente enfriado convierten el aceite volátil en líquido cuya riqueza es de 90 a 95 grados de densidad, que se recogen en el recipiente (22). Por el tubo (23) pasan los vapores al cuadrante-regulador (24) que marca al mismo tiempo la presión de los gases de la cámara gasómetro y como válvula de seguridad. Las indicaciones (25) y (26) son tubos y cañerías de agua fría y caliente, de entrada y salida que mantienen a una temperatura baja el serpentín refrigerante (21) para que la condensación sea eficaz y reguladora.

Fremy efectuó el análisis en el país de origen y no fijó las cantidades, sino la composición, y Villon en Europa, existiendo alguna discrepancia entre los dos; no obstante ambos químicos están de acuerdo en que además de dichos componentes se halla la oleína y la margarina. La segunda clase de aceite de palma, el que se extrae de las almendras, es blanco y sólido y tiene todavía mayor semejanza que el anterior con el aceite de coco. Es una grasa que en la Guyana, su país de origen, reemplaza a la manteca. Para obtenerlo, se muelen las almendras con su hueso, cáscara o endocarpio y se prensa la pasta, dando por resultado un beneficio de 48 por 100 de aceite amarillo verdoso, que recibe el nombre de *aceite de palmito* o de *palmitche*; su olor

El aceite de *palma aavora* sufre falsificaciones valiéndose de la cera amarilla, grasas y sebos; se le colorea con la cúrcuma y se aromatiza con polvos de lirio, a fin de darle el olor balsámico característico del verdadero aceite. Para reconocerlo, bastará tratar por el éter acético el aceite dudoso y se observará que las sustancias extrañas precipitan, sucediendo lo contrario en el aceite verdadero que las sustancias puras se disuelve. Por saponificación no sufre alteración el color del aceite verdadero, mientras que el adulterado adquiere una coloración rojiza, motivada por la acción del álcali sobre la cúrcuma. Se adultera también el citado aceite, cuando éste se mezcla con resina en polvo en mayor o menor cantidad. Esta falsificación se reco-



noce en seguida, tratándolo por el alcohol que tiene la propiedad de disolver la resina, y de manera alguna el aceite.

**Aprovechamiento y fabricación de los residuos del aceite de aavora.**—Los productos sólidos obtenidos como residuos por el prensado de semillas se llaman comercialmente *tortas de palmiche* y están formadas por el bagazo que contiene todas las sustancias que se encuentran en la semilla, menos la casi totalidad del aceite. Tanto la harina como las tortas de palmiche se utilizan en grande escala para la alimentación y engorde del ganado, como se verá más adelante.

El color de las *tortas de palmiche* es de un blanco sucio, con una infinidad de manchas pardo-negruzcas. Son muy frágiles estas tortas y por esta razón no es posible conservarlas por largo tiempo en panes enteros, por lo que se desmenuzan y pulverizan, llegando hasta al extremo de que su transporte y expediciones se efectúen en sacos. Hamburgo y Marsella son las dos únicas ciudades europeas que fabrican las tortas de palmiche en cantidades enormes. El precio tan reducido que se cotiza en el mercado el producto citado (1) permite su uso no solamente para la alimentación del ganado sino para las tierras de labor como abono.

El químico Vöelckler ha efectuado un concienzudo análisis de *tortas de palmiche*, de procedencia de Hamburgo que exponemos:

Productos del análisis	I	II
Agua . . . . .	12,91	8,86
Materias grasas . . . . .	9,48	11,27
Materias albuminoideas . . . . .	18,25	17,93
Principios no azoados . . . . .	39,16	40,76
Celulosa . . . . .	16,90	16,86
Materias minerales . . . . .	3,30	4,32
Azoe . . . . .	100,00	100,00
	2,92	2,87

El profesor y notable químico Mr. Larbalétrier expone que: cuanto mayor es la dosis de materia proteica que contiene la *torta de palmiche* tanta mayor cantidad de ácido fosfórico y potasa se encuentra en la misma.

La composición química de la *torta de palmiche de aavora* de origen alemán, según los análisis del Dr. Gohren, arroja las siguientes materias:

	Materia seca total (orgánica e inorgánica)				Elementos proteicos			Materias grasas			Extracto no azoado			Celulosa			Cenizas (cantidad total)
	Agua	Mínimum	Máximum	Promedio	Mínimum	Máximum	Promedio	Mínimum	Máximum	Promedio	Mínimum	Máximum	Promedio	Mínimum	Máximum	Promedio	
Tortas de palmiche de aavora . . .	8,5	89,7	92,6	91,5	10,7	27,2	16,4	7,4	29,3	13,5	27,5	48,3	36,5	9,9	24,9	21,5	2,90

Los doctores alemanes Koenig, Dietrich, Sanson y Wolff presentan la siguiente tabla de digestibilidad

(1) En tiempos normales se cotizan los 100 kilos de tortas de palmiche de 3'75 a 3'90 pesetas; desgraciadamente por circunstancias de la terrible catástrofe europea, la cotización ha sufrido un aumento bastante crecido, de 6 a 10 pesetas los 100 kilos.

de las principales sustancias alimenticias de las tortas de palmera que son:

#### Elementos nutritivos calculados en centésimas

	Substancia orgánica	Proteína	Materias solubles en el éter	Extractos no azoados	Celulosa
Tortas de palma o palmiche . . .	89	100	100	92	00

#### Coefficientes digestivos de los principios inmediatos. (En centésimas de los elementos nutritivos):

Géneros de animales	Proteína	Materias solubles en el éter	Extractos no azoados	Celulosa bruta
Equidos (caballos)	68,6	59,9	68,5	33,6
Bóvidos (bueyes)	65	64,4	66,3	60
(vacas)	57	65,4	70	60,8
Ovidos (carneros)	57	61,2	71,7	57,7
(cabras)	60	44	64	62

De los datos del cuadro de *Coefficientes digestivos de Larbalétrier* (pág. 110) se desprende la gran importancia del *turtó de palma* en la alimentación del ganado en las granjas agrícolas pues si bien existen otras tortas oleaginosas más ricas en materias digestibles, ninguna de ellas alcanza en la industria la economía de precio de las *tortas de palma*, en relación con la cantidad de principios asimilables que contienen. Para determinar la ración de *turtó de palma* que hay que suministrar al ganado, importa no olvidar la fórmula o relación *adipo-proteica media*, es decir, que para 1 kilogramo de proteína, el alimento no puede contener utilizables, más de 500 gramos de *substancias solubles* en el éter o materias grasas.

Además de la acción favorable que ejerce el *turtó de palma* o *tortas de palmiche de aavora* que con estos nombres se conocen en la industria de estos residuos para la alimentación del ganado y para las vacas lecheras en particular, tiene además la ventaja de dotar a los animales que lo consumen de una piel fina y un pelo muy lustroso. Es preciso que la dosis sea reguladora, de la contrario, el *turtó de palma* en exceso les causa irritación; la ración varía entre 0,500 a 4 kilos diarios como maximum. El *turtó de palma* en seco, en rarísimos casos se suministra al ganado;



## Coeficientes digestivos de Larbalétrier

	Agua por 100 kilos	Materias secas		Materias proteicas		Materias grasas		Hidratos de carbono			Valor alimenticio por 100 kilos en piecra.
		Substancias orgánicas %	Cenizas %	Brutas %	Digestibles %	Brutas	Digestibles	Extractos no originados	Celulosa	Digestibles	
Tortas de palma.	9,1	87,3	3,6	16,3	14,0	13,1	11,5	36,4	21,5	33,5	10,92

industriales no deben ser distribuidos al acaso, que digamos, porque su acción no es la misma para la función fisiológica que para la económica. Hay que distinguir por lo tanto, si su acción se dirige al ganado, en período de crecimiento, al que se explota por su leche o al que se dedica al ceba. En el primer caso, el *turtó de palma* favorece el crecimiento y, hasta cierto punto, la precocidad siendo el más indicado de todos los *turtos oleaginosos* para los corderos, después del destete, en dosis de 100 a 200 gramos, con agua fría, harina y forrajes.

Exponemos varias fórmulas de diferentes autores, así como las observaciones que deberán tener en cuenta para su aprovechamiento y suministro:

## Fórmula de Cornerin

Tortas de palma aavora . . .	0,200 kilos
Maíz triturada o en harina . .	0,300 »
Alfalfa . . . . .	0,600 »

Cuando se trata de hembras destinadas a la producción lechera, el *turtó de palma* es uno de los más indicados, pues no tan solo favorece la secreción de leche de buen gusto, sino que aumenta en riqueza en manteca. En este caso el agua que se mezcla con el *turtó de palma* ha de ser ligeramente templada (20 a 25 grados centígrados); recomendamos la fórmula que Sansón ha combinado para las vacas lecheras:

Remolacha trinchada . . .	30 kilos
Salvado de trigo . . . . .	4 »
Turtó de palma . . . . .	3 »
Turtó de semillas de algodón . . . . .	3 »

## Fórmulas de Larbalétrier

(Para cerdas de cría)

1.ª	Leche de burra . . . . .	2,000 kilos
	Agua o suero . . . . .	6,000 »
	Patatas . . . . .	4,000 »
	Verdura cocida . . . . .	0,500 »
	Tortas de palmiche . . . . .	0,150 »
2.ª	Patatas cocidas . . . . .	5,000 kilos
	Salvado . . . . .	0,600 »
	Suero . . . . .	4 litros
	Turtó de palmiche . . . . .	0,400 kilos

Tratándose de la alimentación de los animales de ceba, el *turtó de palma* produce efectos admirables puesto que favorece la producción de tejido adiposo en el organismo. Otro tanto sucede con las aves de corral, como se verá más adelante. El empleo universalmente adoptado (excepto en España) del *turtó de palma*, para esta finalidad económica, es una garantía de su positiva utilidad.

## FÓRMULAS PARA EL CEBO DEL GANADO POR MEDIO DEL TURTÓ DE PALMA AAVORA

## Raza bobina

(Para animales de 538 kilos de peso inicial: fórmula de Sansón)

Composición de las raciones	Primer período	Segundo período	Tercer período
	Kilos	Kilos	Kilos
Heno . . . . .	5,000	5,000	5,000
Remolacha . . . . .	36,000	33,000	25,000
Avena . . . . .	4,000	4,000	2,000
Tortas de palma . . . . .	2,500	3,500	3 500
Salvado . . . . .	1,750	1,750	2,000
Semilla de linaza . . . . .	0,350	0,450	0,450

## Fórmula de Cornerin

Pulpa de remolacha . . . . .	40 kilos
Turtó de palma . . . . .	4 »
Alfalfa . . . . .	5 »
Paja . . . . .	5 »

Para animales de peso inicial de 662 kilos  
(Fórmulas de Cottu)

Composición de las raciones	Primer período	Segundo período	Tercer período
	Kilos	Kilos	Kilos
Trébol ensilado . . . . .	30,000	30,000	30,000
Paja . . . . .	4,000	4,000	4,000
Tortas de semilla de algodón . . . . .	0,500	0,500	0,500
Patatas cocidas . . . . .	1,000	1,000	1,000
Harina de maíz . . . . .	0,200	0,200	0,200
Turtó de palma . . . . .	0,400	0,800	1,600
Trigo sarraceno cocido . . . . .	0,200	0,400	1,000

## Raza de óvidos arietinos (carneros) y caprinos (cabras)

(Fórmulas de Cottu)

Primera composición	{	Trébol . . . . .	0,500 kilos	
		Alfalfa verde . . . . .	2,000 »	
		Tortas de palma . . . . .	1,400 »	
Segunda composición			Primer período	Segundo período
	Heno verde . . . . .	20,000 kilos	15,000 kilos	
	Remolacha . . . . .	20,000 »	50,000 »	
	Turtó de palma . . . . .	0,800 »	1,000 »	
	Semilla de linaza . . . . .	0,400 »	0,500 »	

## Raza de Suides o Suidos (Cerdos)

Fórmula de Boussingault

Bellotas secas . . . . .	2,273 kilos
Harina de bellotas . . . . .	1,250 »
Turtó de palma . . . . .	0,880 »
Pan de chicharrones . . . . .	0,080 »
Suero . . . . .	10,000 »



Fórmula de Gobin

	Primer mes	Segundo mes	Tercer mes
Zanahorias crudas. . .	10 kilos	»	»
Hez de la cebada (pa- ra cerveza). . . . .	5 »	»	»
Centeno cocido. . . . .	2 »	»	»
Turtó de palma. . . . .	1 »	»	»
Patatas cocidas. . . . .	» »	8 kilos 6	kilos
Harina de cebada. . . . .	» »	2 »	»
Turtó de linaza. . . . .	» »	0,750 »	1,500 »

**Raza conejera y aves de corral**

El cebo del conejo adulto, es decir, de cinco a ocho meses, según las razas, debe durar un mes, dividido en cuatro periodos. Durante los dos primeros, el *turtó de palma* se le suministra en cantidades de 80 a 150 gramos mezclado con harina de maíz, salvado, avena y alfalfa; la tercera semana se rebaja la mitad del *turtó de palma*, aumentando el maíz y la avena, y la cuarta semana se suprime en absoluto el *turtó de palma*.

**Aves de corral.**—El cebo de las aves de corral, por medio del *turtó de palma*, se obtiene suministrándoselo en seco, muchas veces mezclado con salvado y maíz. En ciertas ocasiones se mezcla con harina y agua fría o templada, jamás hirviendo. La ración de *turtó de palma* no debe pasar de 60 gramos por día y ca-beza.

**El turtó de palma empleado como abono**

El gran valor fertilizante del *turtó de palma* depende principalmente del ácido fosfórico, del ázoe y de la potasa que contiene. Los doctores Müntz y Girard han efectuado los análisis de la composición química de las *tortas oleaginosas* aprovechables como abono, de la cual se han tomado los precedentes datos relativos a las *tortas de palma de aavora* que son:

	Ázoe %	A. fosfó- rico	Pota- sa	Acetate %	Valor en pesetas según su composición
Turtó de palma natural . .	2,40	1,20	0,55	13,50	4,45
Turtó de palma desnatu- ralizado, es decir, tratado por el sulfuro de carbono o por el tetracloruro de carbon. . . . .	2,68	1,20	—	1,10	5'00

Si bien el *turtó de palma* como abono no puede por sí solo reemplazar, en absoluto, al estiércol ni a un abono químico completo, por no estar equilibrados sus diversos principios fertilizantes, si se le añaden los productos que le faltan, potasa y ácido fosfórico, este último en forma de fosfatos, de superfosfatos o de escorias de la defosforación, se obtiene un abono de valor inestimable. El *turtó de palma* es, pues, un abono nitrogenado u orgánico incompleto, que proporciona a la tierra laborable el ázoe que se nitrifica lentamente y la materia orgánica que por su descomposi-

ción le suministra *humus*, producto que por sí solo es un índice de fertilidad por obrar como enmienda y como abono a la vez.

La dosis del *turtó de palma*, empleado como abono, si bien varía con la naturaleza y fertilidad inicial del suelo a que se aplica, puede calcularse de 500 a 2,500 kilos por hectárea, considerándolo siempre como abono complementario. De las dos clases de *turtó de palma de aavora*, el sulfurado ofrece la ventaja de poderse utilizar en todo tiempo, mientras que el prensado, que contiene todavía un 13,50 por ciento de aceite, hay que emplearlo mucho antes de la siembra, con objeto de que el aceite no aisle la semilla de la acción de los agentes exteriores y no provoque, por otra parte, su putrefacción por la tendencia de este turtó a enmohecerse. Para transformar este abono complementario en abono completo, se mezcla el *turtó de palma* con toda clase de residuos orgánicos y con diversos abonos minerales, procurando que la mezcla sea íntima y perfecta; esta mezcla se humedece con *purrrin*, o sea la parte líquida del estiércol al objeto de activar su descomposición. El *turtó de palma* averiado, que resulta inútil para la alimentación animal, sirve siempre de abono; una fórmula muy práctica y económica preparada por el químico Liazard de Bretaña es la siguiente: se mezcla primeramente 150 metros cúbicos de *zarzas y malezas* con 30 metros cúbicos de *estiércol de cuadra*, a cuya mezcla se añade por capas:

Turtó de palma aavora en polvo. . . . .	20 cm. c.
Huesos en polvo . . . . .	4 »
Cenizas de varechs (fucos) . .	18 »
Orines . . . . .	25 »
Materias fecales . . . . .	12 »

Esta mezcla resulta a menos de 2,20 pesetas por metro cúbico. La fórmula más importante que se conoce para convertir el *turtó de palma aavora* en abono completo es la que precede:

Turtó de palma de aavora . .	1,200 kilos
Nitrato de sosa . . . . .	250 »
Superfosfato de cal . . . . .	400 »
Cloruro de potasio. . . . .	100 »

Con esta composición se ha conseguido duplicar la producción de la granza o rubia en las comarcas de Avignon y Arlés. En Pertuis (Vaucluse) se emplea el *turtó de palma* como abono en el cultivo de patatas, y con gran éxito notabilísimo se aplica a la viticultura francesa; por la cual el químico Vergnette-Lamotte expone que la mejor proporción es la de bonificar a razón de 250 gramos por capa. De la utilidad del *turtó de palma* y sus derivados se comprende el gran cultivo intensivo de las patatas que Alemania ha efectuado en su territorio durante la presente guerra, pues además de un gran *stock* que tenían, han buscado una planta análoga en Turquía que con ligeras modificaciones han conseguido adaptarla.

ANGEL DE ARÁMBURU Y GARCÍA.

**El dosaje del oxígeno disponible en los óxidos de manganeso**

El óxido se trata con una solución de ácido fosfórico 2N y de yoduro de potasio n.

El ácido fosfórico hace desprender el yodo con mucha lentitud. Se determina la dosis del yodo puesto en

libertad por las sales férricas con la ayuda de hiposulfito. Los resultados son muy exactos lo mismo que en presencia de hierro. La determinación de la dosis se aplica a los óxidos precipitados y a los naturales.



## Fabricación sintética de los nitratos

En la fijación del ázoe atmosférico por el horno eléctrico, la reacción depende principalmente del contacto del aire con el arco y el mejor dispositivo es evidentemente el que procura más aire bajo la acción del arco.

En los hornos monofásicos, una notable proporción de aire no sufre esta acción; así en el horno Birkeland-Eyde el arco llena alternativamente las mitades superiores e inferiores pero nunca las dos simultáneamente y como el aire penetra en la cámara de reacción por todos los orificios, se sigue que la mitad solamente de este aire se encuentra sobre el lado en que brota el arco en el mismo instante. De donde se deriva una sensible pérdida de aire sobre todo por los orificios próximos a la periferia. Inconvenientes análogos se han presentado en los hornos Schöner y Pauling.

En los hornos trifásicos, los tres electrodos, separados por ladrillos refractarios, se disponen de manera que envuelven por completo un espacio piramidal de seis lados, que el aire, penetrando por la base, llena progresivamente antes de salir por la única abertura dispuesta en el vértice. Las corrientes trifásicas que alimentan los electrodos determinan la producción de un arco giratorio con la frecuencia de la fuente, o sea a razón de 50 vueltas por segundo; y como al aire le es necesario más de  $\frac{1}{50}$  de segundo para atravesar la cámara de reacción, se puede estar seguro de que cada partícula se pone en contacto de la llama.

Para un buen funcionamiento de los hornos es esencial soplar el arco. Esto se puede realizar sea por un campo magnético constante (Birkeland-Eyde), sea por un campo magnético variable (Mosciski) sea por medio del aire que atraviese el horno (Schönherr, Pauling, Kilburn-Scott). El inconveniente del soplo magnético es que necesita un manantial de corriente continua para la alimentación de los electrodos.

La sustancia de los electrodos ejerce una influencia notable sobre la producción; los electrodos del horno Birkeland-Eyde, por ejemplo, son de una aleación de cobre que en la práctica ha demostrado ser muy ventajosa; en ciertos hornos Pauling, que funcionan en Legnano, el doctor Rossi utiliza electrodos contruados con una aleación de aluminio que ejerce, al parecer, una acción catalítica favorable a la reacción.

En los hornos monofásicos, la puesta en marcha se efectúa aproximando los electrodos hasta que la tensión sea suficiente para formar el arco produciéndose la ignición. Con la tensión elevada que generalmente se emplea, se expone el aparato a golpes intensos y a sobretensiones. En los hornos trifásicos no existe regulación, excitándose los arcos por medio de chispas auxiliares, lo cual permite mantener los electrodos a la distancia óptima.

En todos los hornos eléctricos es en extremo importante que el funcionamiento sea continuo pues apagándose y encendiéndose los arcos pueden determinar la producción de sobretensiones y otros fenómenos perjudiciales. El horno trifásico presenta en este respecto una señalada ventaja, pues las fases son siempre

recorridas por las corrientes y los arcos se sostienen mutuamente. La energía es siempre prácticamente máxima, mientras que, en un horno monofásico, pasa de cero al valor máximo dos veces por período.

El calentamiento preparatorio del aire realiza una economía de calor, eleva la temperatura del horno y además deseca el aire, lo que según el profesor Guye provoca un ligero acrecentamiento de la producción. Facilita igualmente la ionización y por consiguiente el funcionamiento del arco. La temperatura de 250° C., da buenos resultados. Es ventajoso efectuar este calentamiento por medio de los gases que se desprenden de las cámaras de reacción; un recalentamiento de gran rendimiento puede alimentar varios hornos.

Siendo como es reversible la reacción química, es importante enfriar con rapidez el óxido azótico producido. En los hornos monofásicos se efectúa esta refrigeración por un exceso de aire que se insufla en la cámara de reacción. Kilburn-Scott prefiere constituir la parte superior del horno por medio de una caldera sobre la cual el arco eléctrico soplado obra casi como una llama ordinaria; el centro de la llama es el punto neutro, y la caldera, estando puesta en el suelo, no produce ninguna perturbación en las conexiones eléctricas. El metal de la caldera no es atacado por el óxido azótico (AzO); podrá serlo por el peróxido azótico (AzO<sub>2</sub>) bajo la acción de una temperatura interior a 800°; pero el ataque es lento y necesita la presencia de la humedad.

La producción por lo general admitida para los hornos monofásicos es de 50 a 60 gramos de ácido nítrico puro por kilovatio hora que corresponde a una tonelada de ácido por kilovatio año. Con sus hornos trifásicos Kilburn-Scott ha podido obtener un rendimiento superior al precedente en un 50 por 100; disponiendo una caldera inmediatamente por encima del horno indica el mismo autor que ha podido recuperar aproximadamente el 10 por 100 de la energía total suministrada al horno.

La tensión es de unos 1500 voltios. Con hornos que funcionan bien se pueden realizar factores de potencia de 0,85.

El sistema de absorción más corrientemente empleado está constituido por una serie de torres elevadas contruadas con ladrillos resistentes a los ácidos y llenos de guijarros de cuarzo o de cualquier otra materia inatacable por los ácidos.

La primera condición para obtener una buena absorción es que los gases circulen muy lentamente. Es necesario del mismo modo que la superficie de contacto sea también tan grande como sea posible.

En fin, Mosciski preconiza el que se haga descender el líquido por las torres de una manera intermitente, de modo que las sustancias de contacto sean alternativamente humedecidas y secas, lo cual parece mejorar mucho la absorción; por este método, Mosciski realiza una absorción sensiblemente total (97 por 100) y obtiene ácido nítrico bajo una concentración de 40 a 50 por 100.



## Máquina herramienta perforadora, taladradora y cepilladora de doble broca de 127 mm.

Una admirable prueba del perfeccionamiento alcanzado en la construcción de máquinas herramientas con las cuales se hace más visible y patente la potencia progresiva de la ciencia y de la industria mediante la cual se mecaniza y automatiza cada vez más el trabajo más duro y grosero encomendado hasta ahora a la mano y a la fatiga del hombre, es esta herramienta de triple aplicación mecánica que puede con una sencillez y exactitud de trabajo perfectas, perforar, barrenar y acepillar.

La capacidad de esta máquina especial que es de tipo horizontal doble, es mayor que la de las máquinas similares ordinarias y ello sirve para probar la elasticidad constructiva de que son susceptibles pudiéndose adaptar con relativa facilidad a las condiciones de la demanda. Ciertas partes de esta máquina, las más pequeñas y complicadas se construyen bajo tipos determinados, formando surtido comercial ordinario y otras, las partes mayores de la máquina herramienta, se funden después de determinada la capacidad de la máquina conforme a las condiciones y necesidades de cada caso particular. Las primeras en tal caso, son el carrillo de la broca y el dado, las que se funden posteriormente son la mesa, las tablas del bastidor y el contrapeso para la puesta en marcha, con sus respectivos ejes y tornillos.

Las dimensiones de esta máquina especial son 5,714 m. de longitud por 4,038 m. de altura con carrera libre de 0,914 m. teniendo las brocas un diámetro de 0,127 metros.

Para la construcción de esta máquina se ha puesto una especial atención para obtener una perfecta rigidez y el bastidor tiene su base muy extendida y la sección del cuerpo de la caja está escrupulosa y exactamente escotada y ajustada en toda la extensión de la base.

El cuerpo del bastidor está separado de la base

conteniendo esta última todas las transmisiones de movimiento. La máquina es movida a motor de 15 caballos que pone en movimiento las brocas por medio del eje vertical. Las velocidades que se pueden obtener en las brocas son dieciocho, siendo nueve de ellas por cambio de transmisión y dos en los cojinetes. Las nueve velocidades se obtienen por medio de dos ruedas las cuales están situadas lateralmente a los ejes con

dos palancas por la parte exterior del tablero. La velocidad máxima de la broca es de 148 revoluciones por minuto y la mínima 3,3. La velocidad para el esfuerzo oblicuo es constante.

La broca es conducida por un carrillo de contrapeso el cual está unido a una resistente plataforma que guía el operador y desde la cual puede dirigir la máquina pero no cambiar las velocidades en el dado. Se tienen constantemente, sin embargo, dos velocidades útiles en los cojinetes las cuales permiten

reproducir, suave y gradualmente, la de un taladrado rápido a otra inferior, siendo la relación existente entre aquellas, 3 a 1.

Este cambio de broca y sentido de la rotación, se obtiene mediante dos palancas existentes en el frente de los cojinetes a mano del operador.

Una importante disposición de esta máquina es la distribución de las palancas y ruedas de mano para hacerla funcionar. El volante para poner en marcha la máquina, para la e invertir la fuerza transversal en la operación de acepillar está situado en el frente, de suerte que el operador tiene a la vista el punto de trabajo y puede en consecuencia conducir la broca muy ceñida al centro del orificio que se ha de taladrar dejando un muy pequeño margen para el ajuste a mano, sea horizontal o vertical.

Otro punto digno de mención es la disposición del movimiento a mano para la alimentación de la transmisión. Por medio del deslizamiento de una especie de

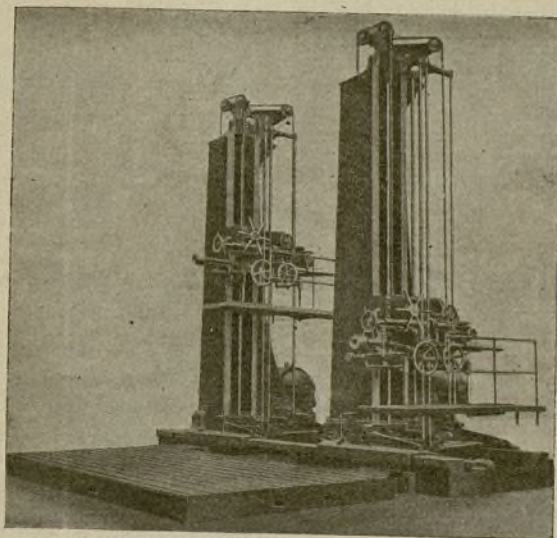


Fig. 1.



resorte se obtienen cuatro alimentaciones distintas, pudiéndose ver (figura 1) en el eje de la silla cinco

0,63, 0,31, 0,2 y 0,15 milímetros por revolución. La mesa y tablero de la máquina es de gran resis-

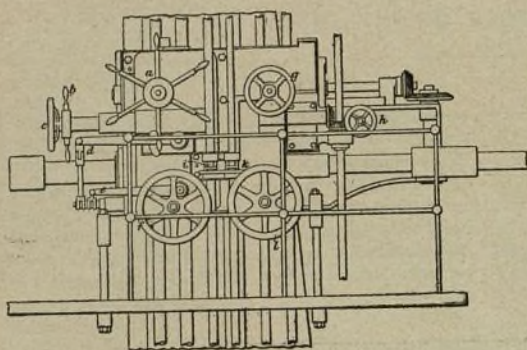


Fig. 2.

ruedas y cuando se aplica la clavija a la quinta rueda todas las demás quedan libres.

Existen ocho alimentaciones siempre utilizables cuatro por la clavija corredera y otras cuatro, por doble transmisión que varían así: 3,1, 1,59, 1,0, 0,77,

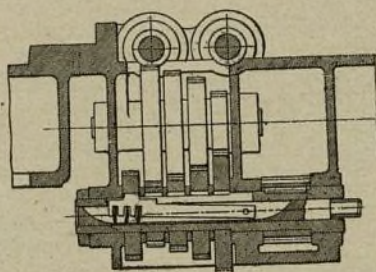


Fig. 3.

tencia. La mesa tiene muy amplias superficies de trabajo.

Las ruedas motoras son de acero fundido o forjado y la rosca de alimentación de las ruedas, de bronce duro de cañones.

## El funcionamiento de los alternadores de frecuencia

Es sabido que los aparatos prácticamente utilizados para cambiar la frecuencia de una corriente alterna, pueden clasificarse en tres grandes categorías.

El principio de los aparatos de la primera categoría es poco más o menos el de los transformadores estáticos y en los alternadores de frecuencia de este tipo, lo mismo que en los transformadores estáticos, la energía no sufre sino una transformación electromagnética. Estos aparatos han sido ya objeto de numerosas patentes y de no menos numerosas discusiones.

En los aparatos de la segunda y tercera categoría, la transformación de energía no es solo de naturaleza electromagnética.

La segunda categoría se considera, en general, como comprensiva de los aparatos cuyo funcionamiento reduce la energía eléctrica de la corriente que se ha de transformar, parte en energía mecánica, parte en energía eléctrica.

En la tercera y última categoría entran solo los alternadores de frecuencia que transforman toda la energía recibida en potencia mecánica y la vuelven a transformar en seguida en potencia eléctrica.

El prototipo de los alternadores de frecuencia de la segunda clase es el motor asincrónico de rotor provisto de collares: este rotor suministra la corriente secundaria, mientras que el estator recibe la corriente primaria: la inducción electromagnética que se ejerce entre el estator y el rotor deja subsistir la misma frecuencia si el rotor se mantiene inmóvil en el campo del estator. Por el contrario, la modifica si se imprime al rotor una velocidad determinada por medio de un motor cualquiera.

En este último caso, la relación de las frecuencias se establece por la ecuación siguiente:

$$\frac{\text{Frecuencia secundaria}}{\text{Frecuencia primaria}} = \frac{\omega_{\text{sin.}} - v_e}{\omega_{\text{sin.}}}$$

en la que  $\omega_{\text{sin.}}$  designa la velocidad angular de sincronismo en  $t$  por minuto,  $v_e$  la velocidad de arrastre en  $t$  por minuto.

Si la dirección de arrastre del rotor por su motor es de sentido opuesto al primero, el signo — del numerador del segundo término de la ecuación se cambia en signo +.

En el caso, por ejemplo, de un aumento de frecuencia y siendo la frecuencia primaria de 25 por segundo, es necesario invertir el sentido de rotación normal y hacer girar el rotor a 140 por 100 de su velocidad sincrónica para alcanzar en la secundaria la frecuencia de 60 por segundo, tomando por el numerador de la anterior ecuación el valor  $25 + (1,4 \times 25) = 60$  por segundo.

Tal es la frecuencia del rotor; en cuanto a la energía suministrada bajo esta frecuencia, el estator contribuye bajo forma electromagnética en la proporción de  $\frac{35}{60}$ .

Esta disposición permite, pues, obtener cualquier frecuencia desde 0 hasta un máximo determinado por la aceleración que es posible dar con toda seguridad al rotor.

Este alternador de frecuencia ofrece una simplicidad casi ideal, pero la mala regulación de tensión que resulta es opuesta a su desarrollo comercial.



En los alternadores de frecuencia del tercer tipo, la frecuencia secundaria está suministrada por un alternador sincrónico entrenado por un motor que puede ser tanto del tipo asincrónico como del sincrónico.

El alternador de frecuencia que se obtiene por esta combinación de un alternador sincrónico y de un motor de corriente alterna, se designa entonces:

Como alternador de frecuencia asincrónica si el motor de arrastre es asincrónico.

Como alternador de frecuencia sincrónica si por el contrario el motor de gobierno es del tipo sincrónico.

Como el alternador y su motor no tienen conexión eléctrica entre sí, se puede dar a los devanados de cada uno la tensión o el número de fases que se deseen, lo que hace que en adición de su papel de alternador de frecuencia, el aparato puede también llenar los de transformador de tensión o de fases.

**Velocidad máxima de funcionamiento.** — Los números de polos sobre el motor están evidentemente en la misma relación que las frecuencias: de un modo riguroso si se trata del alternador de frecuencia sincrónica, y próximo al deslizamiento si se trata del alternador asincrónico.

Es este el elemento que fija la velocidad máxima para la cual puede estudiarse el aparato.

En el caso del alternador de frecuencia asincrónica hay que hacer todavía esta reserva: que *la relación de las dos frecuencias varía un poco con la carga.*

**Características de principio de los alternadores de frecuencia sincrónicos y asincrónicos.** — Con nada se puede comparar mejor el alternador de frecuencia sincrónica que con un acoplamiento mecánico flexible o deslizante, como por ejemplo, un embrague.

Hay lugar a adoptar el tipo sincrónico si se quiere que la frecuencia secundaria esté en relación absolutamente invariable con la frecuencia primaria; en particular si se quiere sustraer la frecuencia a toda influencia de la carga o si se quiere poner el factor de potencia del motor bajo la dependencia del electricista o si se desea en fin que el grupo sea perfectamente reversible y pueda dar los medios de pasar de la frecuencia 1 a la frecuencia 2 o inversamente a voluntad.

En las demás circunstancias se puede con ventaja adoptar el alternador de frecuencia asincrónica que hace más fáciles las maniobras de puesta en paralelo y de reparto de la carga.

Antes de comparar más estrechamente los dos tipos de alternadores de frecuencia, resumiremos las indicaciones dadas por Mr. Towsend sobre el funcionamiento de uno y otro tipo.

**Alternadores de frecuencia asincrónicos.** — El motor de arrastre del aparato puede ser de rotor de caja o de anillos.

El *demarrage* se verifica del mismo modo que con los motores asincrónicos: es decir, que absorbe una intensidad de corriente limitada entre el 30 al 50 por 100 de la corriente a plena carga si el devanado del rotor está provisto de anillos y una intensidad de 100 a 150 por 100, por el contrario, de la corriente a plena carga, si el rotor es de caja de ardilla.

**Sincronización.** — Cuando se quiere hacer funcionar alternadores de frecuencia en paralelo, es necesario dar la preferencia al tipo asincrónico de caja desde el punto de vista de la facilidad de sincronización.

Supongamos por ejemplo, que se trata de poner en paralelo con un grupo que funciona a plena carga un nuevo grupo que funciona en vacío. En este caso no existe deslizamiento en el segundo grupo cuando el primer grupo funciona con el deslizamiento total debido a la carga. Es conveniente dar al segundo grupo, artificialmente y antes de ser cargado, un deslizamiento igual al del primer grupo, de manera que se haga en seguida su acoplamiento en completa seguridad.

Se puede producir este deslizamiento cargando artificialmente el motor del segundo grupo, tanto si es del tipo de caja como si es de collares.

Pero se puede todavía con más facilidad, si es de collares, obtener y regular el deslizamiento con precisión por medio de resistencias insertas por los collares en el rotor.

También se puede acoplar el segundo grupo «al vuelo» después de llevado el grupo a su plena velocidad y cortado la alimentación del motor.

**Distribución de la carga.** — La carga entre alternadores de frecuencia asincrónica que funcionen en paralelo depende de los deslizamientos respectivos de los motores. Y si se quiere que el reparto de la carga sea proporcional a la capacidad de los grupos es necesario darles el mismo deslizamiento.

Es aún una ventaja de los motores de collares de prestarse al ajuste fácil del deslizamiento por medio de una resistencia en el rotor; pero para emplear esta forma de regulación en todas las circunstancias hay que condenarse a mantener las escobillas en fricción sobre los anillos del rotor y la resistencia inserta en su circuito. La economía requiere, por el contrario, poner los devanados del rotor en corto circuito y levantar las escobillas para evitar las pérdidas reostáticas y los frotamientos en marcha continua. Por consecuencia es mejor volver a la solución ya antes indicada y dar a los motores por la misma construcción un deslizamiento igual en las condiciones de marcha en plena carga y en corto circuito.

Con motores de caja, no dando un deslizamiento igual a plena carga, ésta se reparte en proporción de los deslizamientos a plena carga de los motores.

**Reversibilidad.** — La energía puede cambiar de sentido en un grupo como el supuesto: es decir, que el generador sincrónico puede llenar el papel de motor y el motor asincrónico el de generador de inducción, con tal que los alternadores sincrónicos marchen en paralelo con el grupo, de potencia suficiente para suministrarle su corriente magnética, así como la componente reactiva de la potencia total que representa la carga de la red.

Funcionando como generador de inducción, el motor asincrónico debe girar a velocidad hipsincrónica; y lo mismo que en su marcha como motor, su deslizamiento varía con la carga, los deslizamientos iguales por encima y por debajo del sincronismo correspondiente a gastos iguales como generadores y como motor.



Para realizar en una instalación de buenas condiciones de reversibilidad, grupos alternadores de frecuencia, se pueden emplear dos grupos asincrónicos así constituidos: uno con una máquina asincrónica de baja frecuencia acoplada a un alternador sincrónico de alta frecuencia, mientras el otro tendrá un alternador sincrónico de baja frecuencia acoplado a una máquina asincrónica de alta frecuencia.

La corriente magnética necesaria al grupo invertido será siempre suministrada por el alternador sincrónico del otro grupo, es decir, por el primero en la transformación elevadora de frecuencia y por el segundo en la transformación reductora.

#### Alternadores de frecuencias sincrónicas. —

Para estudiar el funcionamiento de estos grupos, M. Towsend estudia la influencia de la carga de una máquina sincrónica sobre el desfase entre la fuerza electromotriz (o contra electromotriz) y la tensión en los bornes de la máquina (generador o motor).

Si se considera un generador, este desfase es nulo en vacío, pero cesa de serlo desde que existe una carga sobre la máquina, aunque el factor de potencia de esta carga sea de 100 por 100 en razón de la resistencia y de la inductancia de los devanados del alternador.

M. Towsend lo representa por un diagrama el cual indica la deformación producida por la disminución o aumento del factor de potencia exterior a la máquina. Estos diagramas polares son muy conocidos siendo innecesaria aquí su reproducción para la comprensión del asunto.

Dadas la dificultad de la puesta en paralelo y las violentas corrientes de sincronización que se cambian en el momento del acoplamiento de las máquinas que no están en fase, M. Towsend indica que es ventajoso acoplar desde luego la alta frecuencia y a continuación la baja frecuencia.

Y no se contenta con esta precaución en la práctica sino que conviene en que la construcción dada al grupo permita la rotación del estator o del rotor en un ángulo dado y no se emplee en una máquina que funcione en vacío y se trate de acoplar en paralelo con otra ya en carga.

De aquí este aspecto bien conocido de los grupos alternadores de frecuencia sincrónica y también su sensibilidad bien conocida a los accidentes y a las falsas maniobras.

**Distribución de la carga.**— Si dos grupos idénticos funcionan en paralelo, la carga se reparte con igualdad y todo cambio llevado a la excitación de una de las máquinas tendrá por única consecuencia cambiar el factor de potencia.

Para hacer tomar más carga a una máquina es necesario dar a su fuerza electromotriz un avance de fase en relación a la fuerza electromotriz de la otra máquina: lo que se verifica haciendo girar su estator en un ángulo reducido en el sentido opuesto al de rotación.

Después de haber estudiado detenidamente la construcción conveniente de los grupos alternadores sincrónicos que han de funcionar en paralelo, M. Towsend pasa al estudio del *demarrage* de estos grupos.

**Demarrage.**— Puede verificarse por medio de un motor de *demarrage* acoplado mecánicamente sea por

los recursos mismos del grupo si se le integra con un motor o bien un generador capaz de arrancar y sincronizarse por sí mismo.

La solución mediante un motor de *demarrage*, separado, se aplica con un motor asincrónico con dos polos menos que el motor sincrónico y un rotor de caja o de anillos.

Con la otra solución el motor sincrónico arranca más simplemente, pero al precio de una corriente más considerable, puesto que éste es un motor sincrónico que funciona momentáneamente en asincronismo. Las piezas polares macizas le permiten ganar fácilmente la velocidad del sincronismo. Es conveniente emplear también un autotransformador para reducir el aflujo de corriente en el *demarrage*.

**Sincronización.**— Se facilitará la sincronización si el acoplamiento se hace desde luego del lado de baja frecuencia, pero se ha visto que había interés en verificarlo por el lado de alta frecuencia para reducir la afluencia de corriente inicial.

Para la sincronización simultánea de dos grupos de alta y baja frecuencia, se emplean dos sincronoscopios y se siguen con atención las indicaciones hasta que denoten la concordancia simultánea de los sincronismos de alta y baja frecuencia.

Para la sincronización separada se pone el motor en paralelo con la red y se lee en el sincronoscopio la diferencia de fase entre la tensión en las barras y la fuerza electromotriz del generador.

Se invierte entonces la excitación del motor de manera que se produzca el deslizamiento de un polo, viéndose al sincronismo tomar una nueva posición. Se conserva la maniobra y se hace deslizar de nuevo un polo invirtiendo la excitación y se observa con el sincronoscopio si existe sincronismo y si hay lugar a acoplar el generador sobre la red.

El sincronoscopio no permanece inmóvil si la carga varía, puesto que ésta hace cambiar el desfase y el factor de potencia.

Es necesario, pues, que el sincronoscopio esté provisto de un accesorio de corrección que permita verificar la operación de acoplamiento de un modo simple y correcto tal como antes se ha indicado.

**Conclusión.**— Existe poca diferencia a verificar entre los alternadores de frecuencia del tipo sincrónico y de los del tipo asincrónico, desde el punto de vista de los elementos siguientes:

Precio de coste, rendimiento, capacidad de sobrecarga, seguridad de funcionamiento, gastos de entretenimiento.

Aunque se espere se dé la preferencia a los alternadores de frecuencia del tipo sincrónico, desde el punto de vista de las maniobras de acoplamiento y de sincronización como del de la distribución de la carga entre las máquinas, M. Towsend concluye que no hay lugar en último análisis a detenerse en estas dificultades y que la práctica las ha resuelto casi por completo por la adopción del estator regulable que antes hemos señalado.

Si no se adopta esta disposición, la puesta en sincronismo es más o menos difícil según la relación de conversión de la frecuencia.

Los accidentes que se pueden producir con una



buena sincronización pueden evaluarse como sigue:

Si se pasa de 25 a 40 por seg.	1 sobre 5
» 40 a 25 »	» 2
» 25 a 50 »	» 1
» 50 a 25 »	» 1
» 40 a 50 »	» 2
» 50 a 40 »	» 5

En todos los casos se puede fácilmente, deslizando un polo como hemos indicado, obtener la diferencia de fase que permite acoplar sin peligro, aunque el autor concluye en favor del tipo sincrónico en los casos más numerosos.

SANTIAGO ANDREU, Ingeniero.

## La sección en los conductores eléctricos

### Método práctico para calcularla

Ya sabemos que la resistencia de un conductor es proporcional directamente a su longitud e inversamente a su sección o diámetro. Es decir que cuanto más largo y más delgado sea, mayor será su resistencia.

De modo, que lo que convendría en toda instalación eléctrica sería emplear conductores cortos y de gran diámetro para evitar o aminorar la pérdida de energía eléctrica consumida por la resistencia; pero como lo primero depende de las circunstancias y lo segundo hace elevar mucho el precio de las instalaciones, de aquí la necesidad de someter al cálculo la resolución del problema que se nos presenta para averiguar dichos factores.

El límite máximo de la pérdida de tensión en los conductores puede concederse hasta un 10 %; es decir, que para 110 voltios en los terminales de la dinamo, deben llegar 100 a la última lámpara. Esta proporción solo es admisible para conductores de gran longitud. En las pequeñas instalaciones solo se llega a un 5 %, que apenas se percibe en la luz.

La pérdida de tensión se calcula haciendo uso de la ecuación:

$$E = I \times R$$

en la que E representa la fuerza electromotriz (que en este caso es la pérdida de tensión que se quiere determinar), I la intensidad y R la resistencia. El producto de estos dos factores nos dará su valor.

Para averiguar por cuantos amperios está representada la intensidad, hay que basarse en el número de lámparas que se intercalan y en su intensidad luminosa, partiendo del supuesto de que las lámparas de 100 voltios y de 16 bujías necesitan una intensidad de 0,55 amperios. Así, por ejemplo, 40 lámparas de esta clase necesitarán una intensidad de 22 amperios.

Si la intensidad luminosa fuera diferente, pero igual la fuerza electromotriz, para saber el consumo por lámpara se formará una proporción simple basada en que la intensidad luminosa es proporcional a la de la corriente.

Así, si se quiere averiguar la intensidad necesaria para 40 lámparas de 100 voltios y 10 bujías empezaremos por determinar la intensidad que corresponde a

cada una de estas lámparas, por la siguiente fórmula:

$$\frac{X}{0,55} = \frac{10}{16}$$

de la que obtendremos  $X = 0,34$  amperios que multiplicado por 40, número de lámparas, se obtiene 13,6 amperios para la intensidad.

La intensidad normal que debe tener una corriente que circula por los conductores es de 2 amperios por  $\text{m}^2$ ; nunca debe ser superior de 3.

Supongamos que se trata de determinar la sección de los conductores para una instalación como la que representa la figura.

Empezaremos por calcular el diámetro que deberán tener los conductores principales en las tres partes en que los consideramos divididos, por razón del número de lámparas.

Estas tres partes son:

*ab*, *bc* y *cd*.

Por la primera, *ab*, pasará la intensidad para el total de la instalación.

Por la segunda, *bc*, solo pasará la de *bc* más la de *cd* o sea el total, descontando la intensidad que consume el primer circuito de 12 lámparas.

Por la tercera, *cd*, solo pasará la necesaria para alimentar sus 20 lámparas.

La intensidad de las lámparas la suponemos de 16 bujías y de 100 voltios la fuerza electromotriz.

#### Conductor *ab*

$$12 \times 14 \times 20 = 46 \text{ lámparas}$$

$$I = 40 \times 0,55 = 22 \text{ amperios}$$

Bajo la hipótesis de que la intensidad normal admitida es de 2 amperios por  $\text{m}^2$  de sección, entrando con los 22 amperios, la resistencia, teniendo en cuenta que el conductor es doble y que la longitud en esta sección que consideramos es de 40 metros, tendremos:

$$R = 80 \times 0,00132$$

$$R = 0,1056 \text{ ohmios}$$

y conociendo I y R tendremos:

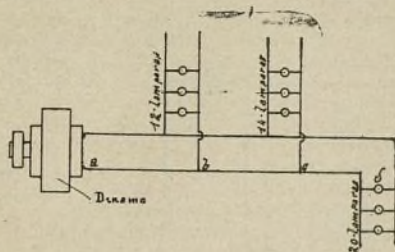
Pérdida de tensión, o

$$E' = 22 \times 0,1056 = 2,323 \text{ voltios.}$$

#### Conductor *bc*

$$20 + 14 = 34 \text{ lámparas;}$$

$$I = 34 \times 0,55 = 18,70 \text{ amperios.}$$





El diámetro del conductor para esta intensidad es de 3,5 milímetros.

Resistencia del conductor:

$$R = 40 \times 0,00173 = 0,0692 \text{ ohmios}$$

pérdida de tensión:

$$E' = 18,7 \times 0,0692 = 1,294 \text{ voltios.}$$

Conductor *cd*

$$20 \text{ lámparas: } I = 20 \times 0,55 = 11 \text{ amperios.}$$

El diámetro del conductor para esta intensidad es de 3,0 milímetros.

Resistencia del conductor:

$$R = 60 \times 0,00235 = 0,141 \text{ ohmios;}$$

pérdida de tensión:

$$E'' = 11 \times 0,141 = 1,555 \text{ voltios.}$$

De igual manera efectuaríamos el cálculo de la pérdida de tensión para los conductores secundarios, la cual si su longitud es corta puede despreciarse.

Admitiendo esta hipótesis, la pérdida de tensión *E* desde la dinamo hasta la última lámpara, será igual a la suma de las pérdidas de las secciones *ab*, *bc* y *cd* de los conductores.

Por lo tanto:

$$E = E' + E'' + E''' = 2,323 + 1,294 + 1,551 = 5,168 \text{ voltios.}$$

Así pues, si las lámparas son de 100 voltios la dinamo deberá desarrollar 106 voltios para que tengan la intensidad luminosa marcada.

S. LOPEZ TAPIAS, Ingeniero.

## Teoría del escape en las locomotoras

El aparato del escape de la locomotora puede representarse esquemáticamente por la figura. Comprende la tobera de escape, cuyo eje vertical coincide con el eje vertical de la chimenea. El aire y los gases que atraviesan el haz tubular, la rejilla y el combustible en ignición sobre ésta representan una resistencia considerable; las pérdidas de carga en una marcha cualquiera son siempre proporcionales al cuadrado del gasto.

En virtud de la depresión producida por el escape, los gases que atraviesan el haz tubular originan una resistencia la cual se puede reemplazar por un orificio *O*, constante para calderas iguales el cual se supone calculado para dejar pasar a la caja de humos el volumen de gas que realmente pasa a ésta bajo la depresión que engendra el escape. Cuando las resistencias disminuyen significa un orificio mayor, o al revés, un orificio de menor sección significa un aumento de resistencia.

Para que tenga lugar la salida de los gases por la chimenea es preciso que la depresión producida por el escape sea directamente proporcional al cuadrado del gasto o también proporcional al cuadrado de la velocidad.

Llamemos por:

*G*, al gasto en metros cúbicos de gas.

*H*, la columna de agua que mide la diferencia entre la presión atmosférica *p* y la presión *p*<sub>1</sub> de los gases en la caja de humos.

Podemos decir:

$$\frac{G}{T} = \sqrt{H} = \sqrt{p - p_1}$$

y quitando el denominador

$$G = T \sqrt{p - p_1}$$

para hacer desaparecer el radical elevaremos los dos miembros al cuadrado y quedará

$$G^2 = T^2 (p - p_1) \quad (a)$$

*T* es una constante que se llama orificio de abertura o equivalente; un pequeño valor de esta constante signi-

fica una llegada difícil de aire y gases a la caja de humos; un gran valor de dicha constante significa un acceso fácil de aire y gases. Para establecer la teoría objeto de este estudio se supone seco al vapor que por la tobera se dirige a la atmósfera siendo *p*<sub>0</sub> su presión absoluta y su velocidad como si así fuera, que es nula la depresión al hallar la densidad de los gases en la base *B* de la chimenea; que la densidad de los gases y vapores es siempre constante y que no se tiene en cuenta la diferencia de alturas entre el vértice [más alto de la chimenea y la rejilla, origen del tiro natural].

Sea:

*d*<sub>1</sub> la densidad del vapor al salir de la tobera de escape.

*d* la densidad de la mezcla gaseosa.

*V* la velocidad de salida de vapor por la tobera de escape.

*v* la velocidad de los gases de combustión en la base *B* de la chimenea.

*v*<sub>1</sub> la velocidad de salida de la mezcla gaseosa.

*S* la sección en el vértice de la chimenea.

*s* la sección en la tobera de escape.

Según las hipótesis admitidas, tendremos:

$$\frac{G^2}{T^2} \cdot S = \frac{(d_1 s V^2 + d S v^2) - (d_1 s V + d S v) v_1}{g} = S (p - p_1) \quad (b)$$

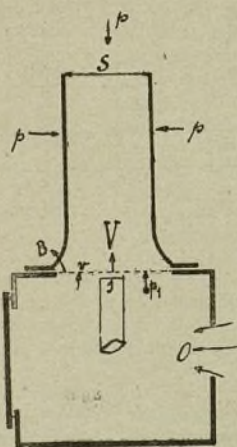
La cantidad de movimiento que se pierde por unidad de tiempo, proyectada según el eje, está representada por el minuendo.

$$\frac{d_1 s V^2 + d S v^2}{g}$$

El segundo término de la diferencia representado por

$$\frac{(d_1 s V + d S v) v_1}{g}$$

resulta del empuje de las presiones sobre los gases



Aparato de escape.



que llenan la chimenea, representadas por  $p_1$  en la figura 1, supuestas constantes en la porción de chimenea en que tiene lugar la mezcla de los gases que salen del haz tubular y el vapor que sale por la tobera de escape, por lo cual la impulsión que se ejerce en toda la sección inferior de escape de la chimenea compensa a la impulsión que se ejerce alrededor de la tubería de escape en una sección que es la total disminuida en la sección S del vértice de la chimenea.

Igualando los gastos en la base y en el vértice de la chimenea obtenemos:

$$Bv + sV = Sv_1$$

pero el gasto

$$G = Bv$$

por lo cual la ecuación (a) puede escribirse

$$B^2 v^2 = (p - p_1) T^2. \quad (d)$$

Por medio de las fórmulas  $b$ ,  $c$ ,  $d$ , y conociendo la velocidad  $V$  de salida de vapor por la tobera de escape, se puede encontrar la velocidad  $v$  de los gases de la combustión; la velocidad  $v_1$  de salida de la mezcla y la presión  $p_1$  en la caja de humos.

Encontrada  $v_1$  y la diferencia  $p - p_1$  si estos valores los sustituimos en la ecuación (b) obtendremos una de segundo grado cuya incógnita es la relación  $\frac{v}{V}$ .

Podemos escribir:

$$\left[ g \left( \frac{B}{S} \right)^2 \left( \frac{S}{T} \right)^2 - d \frac{B}{S} \left( 1 - \frac{B}{S} \right) \right] \left( \frac{v}{V} \right)^2 + \left( d_1 + d \right) \frac{S}{S} \cdot \frac{B}{S} \left( \frac{v}{V} \right) - d_1 \frac{S}{S} \left( 1 - \frac{S}{S} \right) = 0$$

si hacemos

$$\frac{B}{S} = n; \frac{S}{S} = m$$

quedará

$$\left[ g n^2 \left( \frac{S}{T} \right)^2 - d n (1 - n) \right] \left( \frac{v}{V} \right)^2 + \left( d_1 + d \right) n m \left( \frac{v}{V} \right) - d_1 m (1 - m) = 0$$

De la velocidad de salida de vapor por la tobera de escape depende la velocidad de salida de los gases en la sección B y del cuadrado de la velocidad de salida del vapor depende la depresión en la caja de humos.

En las locomotoras puede determinarse con suficiente aproximación para la práctica la velocidad de salida del vapor por la tobera de escape, por fórmula

$$\frac{p_0 - p}{d_1} = \frac{V^2}{2g}$$

La velocidad de salida de los gases y por lo tanto su gasto es proporcional a la velocidad de salida del vapor por la tobera de escape; varían como la raíz cuadrada de la contrapresión en el cilindro, siendo proporcional la depresión en la caja de humos a dicha contrapresión.

Se puede por medio de coordenadas determinar con diferentes radios de chimenea el efecto producido con toberas de diferente sección.

Pero en la práctica es más útil determinar la sección de la tobera para la mayor vaporización posible de la caldera considerada. Varias son las fórmulas que

la determinan pero la más simple y racional, al menos así lo creemos, es la siguiente:

$$d^2 = 1.96 Q$$

de donde deducimos:

$$d = \sqrt{1.96 Q} = \sqrt{1.96} \times \sqrt{Q} = 1.4 \sqrt{Q} \quad (f)$$

$d$  es el diámetro de la tobera en milímetros.

$Q$  la vaporización por hora en kilogramos.

La relación entre la sección  $s$  de la tobera y la sección  $S$  de la chimenea en su vértice es variable; se admite por lo general que puede ser

$$\frac{1}{S} = 0.05; 0.10; 0.15$$

Para encontrar la vaporización por hora y en kilos la fórmula más usada es

$$Q = 460 \sqrt{A \times A_1} \quad (g)$$

en la cual:

$Q$  tiene la misma significación que antes.

$A$  es la superficie de calefacción de la caldera considerada, en  $m^2$ .

$A_1$  es la superficie de parrilla de la misma caldera en  $m^2$ .

Tomando como tipo de caldera las de la serie 1300 de la Compañía de los Ferrocarriles M. Z. A. se obtiene una vaporización por hora y en kilogramos

$$Q = 460 \sqrt{258.13 \times 4.10} = 14864$$

exactamente, siendo  $A = 258.13 m^2$  y  $A_1 = 4.10 m^2$  fórmula (g).

Con estos datos se encuentra por la fórmula (f) un diámetro de tobera de escape

$$d = 1.4 \sqrt{14864} = 170 m/m.$$

La sección circular de la tobera es:

$$s = \frac{3.14}{4} \times 17^2 = 227.065 cm^2$$

La chimenea es cónica, divergente a la salida; admitiendo la relación 0.15 entre la sección  $s$  de la tobera y la sección  $B$  en la base de la chimenea, encontramos que la sección  $B$  tiene por valor:

$$B = \frac{227.065}{0.15} = 1513.8 cm^2 = \frac{\pi D^2}{4}$$

y de aquí el diámetro:

$$D = \sqrt{\frac{1513.8}{0.785}} = 43 cm. \text{ aprox.}$$

A causa de la mayor sección  $S$  en el vértice de la chimenea, admitimos que

$$\frac{s}{S} = 0.12$$

y sustituyendo las letras por sus valores hallamos para la sección:

$$S = \frac{227.065}{0.12} = 1892.20 cm^2 = \frac{\pi D_1^2}{4}$$

de donde

$$D_1 = \sqrt{\frac{1892.20}{0.785}} = 49 cm.$$

valores reales de los diámetros inferior y superior en estas chimeneas.

FRANCISCO LACOMBA GARCÍA.  
Perito Agregado al M. y T. de los ferrocarriles de M. Z. A.



## Turbina de vapor de 10.000 kilowatios

### de la Central de Energía Eléctrica de Buenos Aires (Véase la lámina-plano central)

Completamos la descripción de la importante central de energía eléctrica de Buenos Aires, de cuyas notables instalaciones reproducimos algunas plantas y secciones en nuestra última lámina central (1), con la de las dos turbinas de 10.000 kw. últimamente adicionadas de las que reproducimos una sección longitudinal y algunos detalles en la de este número.

Como se puede observar por la sección longitudinal (fig. 1) es del tipo de disco y tambor. Está calculada para desarrollar 12.500 k. v. a. en los bornes del generador funcionando normalmente y siendo alimentada con vapor a una presión en la válvula de movimiento de 13,357 kgs. por centímetro cuadrado y una temperatura de recalentamiento de 115,50° C. La velocidad es de 1.500 revoluciones por minuto. Teniendo en cuenta la elevada temperatura del vapor todas las tuberías están dotadas de piezas para la expansión.

El dispositivo más notable de la máquina es la de un disco, en vez de la forma de tambor, para el escape de la turbina aunque ésta funciona conforme al principio de reacción. El proyecto de la turbina ha sido estudiado sobre la base de que ésta desarrollara una velocidad de 182,90 metros por segundo. Las palas de la sección intermedia están montadas en dos tambores que son independientes del cuerpo principal del rotor.

En la figura 2 se reproducen detalles del órgano regulador de la máquina y de las bombas de aceite. El regulador principal tiene contrapesos horizontales y gobierna la admisión de aceite. El regulador de emergencia está colocado debajo de la rueda sin fin sobre el eje del regulador principal y cuando la velocidad excede de ciertos límites, lanza un lingüete sobre la transmisión de la válvula de movimiento principal; esta válvula se cierra entonces automáticamente bajo la presión de un muelle. La bomba de aceite está colocada al pie del eje del regulador como se indica.

En la figura 3 se muestra una sección de la válvula de movimiento. Como veremos, existe una segunda válvula entre éste y la cámara de vapor. Esta válvula

normalmente se cierra por un resorte y se abre por la acción del aceite admitido por debajo del émbolo. La presión del aceite admitido se gradúa por el regulador principal. La válvula de sobrecarga está representada en la figura 4. Esta se abre automáticamente cuando la presión del aceite bajo el émbolo cargado por el resorte, excede de un límite prefijado. Está previsto, como de ordinario, el ajuste de la velocidad normal de revolución, sea mediante un relai eléctrico, sea a mano.

El vapor para servicios auxiliares se toma de la cámara de vapor de la turbina, indicándose diagramáticamente en la figura 5, las diferentes aplicaciones representadas por las distintas ramas, A a F, que suministran vapor a la válvula reductora por la caja de estopas, por la bomba de aceite impulsora auxiliar de vapor y por diferentes válvulas automáticas. De éstas, la más importante es la que pone la turbina *sobre atmósfera* en caso de un accidente en el condensador. En la figura 6 se reproduce una sección por esta válvula que se conecta con el escape de la turbina y se abre por vapor vivo que actúa bajo el pistón A si por cualquier causa faltara el vacío.

El trabajo de la estación se facilita mucho con la adopción del combustible líquido. Se puede hacer vapor en 75 minutos y si la caldera está caliente, se puede adquirir presión para el funcionamiento normal, en 10 minutos.

El condensador está construido con plancha de acero y ángulos. Algunos detalles de su construcción se representan en las figuras 17 á 20. La longitud entre las reuniones de los tubos es de 5,8 metros; el diámetro del cuerpo principal es de 2,95 y del ramal de escape, de 2,2 m. La caja de agua está dividida en cada extremo del condensador en dos compartimientos enteramente independientes por un diafragma vertical. Por esta construcción el condensador está en realidad constituido por dos condensadores independientes comprendidos en el mismo casco. Cada uno de estos condensadores tiene su alimentación propia y ramales de descarga para el agua circulante, la cual se puede cortar en cualquiera de ellos sin afectar al otro.

(1) Véase el número correspondiente al 20 de Marzo último.

## Métodos para la fundición de los metales

### Obtención de las piezas de fundición maleable

La primera condición que deben poseer los objetos fabricados con fundición ha de ser una gran delgadez. De lo contrario no serían más sólidos que los hechos con fundición ordinaria, y resultaría más sencillo y económico el confeccionarlos con esta última. De un modo general, puede decirse que el empleo de la fundición maleable no es ventajoso sino cuando el espesor no es superior a 50 ó 60 milímetros.

Las mezclas varían, naturalmente, con el grueso de los objetos que se trata de obtener. A título de ejemplo, a continuación damos algunas de las más empleadas, que corresponden:

La I a piezas de 30 milímetros, próximamente;  
La II a piezas de 20 milímetros;  
La III a piezas de 10 milímetros;  
La IV a piezas de 5 milímetros.

I	
Fundición gris núm. 3	370
Fundición blanca	80
Trozos viejos de hierro forjado o acero dulce	550

II	
Fundición gris núm. 3	500
Fundición blanca	50
Trozos viejos de hierro forjado o acero dulce	450



por la  
o. La  
ulador  
entada  
uando  
por el  
evisto,  
mal de  
mano.  
a de la  
gramá-  
ciones  
que su-  
caja de  
liar de  
éstas,  
bre at-  
nsador.  
sta vál-  
a y se  
si por

con la  
hacer  
nte, se  
normal,

cha de  
rucción  
ongitud  
tros; el  
el ramal  
dida en  
mientos  
vertical.  
realidad  
es com-  
tos con-  
nales de  
ede cor-

ente;

70  
80  
50  
00  
50  
50





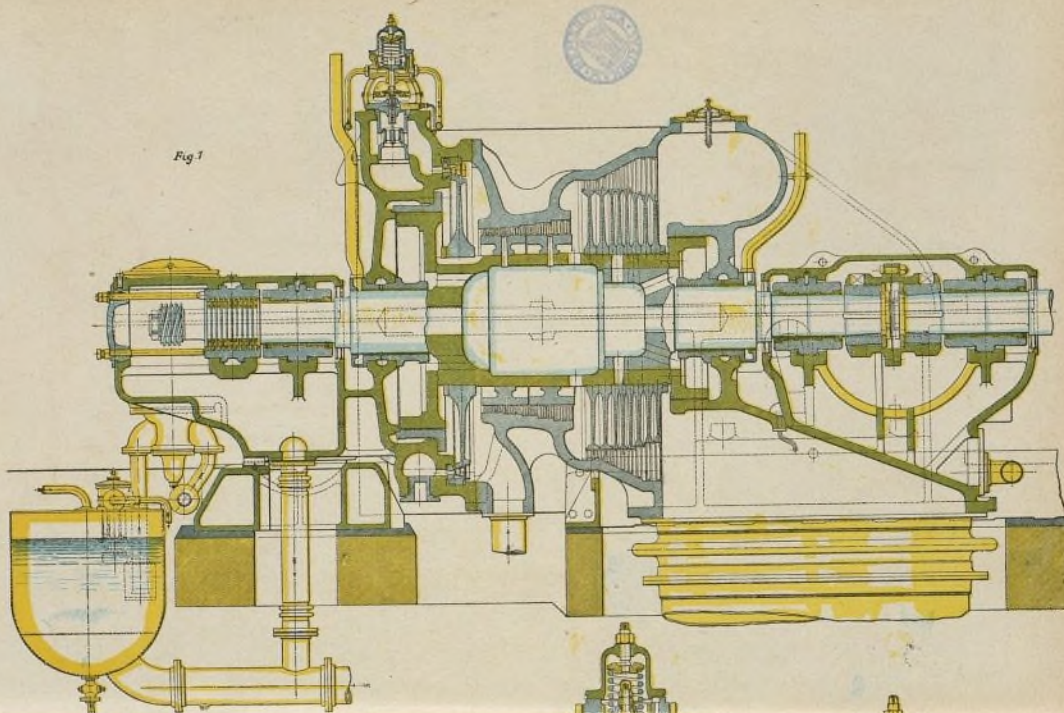


Fig. 1

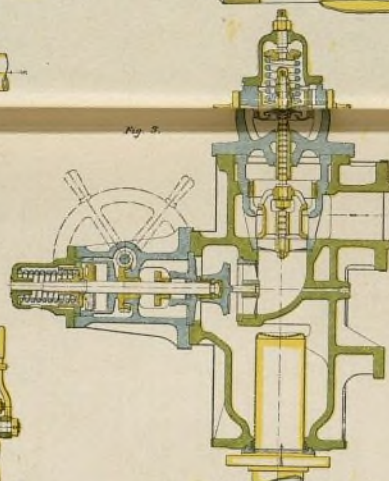
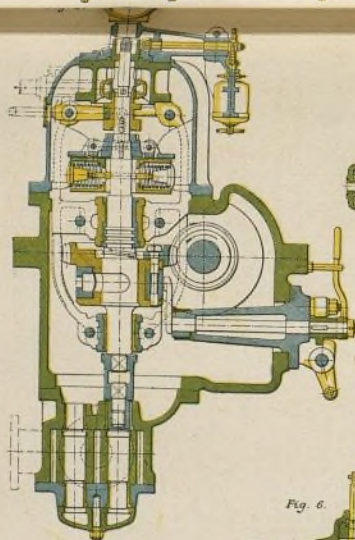


Fig. 3

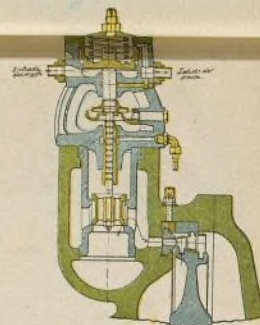


Fig. 4

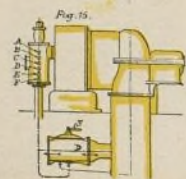


Fig. 5

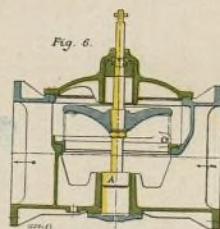


Fig. 6

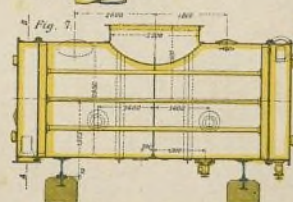


Fig. 7

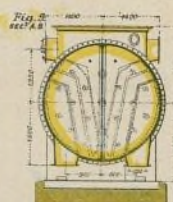


Fig. 8

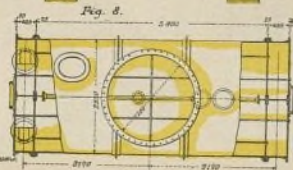


Fig. 9

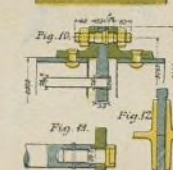


Fig. 10

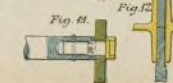


Fig. 11



Fig. 12



P  
temp  
mang  
L  
para  
con  
cant  
neral  
que s  
cla n  
recoc  
envue  
L  
estre  
de hie  
o de  
doles  
las m  
25 a  
circul  
hacer  
A  
piezas  
milim  
Pa  
con el  
mente  
dedur  
Lo  
forma  
Ge  
las ca  
das er  
penet  
partid  
El  
aunqu  
las pie  
cereza  
Pa  
sos di  
La  
con su  
En  
recoci  
nueva  
15 hor  
triales  
bien e  
clases  
Un  
un col  
haber  
quirir  
cocido  
nos ne



III	
Fundición gris núm. 3 . . . . .	650
Fundición blanca . . . . .	20
Trozos viejos de hierro forjado o acero dulce . . . . .	300
IV	
Fundición gris núm. 3 . . . . .	750
Trozos viejos de hierro forjado o acero dulce . . . . .	250

Para los usos en que el hierro necesite ser algo templado se incorporará a la mezcla mineral de hierro manganesífero, hierro-manganeso y limaduras.

La materia oxidante en que se envuelve las piezas para hacerlas maleables es preparada generalmente con hematita roja, mineral espático y una reducida cantidad de batiduras de fragua. Se transforma el mineral de hierro en pedazos de 4 milímetros a lo sumo, que se tuesta, muele y tamiza. Procúrese que la mezcla no sea fusible, pues a la elevada temperatura del recocido se fundiría y pegaría a las piezas en ella envueltas, estropeándolas.

Los recipientes en que se coloque las piezas serán estrechos y largos, pudiéndoseles construir de plancha de hierro, de regular espesor, de ladrillos refractarios o de arcilla pura mezclada con arena de cuarzo, dándoles un grueso mayor. En cuanto a las dimensiones, las más corrientes son 45 á 55 centímetros de altura y 25 a 35 de diámetro interior, cuando adoptan la forma circular, que es la más buena, si bien se las puede hacer de cualquiera otra.

A veces se funde las cajas del mismo metal que las piezas, en cuyo caso se les da un grueso de 15 á 20 milímetros próximamente.

Para que las piezas no puedan entrar en contacto con el aire, que las estropearía, se cerrará perfectamente las cajas; y cuando en alguna se note una hendidura se procederá a reemplazarla por otra.

Los hornos para el recocido pueden tener varias formas y dimensiones.

Generalmente se hallan dispuestos de manera que las cajas que contienen las piezas pueden ser colocadas en dos, tres o cuatro hileras y por pilas de tres, penetrando la llama en ellos por varios conductos repartidos en la cámara de calefacción.

El calor desarrollado ha de ser bastante intenso, aunque no tanto que funda algunos de los elementos de las piezas o las cajas; el que se traduce por un rojo cereza más o menos vivo es el mejor.

Para observar la marcha del horno existen numerosos dispositivos, que varían con el modelo utilizado.

La operación dura generalmente cosa de tres días con sus noches.

En ocasiones algunas piezas no quedan lo bastante recocidas, por cuya razón precisa someterlas a una nueva operación, como hay otras que con un fuego de 15 horas tienen suficiente. Por este motivo los industriales que quieran ocuparse de esta operación harán bien en tener varios hornos, destinados a las distintas clases de piezas.

Una vez enfriado dentro el molde, el metal tiene un color azulado. Si conserva este color y luego de haber desaparecido por causa de oxidación torna a adquirirle en el horno, señal de que no está lo bastante cocido. Si el color resulta mate o deslucido y más omeños negruzco, su superficie se ha vuelto ya maleable.

Las piezas serán colocadas en sus cajas en capas alternas con la materia desoxidante, de manera que queden aisladas entre sí y con dichas cajas. Y se depositará las mayores y que hayan de ser más recocidas en los lugares en que el calor sea más fuerte.

Se procurará que los objetos no conserven arena de la utilizada para el moldeo, porque en los lugares cubiertos por dicha arena no ejercerá su acción el recocido y, si el calor la funde, cosa no imposible ni aun difícil, se formará una capa que echará a perder la pieza.

Los empleos de la fundición maleable son numerosísimos; hácese con ella bielas de horquilla, árboles acodados, bielas comunes, volantes, engranajes y otras varias piezas para máquinas de imprimir, relojes, máquinas de coser, máquinas agrícolas, etc., así como llaves, casca-nueces, cuchillos, mosquetones para cadenas, piezas para arneses, bisagras, palancas de sifón para botellas, saca-corchos, estribos, espuelas, armas de fuego en general, etc., etc.

### Obtención de las piezas de acero

#### A.—Moldeo

Las arenas utilizadas en la fabricación de los moldes para piezas de hierro colado no convienen para el moldeo de los objetos de acero. Éstos no salen bien sino cuando se les vacía en arenas que, a la vez que muy refractarias, para resistir la elevada temperatura del acero líquido, son lo bastante plásticas para reproducir las formas del modelo.

Los elementos con que en la práctica se forma una primera materia apropiada son:

El cuarzo amorfo o cristalizado, tipo de las arenas refractarias.

La arcilla, tipo de las tierras plásticas.

El kaolín, que comunica a las mezclas cuerpo y elasticidad.

El cok, que, dándolas porosidad, facilita la salida de los gases de la fusión, absorbiendo la humedad y manteniendo la necesaria consistencia en los moldes.

El grafito natural o sea la plomagina pulverizada, que hace más refractarias las arenas.

Como para la fabricación de los moldes destinados a las piezas de fundición, las materias utilizadas en la confección de las destinadas al acero deben ser pulverizadas y en seguida mezcladas íntimamente.

Para que resulte más fácil molerlos, los cuarzos son calentados al rojo y proyectados bruscamente en agua fría.

Con el cok, grafito y otras materias no hay que efectuar operaciones especiales; se les reduce a polvo, que en seguida es tamizado, moléndolas conforme se las adquiere.

Una vez preparados los distintos materiales se procede a operar las mezclas.

En las fundiciones en que el número de aparatos es reducido, prepáraselas a mano, lo que proporciona un trabajo irregular, pues sólo mecánicamente es posible obtener mezclas bien íntimas.

Dispónese los ingredientes en capas superpuestas, que en seguida se corta en canales transversales y longitudinales, para lanzarlas con ayuda de palas a una criba, de la que pasan a una serie de tamices, donde la mezcla es continuada.



Al salir del último tamiz, la arena es trasladada al molino mezclada para su postrera manipulación.

Pásasela por otra serie de tamices, y deposítasela en recipientes apropiados, donde se la humedece con agua, o bien, si la cosa es posible, con un líquido que contenga materias aglutinantes (cerveza agria, por ejemplo), y déjasele la cosa de 8 días, para que el empapamiento sea mayor. Transcurrido ese tiempo se le puede utilizar.

Para las mazarotas y para rellenar los espacios de los moldes distantes del metal fundido empléase arenas viejas molidas y tamizadas.

Para los núcleos utilízase de ordinario 1 parte de tierra cruda y 3 de arena refractaria, a las que se añade estiércol de caballo, arena de centeno, etc.

Para barnizar o revestir interiormente los moldes hácese uso de una mezcla de restos de crisol con  $\frac{1}{10}$  de grafito y  $\frac{1}{10}$  de tierra cruda.

En la confección de los moldes debe tenerse en cuenta las indicaciones que para los destinados a la fundición, recordando que el acero posee una contracción que puede llegar a 15 y aun a 20 milímetros por metro.

Para prevenir los efectos de una contracción mal entendida, el dispositivo será dotado de nervios en el lugar donde deba ser empleada la mazarota.

Puesto dicho modelo en la caja, se le envolverá con arena de molde nueva y bien comprimida y batida hasta un espesor de 2,5 a 3,5 centímetros, rellenando los huecos que queden entre la capa y las paredes de la caja con arena vieja bien batida asimismo.

Cuando las piezas tengan ángulos agudos, sobreespesores, cambios súbitos de sección, etc., se aplicará a los moldes nervios suplementarios.

Los que hayan de ser secados en la estufa serán revestidos interiormente con un barniz de base aluminosa, por ejemplo, con una disolución clara de kaolín.

La temperatura de dicha estufa debe ser mantenida en 250 y 400 grados, pero sin dejarla llegar al rojo obscuro.

Están listos los moldes cuando el calor no produce vapores alrededor de ellos.

Los núcleos también son secados, y por cierto algo más que las piezas, debiendo ser revocados interiormente, al salir de la estufa, con alquitrán anhidro aplicado por medio de un pincel.

#### B.—Colada

Para efectuar la colada o vaciado de las piezas de acero, la posición de los moldes ha de ser tal que el metal líquido caiga en el sentido más aproximado a la vertical, evitando que en ellos haya superficies horizontales de regular extensión, pues el acero las llenaría mal. En semejante caso se las debe fundir verticalmente.

Las piezas no muy macizas y que presenten superficies planas pueden ser fundidas inclinando el molde o estableciéndole en un plano que forme un ángulo de 40 a 50 grados con el suelo del taller.

Con los cilindros, árboles, tubos, etc., la colada proporcionará mejores resultados si se la efectúa por su parte inferior.

De un modo general, debe procurarse que las piezas sean fundidas de suerte que el metal se dé a sí propio la mayor presión posible.

En la disposición de las coladas y canales de fusión se procederá teniendo en cuenta las propiedades del hierro.

Las mazarotas, que se dispondrá en la parte más alta de las piezas, tendrán, según la importancia de las mismas, de un quinto a la mitad de su volumen.

Los objetos pequeños serán desmoldeados en seguida aunque se muestren rojos, dejando que la contracción tenga lugar libremente.

Los objetos de gran peso habrán de enfriarse en el molde, pero se quitará de éstos los tornillos, chavetas, bridas, etc., para que la pieza se contraiga con entera libertad.

#### C.—Recocido

Después del desmoldeo, las piezas de acero presentan una ruptura de grano grueso, irregular y brillante parecido al del hierro quemado.

Inútil creemos decir que, en tal forma, el metal de que venimos hablando no tiene ninguna buena condición; no es maleable en frío, el menor choque puede romperle y carece de cohesión y homogeneidad.

Con el recocido, necesario para el acero como para la fundición maleable, corrijiase todas estas irregularidades y se mejora el metal.

Para este recocido la temperatura del horno debe ser elevada lentamente.

Su duración varía, por supuesto, con las piezas y la naturaleza del metal. Para los objetos menudos, algunas horas al rojo vivo son suficientes.

Como las de fundición maleable, las piezas de acero son encerradas en cajas metálicas; cuando poseen grandes dimensiones lo son en cámaras construídas con materiales refractarios, cámaras que se calienta generalmente por medio de un hogar de hulla, y en algunos establecimientos, con el gas proveniente de un generador cualquiera.

Para la reparación de las piezas en las cajas se empleará hematita roja mezclada con alguna hematita gris y una pequeña cantidad de carbón de cok.

Una vez retiradas del fuego, se dejará enfriar las piezas lo más lentamente posible.

#### D.—Accidentes que pueden sufrir las piezas

Las piezas de acero fundido están sujetas a dos accidentes de importancia. Estos accidentes son las grietas o hendeduras y las venteaduras. Consisten las primeras en aberturas longitudinales más o menos profundas y que se producen durante el enfriamiento. Las venteaduras son cavidades de dimensiones variables que se muestran en la masa del acero enfriado.

Las grietas son debidas a la naturaleza y calidad del metal, por lo que conviene elegirle siempre bien puro y perfectamente desoxidado, así como a la disposición de las piezas y la manera de colocarlas, lo que nos hace aconsejar a nuestros lectores que no prescindan, en lo referente a esas prácticas, de las indicaciones que acabamos de darles.

Las venteaduras, que se producen con más frecuencia en los aceros duros que en los dulces, y que engendran las mismas causas que las grietas, pueden ser evitadas incorporando al metal, antes de la colada, una pequeña cantidad de hierro-silicio.

En ocasiones un metal bien desoxidado, cargándose de oxígeno durante la colada, produce venteaduras.



Para evitar esto se echa el metal en el molde bajando lo más posible los cubos de relleno, para evitar la aspiración de aire por el acero.

Una buena disposición de los agujeros de los gases reduce asimismo en gran proporción la producción de venteaduras.

#### E.—Aceros varios

Incorporando a los aceros comunes ciertos metales, fórmanse interesantes aleaciones, entre las cuales las que más importancia tienen, desde el punto de vista industrial, son el *acero-aluminio*, el *acero-manganeso* y el *acero-silicio*.

El aluminio, que puede ser agregado solo o en el estado de hierro-aluminio, bastando una cantidad de 0,005 a 0,001 de aluminio metálico, impide la oxidación del metal y las venteaduras, dándole una gran fluidez, que facilita la colada; por otra parte aumenta su homogeneidad. La adición es efectuada disponiendo el metal o su aleación en el fondo del crisol calentado y echando sobre él el acero, fundido en otro crisol. El producto debe ser colado, para evitar las venteaduras, en moldes bien secos.

El manganeso, que destruye el óxido de hierro y forma con el acero una aleación más homogénea y dura que el metal primitivo, es incorporado en el estado de *spiegel* (de un 8 por 100 de manganeso) o en el de *hierro manganeso* (de un 60 por 100).

El silicio, muy oxidable, destruye el óxido de hierro más que el manganeso y tiende a transformar el carbono combinado en carbono grafitico, destruyendo la estructura cristalina y comunicando al metal cierta acritud, pero sin hacerle más homogéneo. Es agregado bajo la forma de *hierro-silicio* (de 12 a 15 por 100 de silicio) o *silicio-spiegel*.

#### Composición química de los combustibles minerales

COMBUSTIBLES	Carbono: partes	Hidrógeno y azufre: partes	Oxígeno: partes	Cenizas: partes
Antracita . . . . .	92,56	3,33	2,—	1,58
Litantracio graso y duro . . . . .	89,27	4,85	4,47	1,41
» graso . . . . .	87,45	5,14	5,63	1,78
» graso y de larga llama . . . . .	83,75	5,66	8,04	2,55
Litantracio no graso y de larga llama . . . . .	76,48	5,23	16,01	2,28
Lignito . . . . .	48,49	5,59	18,93	4,99

*Cantidad de carbonato de cal necesaria para neutralizar la sílice contenida en 100 kgs. de cok*

Sílice por neutralizar	Carbonato de cal necesario
1 kilogr.	1 <sup>k</sup> 11
2 »	2 22
3 »	3 33
4 »	4 44
5 »	5 55
6 »	6 66
7 »	7 77
8 »	8 88
9 »	9 99
10 »	11 11

#### Peso específico de los metales y sus aleaciones

	Peso por decímetro cúbico
Acero fundido. . . . . Kg	7,810
Aluminio fundido. . . . . »	2,560
Plata fundida. . . . . »	8,000
Antimonio fundido. . . . . »	6,720
Bismuto fundido. . . . . »	9,820
Fundición blanca fundida. . . . . »	7,500
» gris fundida. . . . . »	7,200
» negra fundida. . . . . »	7,260
Mercurio fundido. . . . . »	13,576
Bronce de campana . . . . . »	8,050
Bronce de cañón 10 Cobre 1 Estaño. . . . . »	8,581
» » 9 Cobre 1 Estaño. . . . . »	8,500
» » 8 Cobre 1 Estaño. . . . . »	8,450
Oro fundido. . . . . »	19,200
Plomo fundido. . . . . »	11,400
Platino. . . . . »	21,530
Cobre fundido. . . . . »	8,500
Estaño fundido. . . . . »	7,300
Cinc fundido. . . . . »	7,000
Manganeso fundido. . . . . »	7,200
Níquel laminado. . . . . »	8,670
Hierro forjado. . . . . »	7,800
Latón: 5 Cobre 1 Cinc. . . . . »	8,500
» 4 Cobre 1 Cinc. . . . . »	8,410
» 3 Cobre 1 Cinc. . . . . »	8,398
» 2 Cobre 1 Cinc. . . . . »	8,299

#### Punto de fusión de algunos metales

Acero. . . . .	1,300°
Aluminio. . . . .	625
Antimonio puro. . . . .	654
» del comercio. . . . .	629°5
Bismuto. . . . .	49
Bronce. . . . .	900
Cinc. . . . .	419
Cobalto. . . . .	415
Cobre. . . . .	1,400
» . . . . .	1,054
» . . . . .	1,080
Estaño puro. . . . .	232
Fundición. . . . .	1,050
Hierro. . . . .	1,500
Iridio. . . . .	1,950
Latón. . . . .	1,015
Manganeso. . . . .	1,650
Mercurio. . . . .	—39°5
Níquel. . . . .	1,600
Oro fino. . . . .	1,045
» . . . . .	1,062
Oro de 900/1,000. . . . .	1,000
Paladio. . . . .	1,500
Plata. . . . .	1,000
Platino. . . . .	1,775
Plomo. . . . .	326

#### Límites de temperatura según el aspecto del metal

	Según Silbermann	Según Pouillet
Rojo naciente. . . . .	650°	525°
Rojo oscuro. . . . .	730	700
Cereza naciente. . . . .	870	800
Cereza (fusión del hierro blanco). . . . .	970	900
Cereza claro (fusión del hierro gris). . . . .	1,000	1,000
Naranja oscuro (fusión de la plata). . . . .	1,100	1,100
Naranja claro (fusión del oro). . . . .	1,260	1,200
Blanco claro (fusión del acero). . . . .	1,300	1,300
Blanco brillante. . . . .	1,450	1,400



*Resistencia  
de varios materiales a la tensión*

NATURALEZA DE LOS MATERIALES	Fuerza de ruptura — Kilogramos	Fuerza práctica — Kilogramos
<b>METALES</b>		
	Por milímetro cuadrado	
Acero (término medio) . . . . .	70	12
Hierro forjado {El más fuerte. . . . .	60	10
{El más débil . . . . .	25	4
Palastro {En dirección de la fibra. . . . .	40	7
{En sentido transversal . . . . .	35	6
Fundición (término medio) . . . . .	15	3
Bronce » » » » » . . . . .	25	4
Cobre » » » » » . . . . .	20	3
Latón » » » » » . . . . .	12	3
Cinc » » » » » . . . . .	6	1
Estaño » » » » » . . . . .	3	0,05
Plomo » » » » » . . . . .	1,25	0,25
<b>MADERAS</b>		
	Por centímetro cuadrado	
Cedro (término medio) . . . . .	950	95
Olmo » » » » » . . . . .	950	95
Haya » » » » » . . . . .	900	90
Pino rojo » » » » » . . . . .	850	85
» blanco » » » » » . . . . .	750	75
Encina » » » » » . . . . .	630	63
Roble » » » » » . . . . .	600	60
<b>MATERIALES VARIOS</b>		
Piedra calcárea . . . . .	15	1,5
Ladrillo . . . . .	10	1
Yeso . . . . .	5	0,5
Mortero común . . . . .	2	0,2
» blanco . . . . .	10	1
Vidrio . . . . .	200	20

*Poder calorífico, peso, volumen de aire necesario  
para la combustión y residuos (cenizas) de los  
principales combustibles.*

COMBUSTIBLES	Poder calorífico en calorías	Peso de 1 m. cúbico de combustible	Volumen de aire en m. cúb. por kg. de combustible	Residuos (cenizas) por cada 100 partes
Carbón fósil . . . . .	7500	800	8,7	4
Lignito negro . . . . .	6200	750	7,5	9
» gris . . . . .	5300	600	5,7	12,5
Turba ordinaria . . . . .	3700	200	4,9	15
» seca . . . . .	4500	180	6,1	15
Madera ordinaria . . . . .	3000	340	4,6	4,5
» seca . . . . .	4000	280	5,7	4,5
Cok metalúrgico . . . . .	7600	400	8,0	6,5
» de las fábricas de gas . . . . .	6900	300	7,5	12
Carbón de turba . . . . .	6500	250	7,2	7
» de madera . . . . .	6550	200	6,1	5
Gas de alumbrado . . . . .	1150	0,50	15,0	—
Petróleo . . . . .	1150	750	12,0	—
Oxido de carbono . . . . .	2400	1,260	4,0	—
Gas de altos hornos . . . . .	1070	1,000	0,8	—
Hidrógeno . . . . .	29105	0,89	20,0	—

*Dilatación, por metro, de los metales  
a la temperatura de 100 grados centígrados*

Platino . . . . .	88 centésimas de milímetro.
Acero no templado . . . . .	1 milímetro.
Acero templado . . . . .	1 » ó 2 décimas.
Antimonio . . . . .	1 » »
Fundición . . . . .	1 » ó 1 décima.
Hierro forjado . . . . .	1 » ó 2 décimas.
Bismuto . . . . .	1 » ó 3 »
Alambre de hierro . . . . .	1 » ó 4 »
Oro recocido . . . . .	1 » ó 5 »
Cobre . . . . .	1 » ó 7 »
Bronce y latón . . . . .	1 » ó 8 »
Plata . . . . .	1 » ó 9 »
Aluminio . . . . .	2 » ó 2 »
Estaño . . . . .	2 » ó 3 »
Plomo . . . . .	2 » ó 8 »
Cinc fundido . . . . .	3 » »

*Contracción de varios metales  
después de su fusión*

Fundición . . . . .	$\frac{1}{96} = 0,0104$ de su longitud.
Fundición maleable . . . . .	$\frac{1}{48} = 0,0208$ » » »
Acero fundido . . . . .	$\frac{1}{72} = 0,0139$ » » »
Bronce . . . . .	$\frac{1}{134} = 0,0075$ » » »
Bronce de campana . . . . .	$\frac{1}{63} = 0,0159$ » » »
Latón . . . . .	$\frac{1}{63} = 0,0154$ » » »
Cinc . . . . .	$\frac{1}{62} = 0,0161$ » » »
Plomo . . . . .	$\frac{1}{92} = 0,0109$ » » »
Estaño . . . . .	$\frac{1}{125} = 0,0078$ » » »

La contracción en volumen es triple de la lineal y en la superficie doble.

*Espesor en milímetros y peso del metro cuadrado  
de chapas de cinc*

Número	Espesor en milímetros	Peso m. cuadrado	Número	Espesor en milímetros	Peso m. cuadrado
		Kilos			Kilos
6	0,30	2,10	14	0,87	6,10
7	0,35	2,45	15	0,98	7,
8	0,40	2,80	16	1,11	7,77
9	0,45	3,15	18	1,36	9,52
10	0,51	3,57	20	1,68	11,76
11	0,60	4,20	22	2,02	14,14
12	0,69	4,83	24	2,37	16,60
13	0,78	5,46	26	2,78	19,46

Dimensiones de las chapas: 2m × 0m80 y 2m × 1m.

*Temperaturas desarrolladas en los hornos  
y las operaciones metalúrgicas*

(Le Chatelier)

Fundición blanca . . . . .	Carbono, 4 por 100 . . . . .	Fusión, 1,135°
Fundición gris . . . . .	Carbono, 3,5 por 100 . . . . .	Fusión, 1,220°
	Silicio, 1,75 . . . . .	
	Fósforo, 0,50 . . . . .	
Acero dulce . . . . .	Carbono, 0,1 por 100 . . . . .	Fusión, 1,475°
	Manganeso, 0,3 . . . . .	
Acero semi-duro . . . . .	Carbono, 0,3 por 100 . . . . .	Fusión, 1,455°
	Manganeso, 0,2 . . . . .	
Acero duro . . . . .	Carbono, 0,9 por 100 . . . . .	Fusión, 1,410°
	Manganeso, 0,1 . . . . .	
Ferro-níquel . . . . .	Níquel, 25 por 100 . . . . .	Fusión, 1,460°
Acero-manganeso . . . . .	Manganeso, 13 por 100 . . . . .	Fusión, 1,430°
Bronce-aluminio . . . . .	Aluminio, 10 por 100 . . . . .	Fusión, 980°
Bronce-estaño . . . . .	Estaño, 20 por 100 . . . . .	Fusión, 790°



## Obtención del ácido benzoico o fenilfórmico

Este ácido aromático monobásico se halla muy esparcido en la Naturaleza, en parte en estado libre y en parte en forma de éter; en diferentes resinas, tales como el benjuí, en el Botany-bay (*resina de acaroides*); en la sangre de drago; en los bálsamos del Tolu y del Perú. Hállase también en ciertas esencias: en la *Cananga odoratissima*, en el castoreo, en el ilang-ilang; en ciertos frutos como las algarrobas, en los de arándano, en el meliloto, en la aspérula y en otras que existe en el reino vegetal; finalmente en la destilación de los carbones, es decir, en la brea de la anilina.

Por mucho tiempo se confundió con el *ácido hipúrico* hasta que los grandes químicos alemanes Liebig y Wöhler, no solamente lo diferenciaron del citado ácido, sino que fijaron su composición, cuya fórmula es la  $C_6H_5 \cdot CO \cdot OH$ .

**Preparaciones.**—Para obtener el *ácido-benzoico del benjuí*, tenemos que efectuar la operación por dos métodos: por sublimación directa o por vía húmeda.

El ácido benzoico obtenido por sublimación del benjuí se denominó *flores de benjuí*. El benjuí que se usa generalmente para esta operación es el de Palembang, que contiene más del 10 por 100 de ácido benzoico y está exento de ácido cinámico. Se deseca el benjuí de 50 a 60 grados, se pulveriza, se mezcla con igual cantidad de arena seca de grano grueso y se extiende la mezcla, en capa de un centímetro de altura, en una vasija de tierra o de hierro de fondo plano y provisto de un borde sobre el cual se pone luego un disco poroso o un papel con agujeros muy finos, para impedir que caigan los cristales de ácido benzoico sublimado formados sobre el benjuí ablandado, recubriéndose la vasija de sublimación de un cono de papel fuerte.

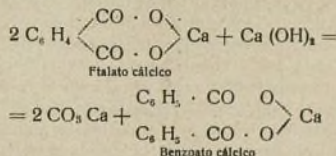
Dispuesto así el aparato, se pone en un baño de arena o en un baño de aire y se calienta la mezcla lentamente de modo que la temperatura se mantenga entre 150 y 180 grados. La mayor parte de los cristales se adhieren a la parte interna del cono de papel y una vez terminada la sublimación y enfriado el aparato, pueden ser fácilmente recogidos. En lugar del cono de papel se puede emplear también una caja espaciosa de cartón o de madera que se enlaza con la vasija que contiene la mezcla de arena y benjuí, mediante una pieza adicional de palastro. Debe evitarse calentar a más de 180 grados, porque entonces se forman productos empujados que comunican color pardo al ácido benzoico. Por más precauciones que se tomen es imposible obtener por sublimación todo el ácido benzoico contenido en el benjuí.

El rendimiento varía mucho con la calidad del benjuí empleado y, como los hay que tienen muy poco ácido benzoico, y algunos nada, conteniendo en su lugar ácido cinámico, con frecuencia conviene hacer un ensayo preliminar del benjuí. Para ello se pone una pequeña cantidad en un vidrio de reloj y se recubre con otro vidrio de reloj, poniendo entre ambos un disco de papel de filtro muy poroso; se calienta en baño de arena o de aire y se averigua así aproximadamente el rendimiento en ácido benzoico que puede espesarse. Cuando se obtiene el ácido benzoico por

sublimación en grande escala, se facilita el paso de los vapores del ácido a la cámara de condensación mediante una corriente de aire.

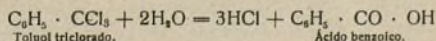
Para obtener el ácido benzoico del benjuí por *vía húmeda* se mezclan íntimamente 4 partes de benjuí con 1 a 1 y  $\frac{1}{2}$  partes de cal viva, previamente convertida en hidróxido rociándola con agua, y se digiere la mezcla con 40 ó 50 partes de agua por espacio de algún tiempo. Después se hierve una hora agitando fuertemente y cuidando de añadir el agua evaporada. Luego se pasa el líquido por un colador, se hierve el residuo bien dividido con 30 ó 40 partes de agua y se lava dicho residuo con agua caliente. Las disoluciones así obtenidas contienen benzoato cálcico, formado por reacción entre el ácido benzoico del benjuí y el hidróxido cálcico. Se mezclan estas disoluciones, se filtran y se concentran hasta reducir las a 10 partes, añadiendo entonces ácido clorhídrico ordinario de modo que el líquido tenga fuerte reacción ácida. Así se descompone el benzoato y queda en libertad el ácido benzoico que cristaliza por enfriamiento. Se recoge el ácido benzoico, se lava con poco agua fría, se prensa para eliminar el agua retenida y se purifica disolviéndolo en 20 partes de agua hirviendo, añadiendo en caso necesario una pequeña cantidad de carbón animal, para que cristalice por enfriamiento.

**Preparaciones industriales sintéticas del ácido benzoico.**—Se puede obtener benzoato cálcico calentando fuera del contacto del aire, a la temperatura de 300 a 350 grados una mezcla de una parte de la *sal cálcica del ácido ortofáltico* con  $\frac{1}{2}$  parte de hidróxido cálcico, cuya ecuación y proceso químico queda planteada por la forma que precede:



El benzoato cálcico se purifica disolviéndolo en agua y haciéndolo cristalizar; después se descompone con ácido clorhídrico para poner el ácido benzoico en libertad. Este método no se emplea actualmente en la industria porque resulta excesivamente caro.

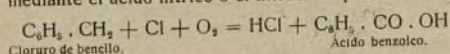
El ácido benzoico industrial sintético se obtiene principalmente mediante el *toluol triclorado* y se le denomina *ácido benzoico del toluol o del tolueno*. Ordinariamente se hace actuar largo tiempo el cloro sobre el toluol  $C_6H_5 \cdot CH_3$  hirviendo hasta que se ha convertido en un derivado triclorado  $C_6H_2 \cdot CCl_3$ . Calentando éste con agua, de 140 a 150 grados, o hervido largo tiempo con agua en un aparato provisto de refrigerante de reflujo, se convierte fácilmente en ácido benzoico.



También se obtiene industrialmente ácido benzoico por oxidación del cloruro de bencilo. Se principia obte-



niendo este compuesto por la acción del cloro sobre el toluol hirviendo, sin prolongar el tratamiento como en el caso anterior. Luego se oxida el cloruro de bencilo mediante el ácido nítrico o el nitrato de plomo:



Para ello se emplea el aparato figura 1. En la gran

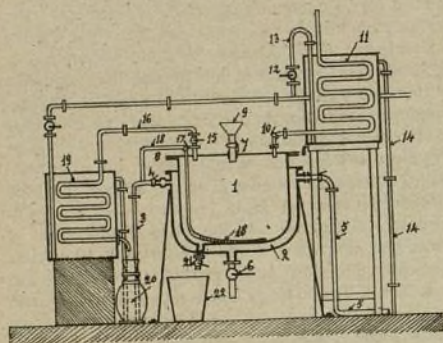


Fig. 1.—Preparación Industrial del ácido benzoico.

caldera esmaltada (1) se ponen 200 litros de agua, 100 kilogramos de cloruro de bencilo y 300 kilogramos de ácido nítrico de 25 grados Beaumé. Se calienta esta caldera por el doble fondo (2), a donde llega vapor de agua por el tubo (3) y llave (4). El exceso de vapor sale por el tubo (5, 5) y el agua condensada por la llave (6). La caldera está cerrada con la tapadera (7), apoyada en el reborde (8, 8), encima del cual se pone una capa de amianto. Se carga la caldera por el embudo (9). Puede mantenerse la ebullición durante diez horas; los vapores del cloruro de bencilo, de agua y de ácido nítrico, que se desprenden mientras dura la reacción, pasan por el tubo (10) al refrigerante (11), donde circula agua fría que entra por la llave (12) y el tubo (13) y sale por el tubo (14) y vuelven a la caldera.

En la reacción, además del ácido benzoico se forma también aldehído benzoico. Terminada la reacción se cierra la llave del tubo (10) y se abre la llave (15) del tubo (16); al mismo tiempo se abre la llave (17) del tubo conductor de vapor (18). Por el embudo (9) se introduce una lechada de cal formada por 100 litros de agua y 40 kilogramos de cal viva.

El vapor de agua que circula por el tubo (18, 18) entra en la caldera por los agujeros que hay en su extremo dispuesto en espiral y arrastra el aldehído benzoico formado que se condensa en el serpentín (19) y es recogido en la bombona (20).

Cuando ha destilado todo el aldehído benzoico queda en la caldera una disolución alcalina de benzoato cálcico, a la que se da salida por la llave (21) recogiéndola en el recipiente (22) de donde se pasa a un gran recipiente de madera. Después se filtra mediante un filtro-prensa y se neutraliza con un exceso de ácido clorhídrico. Se recoge el precipitado de ácido benzoico que se forma en un filtro-prensa, se lava con agua fría, se escurre con una turbina, se extiende en bastidores y se seca en la estufa. El ácido benzoico que así se obtiene, se sublima en un horno *ad hoc*.

Describamos este horno: se pone el ácido benzoico en bruto en la copela (1) (fig. 2), calentada por el hogar (2), y sus vapores se condensan en la cámara (3, 4) mientras que los gases no condensables salen por la chimenea (5).

Mientras dura la sublimación hay que consultar el termómetro colocado en la abertura (6), debiéndose procurar que señale una temperatura próxima a 250 grados.

Terminada la operación se abre la puerta (7), y

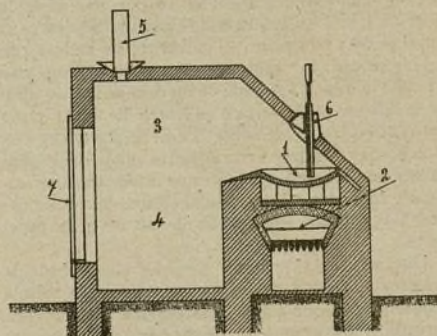


Fig. 2.—Horno para sublimar el ácido benzoico.

se recoge el ácido benzoico sublimado, (100 kilogramos de cloruro de bencilo dan unos 80 kilogramos de ácido benzoico sublimado). Actualmente cuesta de 4 a 5 pesetas el kilo del ácido benzoico o fenilfórmico.

ÁNGEL DE ARÁMBURU Y GARCÍA.

## ULTIMAS INVENCIONES

### Mejoras en los submarinos

Una nueva disposición de elementos viene a introducir una notable mejora en el problema siempre difícil de la renovación, circulación y refrigeración del aire en el interior de los submarinos y sumergibles.

El aire, conforme a esta nueva disposición, es obligado a circular por una cámara de forma aproximadamente tubular que se extiende u ocupa una sección o casi una sección transversal del buque; en esta cámara hay dispuestos tubos o adujas que son atravesados por

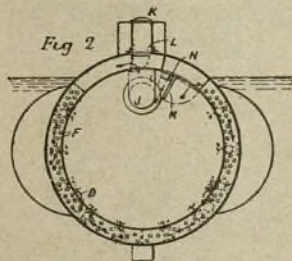
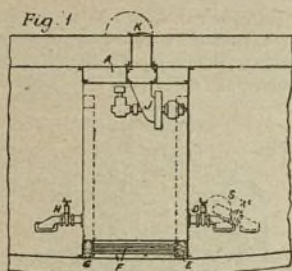
el agua del mar u otro elemento refrigerante y el aire así refrigerado se lleva a las partes del buque que sea necesario.

El agua del mar o cualquier otro elemento que se emplee para refrigerar y excitar la circulación de la atmósfera interna del buque submarino, puede obligarse a circular por los tubos por medios mecánicos o por la circulación natural debida a la convección. En los últimos casos facilita la circulación una distribución especial de los tubos.

En las figuras, A es una cámara tubular que se ex-



tiende circundando el interior del casco del submarino, provista en el tipo representado de un tanque de lastre exterior. D y H, son respectivamente las válvulas para dar entrada y salida al agua del mar por y desde las partes E y G de la cámara A, las cuales están en relación con los tubos F, por los cuales circula el agua de refrigeración. S es una bomba que puede disponerse para la circulación del agua. J es un ventilador para la extracción del aire por la puerta K cuando el buque está en la superficie o por la cámara A cuando está sumergido. Este ventilador puede emplearse para forzar el tiro de las calderas. Las puertas de aire L y M están representadas en las figuras con líneas de trazos en las posiciones correspondientes para la circulación del aire por la cámara A de refrigeración, estando en comunicación el aire refrigerado por el conducto o



descargador N con la cámara de contención u otras partes del buque que se desee.

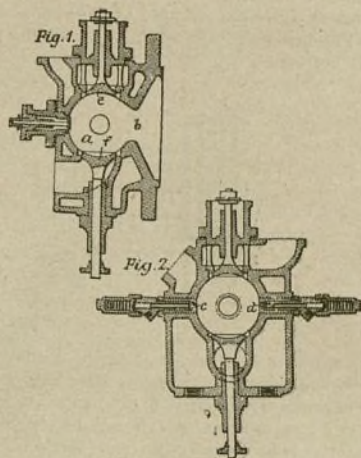
El recorrido del aire está indicado en las figuras, con flechas. En las posiciones de las puertas L y M, marcadas con líneas de puntos, la alimentación de aire del ventilador se verifica por la puerta K.

### Cámara esférica de combustión para motores de combustión interna

Es aplicable este nuevo dispositivo a los motores de combustión interna en los que el aire se comprime solamente durante la embolada de compresión y el combustible se inyecta en la cámara de combustión un momento antes del punto de máxima compresión, de modo que la combustión se produce dentro de la cámara debido a la ignición del combustible provocada por la elevada temperatura del aire comprimido secundada por el calor de las paredes de la cámara o por una chispa eléctrica.

La cámara de combustión *a* es de forma esférica o aproximadamente esférica y tiene la parte contigua al cilindro de la máquina, rodeada de camisa de agua.

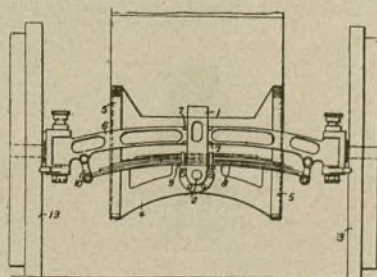
En puntos diametralmente opuestos de la esfera, existen dos pulverizadores *c*, *d*, para la inyección del



combustible líquido, que tienen sus ejes en prolongación o sea situados en una misma línea. El pulverizador termina en forma cónica y las partículas de combustible son impulsadas chocando unas contra otras antes de alcanzar la pared de la cámara de combustión. Esta cámara esférica está provista de válvulas de entrada y escape.

### Suspensión y muelles para motores de vehículos

Una abrazadera de suspensión 1 pivota de manera que puede balancear u oscilar lateralmente sobre un perno 2 dispuesto en sentido longitudinal respecto al vehículo y en el plano central vertical del mismo. El



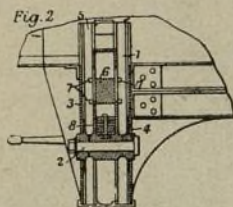
perno 2 está soportado por cojinetes unidos a dos planchas 3 y 4 que se extienden en sentido transversal al vehículo fijas y conducidas entre guías verticales 5. Estas planchas y guías verticales van unidas al armazón del vehículo.

La abrazadera de suspensión 1 es así libre de oscilar alrededor del eje del perno 2 entre las planchas



3 y 4. El árbol 6 pasa por la abrazadera de suspensión 1 estando provisto por cada lado de la suspensión 1 de proyecciones 7, de suerte que el árbol 6 es libre de moverse en el sentido longitudinal de la abrazadera de suspensión 1 pero está contenido en los movimientos en el sentido del árbol.

Un muelle de láminas 8, pasa también por la suspensión 1 estando asegurado a la base de aquélla por las gazas corrientes 9 y cada extremo del muelle se

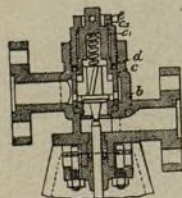


une por enganches 10 al árbol 6 de suerte que los movimientos de éste en la suspensión 1 están neutralizados por el muelle 8. El árbol 6 pasa entre las guías verticales 5 como lo hacen los extremos del muelle de láminas, estando las guías 5 en un plano vertical transversalmente al vehículo, de modo que el árbol 6 y el muelle 8 pueden oscilar alrededor del eje de la suspensión 1 y dentro de las guías 5, por lo que aquellos se mantienen en sus movimientos verticales en un plano transversal al eje del vehículo.

### Asientos de válvulas

Se refiere más particularmente esta invención a los asientos de las válvulas hidráulicas reguladoras de los cilindros de simple y doble efecto, del tipo en que se emplea una caja destinada a mantener en posición un asiento de válvula libre.

El cuerpo de la válvula o caja se construye de manera que puede recibir un asiento *b* de válvula libre, que se mueve con facilidad manteniéndose en posición



mediante una caja *c* de forma especial, que tiene la parte superior *c'* reducida en diámetro como para formar un amplio apoyo, suficiente para recibir la empaquetadura de cuero *d*, que forma la junta hidráulica entre la caja de la válvula y la parte exterior de la caja *c*. La parte superior de ésta, *c'* es oprimida sobre el asiento *b* de la válvula por medio del extremo *e* de la tapa que, o bien se atornilla al cuerpo de la válvula

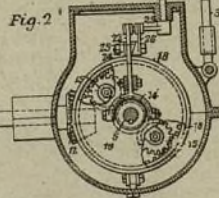
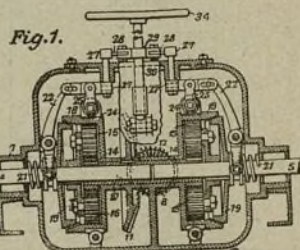
o se une por medio de pernos y guarniciones sobre el apoyo *c'* de la caja.

### Transmisión para la dirección de vehículos

Presentamos un nuevo dispositivo de transmisión para la dirección o gobierno de vehículos en los que se manobra parcial o totalmente variando las velocidades relativas de los órganos motores en cada lado del vehículo.

Los árboles conducidos 4 y 5 están dispuestos transversalmente al armazón principal. Rodeando estos árboles existe un manguito (10) sobre el que se comporta un engranaje cónico (11) al que se transmite la fuerza desde un piñón (12), sobre el extremo del árbol propulsor.

En cada extremo del manguito (10) van montados los piñones (14) cada uno de ellos apto para transmitir la fuerza a varios piñones intermedios (15), conducidos por dos tambores uno sobre cada árbol conducido (4) y



(5). [Montados libres sobre el manguito (10) están los órganos (18) o embragues cónicos de fricción (18), (19) siendo este último deslizante en cada árbol (4) y (5). Normalmente los órganos (19) se acoplan con los (18) por medio de muelles (21) pero están dispuestos también en forma que se pueden embragar o desembragar con los (18) por medio de palancas (22).

Rodeando el embrague (18) existe una banda lateral (24) y cada una de estas bandas está adaptada para estrecharse o aflojarse mediante palancas (25), las cuales cooperan con las (22) cada una de las cuales actúa por medio de una manivela (27) y varillas de conexión (28) unidas a una cruceta (29) asegurada en un soporte giratorio (30) a pivote. El doble montaje de este último permite a su encaje flotar y moverse sea hacia adelante sea hacia atrás o girar alrededor de su eje mediante un volante de mano (34). El soporte (30) es adecuado al objeto de regular la transmisión de fuerza desde el eje motor a los ejes conducidos y constituye un medio sencillo para verificar diversas operaciones simultáneamente.



## El movimiento de los electrones en los gases

Un ión es algo como un átomo, molécula o grupo de moléculas que en los gases y en los líquidos conducen una o más cargas de electricidad. En los gases a la presión ordinaria los iones se supone que son los conductores de la corriente; en los gases muy rarificados los electrones libres son considerados como los conductores mismos. El número de moléculas a que un ión está ligado puede ser grande (sobre 30) o pequeño: algunos hombres de ciencia hablan de una *masa media* del ión. Cuando la presión del gas es reducida el número de moléculas en un grupo o racimo iónico, es sabido que disminuye; así si pudiéramos seguir un ión en su peregrinación por un gas que fuera paulatinamente rarificándose, veríamos cómo su masa progresivamente iba volviéndose cada vez más pequeña, pudiendo atribuirle una masa media.

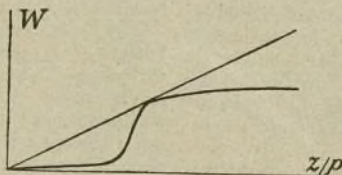
La masa del ión puede también ser influenciada por otros factores como la impureza del gas, especialmente vapor de agua y las fuerzas eléctricas y magnéticas. La movilidad o velocidad del ión varía muchísimo: depende de las intensidades del cuerpo y de la masa, el grado de recombinación y como en todos los movimientos de pequeñas partículas, de los factores cinéticos, temperatura, curso medio libre, número de lumbrimientos o colisiones, interdifusión de los iones y moléculas, etc.

La velocidad de los iones fué determinada directamente por J. Zeleny hace veinte años. Este experimentador tomaba dos largos tubos concéntricos de metal, cargados de una diferencia de potencial; a través del tubo exterior formando ángulo recto con él, hacía pasar un haz de rayos Röntgen para ionizar el aire en el mismo contenido; a lo largo del tubo interior y por el espacio anular comprendido entre los dos tubos, hacía pasar una corriente de aire, desplazándose el ionizado por el espacio anular. El campo eléctrico aceleraba o retardaba los iones con respecto a la corriente de aire (en concordancia con su carga positiva o negativa) en su curso por una parte aislada del tubo interior unido a un electrómetro. Las mediciones de velocidad verificadas en estas condiciones dieron para los iones positivos (negativos) los siguientes valores,  $W$  en centímetros por segundo: en el aire, 1,36 (1,87); hidrógeno, 6,7 (7,97); bióxido de carbono, 0,76 (0,81), todos bajo una fuerza eléctrica de 1 voltio por centímetro y en gas a 1 atmósfera. Zeleng halla así una ligera diferencia entre las velocidades de los iones positivos y negativos; otros valores hallados por el mismo como resultado de otros experimentos y mediciones, en conjunto han sido posteriormente confirmados por Langevin y otros.

Estos resultados están influidos por la velocidad de *agitación* de los iones y su grado de difusión en el interior de las moléculas que los circundan. Debido a la *agitación* cinética las partículas de gas, condensadas

en un punto en un momento dado, formarán en un momento subsiguiente un racimo más abietto, desarrollándose sus movimientos ordinarios en todas direcciones. De aquí que parte de los iones transportados por el aire tropezarán con la pared del tubo descargándose sobre él y no todos los iones producidos atravesarán realmente un tubo largo y estrecho.

El cálculo de estas condiciones es muy complicado. Para la experimentación se hace uso de un tubo ancho en el que se colocan axialmente, un número de tubos estrechos de 1 mm. de hueco o diámetro interior, en un aro a la manera de las calderas de locomotoras; los iones, recorriendo en descenso estos tubos, se descargan sobre un electrodo central. En cuanto a determinar cuantos iones atravesarán los pequeños tubos, el profesor Townsend cree condición primera determinar los que pasarán por el interior de los tubos conforme le dictan experimentos verificados con un aparato semejante en el que los pequeños tubos son de longitud muy reducida. De estos experimentos resulta, al parecer, que atraviesan estos tubos, de 4 cms. de longitud, la mitad aproximadamente de los iones que se introducen en ellos, bajo una fuerza de 80 voltios por centímetro; los coeficientes de difusión de los iones en los gases secos a la presión atmosférica son, además, para los



iones positivos (y negativos) en centímetros por segundo:

Aire . . . . .	0,028 (0,043)
Bióxido de carbono. . . . .	0,023 (0,026)
Hidrógeno. . . . .	0,123 (0,190)

Los grados correspondientes de difusión de los gases ordinarios son:

CO <sub>2</sub> en el oxígeno . . . . .	0,14
CO <sub>2</sub> en el hidrógeno. . . . .	0,555
Oxígeno en CO <sub>2</sub> . . . . .	0,18
en hidrógeno. . . . .	0,72

Así los coeficientes de difusión de los iones en los gases son más pequeños que los de los gases entre sí. Si la difusión depende del diámetro de las partículas, el ion positivo (negativo) en aire seco tendrán aproximadamente tres (dos) veces el diámetro de la molécula de aire (Langevin).

Según estas consideraciones y teniendo en cuenta los valores conocidos del número de moléculas  $N$  por centímetro cúbico de un gas,  $N = 2,7 \times 10^{16}$ , de la carga  $e = 4,5 \times 10^{10}$  unidad electrostática, puede deducirse el producto  $Ne$ . El cálculo da para los iones positivos (negativos):

En el aire . . . . .	1,45 (1,31)
» hidrógeno . . . . .	1,63 (1,25)
» bióxido de carbono . . . . .	0,99 (0,93)

todos con el factor  $10^{10}$ , mientras para los electrólitos el mismo producto  $Ne$  tiene los valores:



En oxígeno . . . . .	1,23
» hidrógeno . . . . .	1,24
» bióxido de carbono . . . . .	1,23

Cuando el valor positivo de los iones gaseosos es algo mayor que el de los negativos, es probablemente debido al hecho de que algunos iones positivos conducen dos cargas y no solo una carga e.

En experimentos de movilidad o inestabilidad se ha hallado que la velocidad  $W$  de los iones en la dirección de la fuerza, aumenta con ésta  $Z$  (en voltios) y también cuando la presión  $p$  del gas (en milímetros de mercurio) es reducida. Cuando la velocidad  $W$  (en centímetros por segundo) se proyecta contra el cociente  $Z/p$ , se halla que la velocidad de los iones positivos siguen la ley de la línea recta por un valor  $Z/p$  moderadamente grande para crecer después más rápidamente. En el caso de los iones negativos existe una muy violenta subida repentina todavía a  $Z/p = 0,5$ , como si los electrones se moviesen libremente no obstaculizados por las moléculas. Así, en aire seco, con 29 mm. de presión, los iones negativos tienen una velocidad de 926 centímetros para  $Z = 2,3$  voltios, mientras que si el ion es transportado con la masa que tiene a la presión de 760 mm., la velocidad será de 114 centímetros; la masa asociada con el electrón parece por lo tanto ser más pequeña que la masa de una molécula.

Los aparatos que se han utilizado para la investigación de estas relaciones se han dispuesto en la forma que vamos a exponer y semejantes a éstos son también los que han servido para determinar del valor  $N_e$  en un experimento y no para varios pues durante ellos las condiciones pueden no conservarse rigurosamente constantes, siendo la cantidad medida la proporción de velocidad al grado de difusión.

Por una gasa y por un orificio practicado en una plancha de metal colocada debajo de aquélla, se hace pasar una corriente de iones en un campo eléctrico uniforme; opuesto al orificio o ranura, existe, sea un electrodo de disco  $n_1$  circundado por un anillo plano o bien un electrodo de disco dividido por dos tiras o bandas de aislamiento en tres partes; la corriente golpeará directamente el disco central  $n_2$ , pero si se abre hacia fuera por difusión y agitación, en forma de cáliz, las partículas caerán también sobre el anillo o sobre las dos láminas laterales  $n_1$  y  $n_3$  determinándose las cargas totales y las proporciones de las cargas sobre  $n_1$  y

sobre  $n_1 + n_3$ . Por medio de un conmutador giratorio y de una pila se revierte el campo, de suerte que los iones en su curso hacia los electrodos inferiores  $n_1$ , bajo ciertas condiciones, serán rechazados y correrán hacia arriba y hacia abajo en zig-zag sin tocar los electrodos  $n$ . Concurren también las desviaciones electromagnéticas para las mediciones de los iones muy rápidos. Resulta que en aire a baja presión, cuidadosamente bien seco, las corrientes de iones se dispersan exageradamente (difusión anormal); pero un poco de vapor de agua de una presión parcial de 0,1 mm. será suficiente para suprimir esta difusión anormal, por lo menos con fuerzas eléctricas pequeñas. Cuando la fuerza eléctrica es enérgica, el efecto del vapor de agua desaparece y los electrones parecen moverse libremente con una energía cinética de agitación que excede mucho de la de las moléculas circundantes, de aire.

Puede considerarse que un electrón que acciona una molécula de gas, en condiciones ordinarias será rechazado en cualquiera dirección. Un campo eléctrico influenciará esta dirección de movimiento en el corto intervalo comprendido entre colisiones consecutivas; los iones negativos no perderán su energía después de las colisiones sino que se moverán con energía creciente; debido al acortamiento de los intervalos entre las colisiones de los iones adquirirán entonces una energía considerable de agitación.

Los experimentos con diferentes valores de  $Z$  y  $p$  prueban que el aumento en la velocidad de agitación se establece súbitamente; esto se explica con las curvas o tablas. Aumentando  $Z/p$  la velocidad  $W$  del ion negativo en la dirección de la primera fuerza aumenta lentamente; entonces se sucede un rápido aumento destacándose el electrón de las ocho o diez moléculas a que está asociado, después la velocidad crece un poco más (véase el diagrama de la figura)

El curso medio libre de una molécula de aire a la presión de 1 mm. es de  $7,5 \times 10^{-6} \times 760$  centímetros. El resultado, según los experimentos de Townsend, de los valores de  $e/m$  para  $Z/p = 0,2, 0,5, 2, 10$  y 100 son respectivamente, 5,1, 5,8, 5,4 3,9,  $3,8 \times 10^{17}$ . El valor aceptado para  $e/m$  es  $5,3 \times 10^{17}$  de suerte que para  $Z/p = 0,2$ , el ion negativo parece, según esta consideración, estar en el estado electrónico.

A. MENENDEZ CABALLERO, Ingeniero.

## Instalación portátil de telegrafía sin hilos, sistema "Telefunken"

(APLICACIÓN MILITAR)

Estas instalaciones se utilizan para cortar distancias. El conductor aéreo lo constituye un poste de magnalio redondo de 15 metros de altura formado por la unión de 8 trozos de 1,85 y una red de tubos de bronce en forma de paraguas, de 25 metros de largo. El poste está aislado de la tierra por medio de un patillo de cristal de 3 ó 4 centímetros de espesor.

La dinamo es de corriente continua, conectada en paralelo, y de un rendimiento de 1 a 2 amperios a 45 voltios y 1300 revoluciones.

El esquema de una instalación de este género lo representan las figuras 1 y 2 correspondiendo la figura 1 al poste transmisor y la figura 2 al poste receptor.

En la figura 1, el circuito primario de corriente para la inducción de la chispa es el siguiente:

Consta de la dinamo  $D$  con la lámpara de seguridad  $L$  de 110 voltios conectada en paralelo. El manipulador  $T$ , la bobina primaria  $p$ , el inductor de chispa  $J$ , el interruptor de martillo  $U$  y un condensador  $C$  asociado en paralelo con el interruptor.



El circuito cerrado o sea el que ha de engendrar las ondas electromagnéticas consta de el chispero F, la batería de botellas de Leyden BL; el excitador de auto-inducción  $E_s$  y la bobina de corrección K.

El circuito abierto para el envío de las ondas electromagnéticas al espacio, consta de la red aérea o

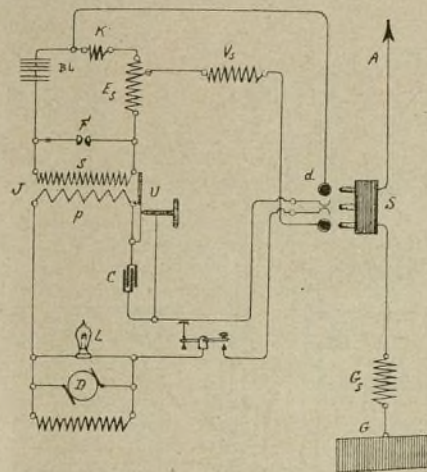


Fig. 1.

antena A, la bobina  $V_s$ , la red de contrapeso G y su correspondiente bobina  $G_s$ .

El conductor aéreo se conecta con el aparato transmisor por medio de un conmutador tripolar S y su caja d.

Al interrumpir esta comunicación se presenta inmediatamente una interrupción de la corriente primaria. Se trabaja solamente con una longitud de onda de 364 metros y a un 8 %.

La conexión de los aparatos empleados en el poste receptor, es la que indica la figura 2. Los aparatos son los siguientes:

Circuito abierto (de oscilación) para recoger las ondas electromagnéticas del aire.

Consta de su antena A (análoga a la del poste transmisor) con su red de contrapeso G y su bobina  $G_s$ . Además, la bobina primaria p, el transformador de recepción Tr, conectado por medio del conmutador  $d_1$  tripolar y S.

El circuito de oscilación de alta frecuencia para el indicador de las ondas consta de un indicador combinado con un detector electrolítico P. Está asociado junto con la bobina secundaria s del transformador de recepción Tr y con un condensador variable  $C_1$  constituyendo el total un circuito cerrado de oscilación.

Además hay un condensador  $C_2$  asociado en para-

lelo con el indicador de las ondas de que se ha hablado antes.

El circuito local para el micrófono está constituido por el teléfono KT el cual se conecta con el conmutador de clavijas bipolar indicado en la figura, una resistencia W (regulable) y una batería B.

El peso total de una instalación de este género es de unos 200 kgs. Su alcance oscila entre 30 y 50 kilómetros.

Estas instalaciones acostumbran a transportarse en carros adecuados, repartiéndose generalmente en dos, en la siguiente forma:

- |         |   |             |
|---------|---|-------------|
| 1 carro | { | Accesorios. |
|         |   | Aparatos.   |
| 1 carro | { | Antenas.    |
|         |   | Motor.      |

Para el servicio se necesitan ocho hombres. Su instalación se efectúa en 20 minutos.

Para comunicar puede efectuarse con el solo concurso de tres hombres, de los cuales son necesarios uno para telegrafiar y los otros dos para alternar en el servicio de los motores.

El carro motor lleva un motor de bencina de 4 HP, con inflamación por magneto. Un depósito de bencina de 30 litros, un generador de corriente alterna acoplado directamente al motor de bencina y de 0,75 ki-

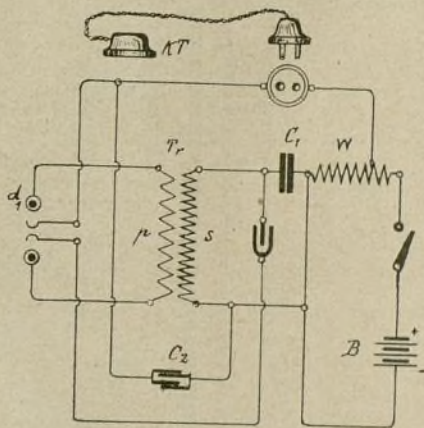


Fig. 2.

lovatios de rendimiento a 110 voltios de tensión. Una dinamo de corriente continua para la excitación a 4 amperios y 18 voltios.

Para el enfriamiento del motor se dispone un radiador de nido de abejas con depósito de agua de 20 litros de capacidad.

SANTIAGO LÓPEZ TAPIAS  
Ingeniero E. M.

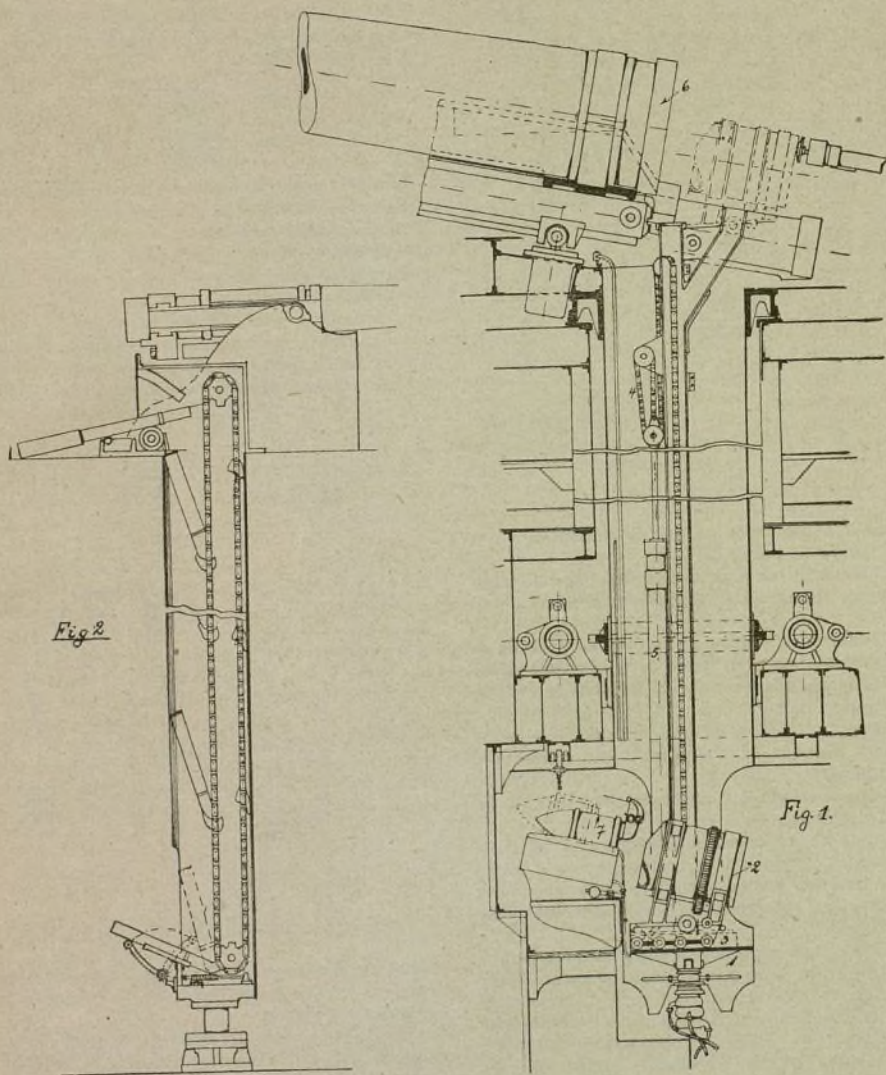


## El transporte de municiones en los modernos barcos de guerra

Uno de los problemas más difíciles de resolver en los grandes buques de guerra era el transporte de las municiones para los cañones pesados, pues dada la enormidad de kilos que representan cada bala y su

del buque, hasta los cañones, y esto todavía se perfecciona más conduciéndolas hasta frente mismo a la culata del cañón.

Antes, bastaban las disposiciones constituidas por



cartucho, no es tarea fácil el abastecimiento de ellos, principalmente cuando ha de cuidarse de tener rapidez en el servicio y su correspondiente continuidad.

El transporte de municiones abarca todos los dispositivos mecánicos destinados a llevar las municiones desde su depósito o almacén, situado en el fondo

grúas, cabrestantes y vagonetas adecuadas y combinadas para obtener estos resultados, pero modernamente, en que las balas representan cada una un peso aproximado de 1000 kilos, los dispositivos que han de utilizarse no bastarían si fuesen de aquella constitución, sino que han de ser todos movidos mecánica-



mente tanto para su elevación desde el almacén como para su colocación en la cámara del cañón. El servicio, entonces, con estos sistemas queda combinado por completo con el dispositivo mecánico.

Estos dispositivos se acoplan también a las modernas torres de hierro giratorias empleadas actualmente en los barcos de guerra. Su movimiento se efectúa casi siempre por la combinación de medios a presión hidráulica, siendo éstos empleados tanto para el movimiento de las torres como también para el suministro o transporte de las municiones a los cañones emplazados en ellas.

Los mecanismos se colocaban primeramente en canales adecuados, contruidos expresamente en algunos acorazados; luego ya se ha adoptado el método de colocar los dispositivos en el hueco central de la torre o en el pivote hueco del centro del buque.

En la figura 1, las distintas partes numeradas son las siguientes:

- 1.—Ascensor.
- 2.—Recipiente para municiones.
- 3.—Vagoneta de transporte.
- 4.—Combinación de poleas.
- 5.—Cilindro hidráulico.
- 6.—Culata del cañón.
- 7.—Bala.

En esta figura se representa uno de los modernos dispositivos de transporte de que tratamos.

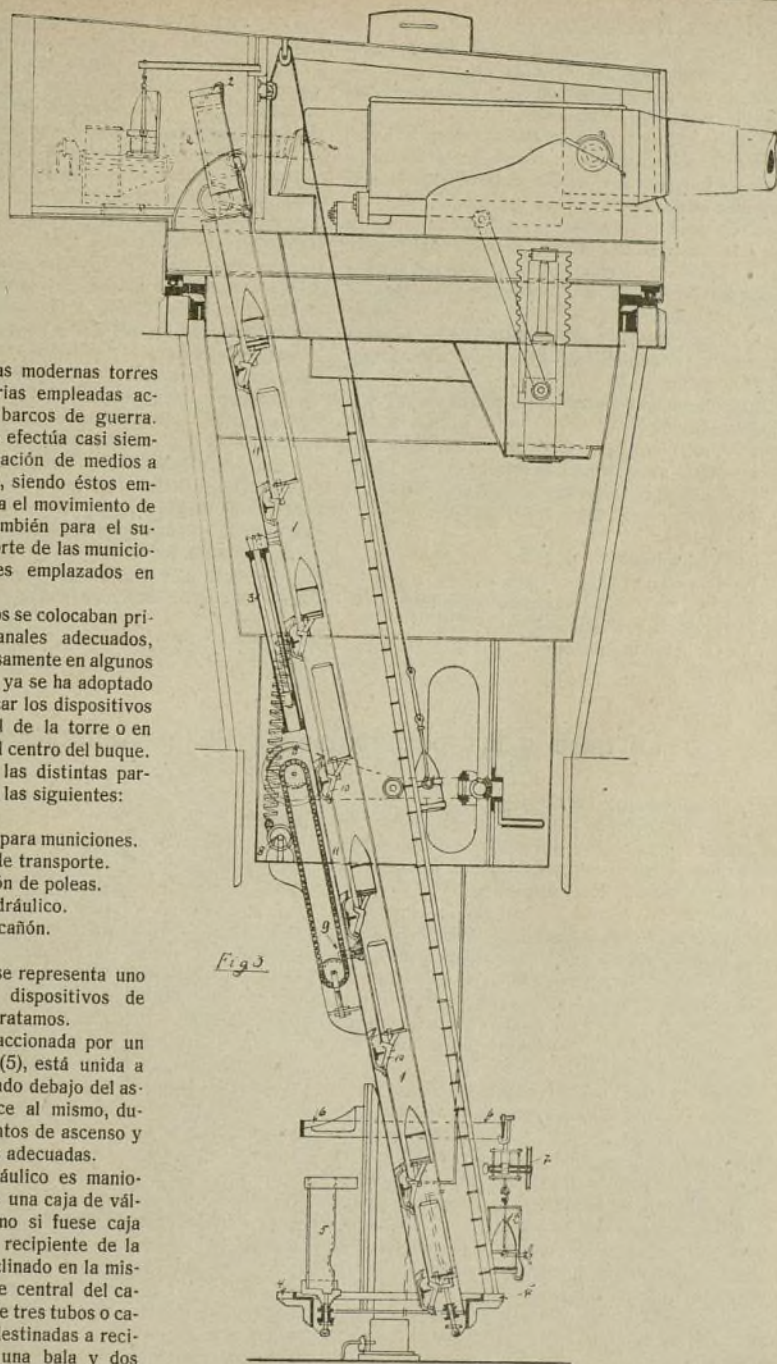
La cadena es accionada por un cilindro hidráulico (5), está unida a un travesaño colocado debajo del ascensor (1) y conduce al mismo, durante sus movimientos de ascenso y descenso, por guías adecuadas.

El cilindro hidráulico es maniobrado por medio de una caja de válvulas que actúa como si fuese caja de distribución. El recipiente de la bala el cual está inclinado en la misma dirección del eje central del cañón, está provisto de tres tubos o cavidades forradas, destinadas a recibir en su interior una bala y dos cartuchos.

El movimiento giratorio de esta placa o recipiente se efectúa por medio de transmisión movida a mano.

Algunas construcciones adoptan el sistema de co-

locar este recipiente de tal modo que disponga de un movimiento oscilante, el cual le permite colocarse exactamente en la dirección del eje del cañón.





Al final de su ascensión, se dispone el canal o guía de tal suerte que el recipiente se desvía ligeramente y pasa a ocupar la posición punteada en la figura. La retención del recipiente cuando llega a adquirir esta posición, se verifica automáticamente.

Cuando el transporte es *central*, todos los mecanismos van sujetos al tubo o pivote hueco central, y giran por lo tanto con el mismo. Esta disposición es la empleada en las *torres* de los acorazados.

El ascensor que representa la figura 2 es uno de los más sencillos, accionados a mano o por medio de un pequeño motor eléctrico. Los cartuchos son elevados aisladamente o bien en grupos convenientemente dispuestos.

La figura 3 representa el sistema más moderno construido por la casa Krupp y destinado a los cañones de gran calibre.

La numeración de dicha figura corresponde a la siguiente descripción:

- 1.—Tubo o canal con dispositivo de ascensor.
- 2.—Molde superior para el volquete.
- 3.—Cilindro de ascensión con poleas.
- 4.—Plataforma giratoria con 6 moldes.
- 5.—Moldes.
- 6.—Vía circular.
- 7.—Cabrestante ligero.
- 8.— " para accionamiento a mano.
- 9.—Pivotes de arrastre.
- 10.—Gatillos con muelles.

11.—Dispositivos de transporte.

12.—Dispositivo para colgar las balas.

Este dispositivo consta en su esencia de un tubo aislado (1) que tiene una ranura longitudinal en toda su longitud, en la cual se mueve en su ascenso o descenso el dispositivo (11) de transporte.

Los gatillos (10) provistos de muelles automáticos, toman en su ascensión las balas que se les suministran desde la plataforma giratoria inferior, y alterna su funcionamiento con las balas y los cartuchos. Al final de su ascenso colocan éstos en dispositivos adecuados.

Una vez han dejado la carga, esto es, al empezar el descenso, los pivotes son oprimidos en el interior de la ranura del tubo, gracias a sus muelles, y continúan así su descenso hasta llegar a la parte inferior de la plataforma giratoria (4) en la que, quedando en libertad, actúan los muelles y se vuelven a abrir para recoger las nuevas municiones.

Las balas y cartuchos las suministra la placa inferior (4) y las recoge el molde superior (2).

Estos dispositivos y en esta misma construcción son utilizados actualmente tanto para la pequeña artillería como para la de gran calibre, éste siempre, como es natural, en proporción al peso de las balas y cartuchos que deban transportar.

También se utilizan para el suministro de municiones a las torres giratorias de los acorazados modernos.

CARLOS KOPPE.  
Ingeniero Naval.

## La mica y las perturbaciones de la conmutación

Las perturbaciones de la conmutación son numerosas y han sido objeto de muchas preocupaciones; pero las causas de estas perturbaciones en una máquina que posee buenas constantes eléctricas se reducen casi siempre a la defectuosidad de la mica.

Antes de llevar más adelante las investigaciones ante una conmutación defectuosa es necesario asegurarse de las condiciones de la mica. Es imposible mantener la mica perfectamente a flor con las láminas del colector. Para tender a este resultado los constructores recomiendan la mica verde india o la mica plateada canadiense; otros, por el contrario, emplean la mica blanca o con preferencia la micanita.

La mica blanca tiene una naturaleza dura y quebradiza. La micanita es heterogénea; su dureza es una cantidad variable y mientras que el cobre se gasta, las partes duras de la micanita quedan resaliendo y causan una mala conmutación con chispas entre el colector y las escobillas. Estas se gastan rápidamente y queman; el colector quema también y se pica.

Al picarse el colector presenta pequeños cráteres, y es el indicio casi infalible de una mala mica. Esto se observa sobre todo en los casos siguientes:

- a) Cuando ha sido necesario el empleo de una escobilla blanda de grafito para reducir las pérdidas por frotamientos.
- b) Existiendo una gran velocidad periférica en los colectores.
- c) Cuando la relación del espesor de la mica con la del segmento de cobre es superior a 20 por 100.

d) Cuando la mica es de tal dureza que ninguna escobilla la puede gastar.

Para evitar en parte las perturbaciones debidas a las micas éstas deben estar raspadas. Esta operación puede hacerse a mano o con ayuda de una pequeña fresa movida por un motor. Para el trabajo a mano se emplea un trozo de sierra montado en un mango de madera; generalmente se hace una muesca, raspando la mica en una profundidad de 8 décimas de milímetro y la experiencia demuestra que la mejor forma de muesca que se debe adoptar es la de un cuadrado. Es necesario sin embargo procurar que la mica raspada se destaque completamente del lado de las láminas de cobre y que la muesca así hecha esté bien limpia. Será también conveniente chafanar de modo muy ligero los ángulos de las láminas a 15° para evitar el ruido producido por las escobillas que resbalan sobre el colector.

Si la operación de rayar se hace bien no es necesario emplear un relleno para tapar las asperezas; pero si esto fuera necesario por causa del polvo de carbón que se forma en el rayado, produciendo arcos, se puede emplear con éxito un cemento compuesto de yeso de París y de dextrina; esta mezcla no es atacada por el aceite. A las velocidades vecinas de 1,5 m. por segundo en adelante este cemento se inutiliza debido a la fuerza centrífuga. Conviene señalar que a estas velocidades las ranuras se sostienen por sí mismas mucho más que por la fuerza centrífuga.

La elección de un tipo de escobilla está muy influenciada por las condiciones de la mica. Si la mica no



está raspada, es por lo general preferible emplear una escobilla dura a fin de mantener la mica a afloramiento del colector. Si las escobillas no son suficientemente duras, precisará pasar el colector con papel de lija de vez en cuando. En caso de tendencia a las chispas y a los orificios debidos a las micas o a los cráteres debi-

dos a las corrientes de circulación, es necesario un tipo de escobilla de grafito por su naturaleza muy refractaria. Si la mica está raspada, no es necesario escoger una escobilla dura, por lo menos en los casos más frecuentes.

SANTIAGO ANDREU, Ingeniero.

## Microscopio moderno. (Véase el modelo desmontable)

La lámina desmontable representa un moderno microscopio. Toda la parte sujeta por el pie (1) puede girar alrededor de un eje horizontal, de manera que se pueda tener sujeto el tubo en que están montados el objetivo y el ocular en una posición cualquiera. La longitud del tubo se regula mediante un enchufe (2). La disposición de los tres objetivos (3) permite el que puedan reemplazarse rápidamente. El tornillo (4) sirve para enfocar el aparato aproximadamente, teniendo necesidad de cerrar el tornillo (5) para enfocar con exactitud. Debajo de la platina (6) hay un sistema para iluminar los objetos que consta del espejo (7), el diafragma (8) y un condensador formado por varios lentes (dos o tres) (9). Un tornillo (10) sirve para la abertura necesaria del diafragma y el representado en (11) para aproximar más o menos el condensador. El espejo tiene un movimiento en (12) para poder dirigir los rayos de luz dentro al condensador. Todo el diafragma tiene

otro movimiento perpendicular para poderlo acercar al condensador, el cual se sujeta y limita por el tornillo (13). El tornillo (5) cojido al vástago (14) tiene otros dos independientes (15) cuya misión es apretar al tornillo (5) al dejarle sujeto y evitar roce, pues, al destornillar y dejarlos en libertad vuelven a su posición natural por medio de los muelles (16).

En el ángulo del modelo presentamos un nuevo ocular destinado a otros aparatos, microscopios también, pero para muchos mayores aumentos.

La construcción puede apreciarse fácilmente del dibujo.

Se coloca en substitución de los indicados en (3) en el dibujo o modelo general.

El todo está montado sobre un sólido zócalo de hierro, esmaltado generalmente, para preservarlo de oxidaciones.

S. LOPEZ TAPIAS, Ingeniero.

## Cortadora mecánica continua

La idea que ha dirigido la construcción de esta máquina fué la de obtener una acción continua en los cortadores, sin tener que parar la máquina para retirar las piezas concluidas o para poner otras nuevas que se ha-

yan de trabajar. Mientras los cortadores trabajan una pieza, puede atenderse por el operador a reemplazar una pieza terminada, por otra. Con los instrumentos o herramientas ordinarias, el tiempo necesario para fijar

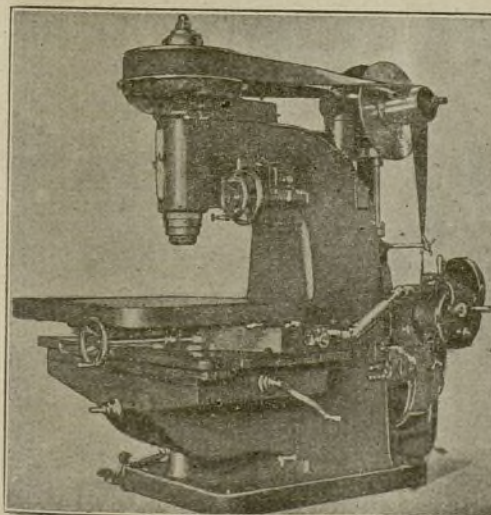


Fig. 1.

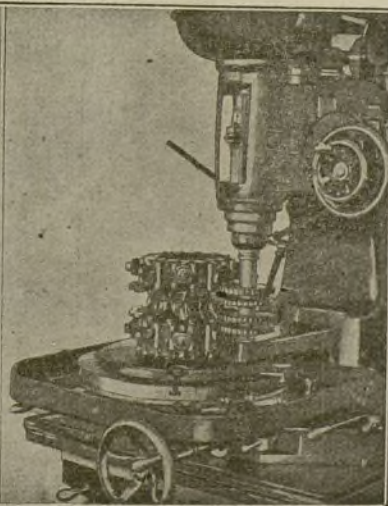


Fig. 2.



la pieza para someterla a un solo corte es con frecuencia mucho más largo del que se necesita con esta máquina para verificar la operación entera, en la que el más mínimo detalle, desde la colocación y fijación de la pieza que se ha de trabajar, se hace todo mecánicamente de un modo preciso y rápido.

En las figuras 1 y 2 reproducimos dos vistas generales de la máquina herramienta. La mesa de trabajo

En las figuras 3 y 4 se representan una planta y una sección transversal de esta mesa. La parte giratoria ofrece como puede observarse, un plan de apoyo amplio sobre la guía de la cama que la conduce y a la cual se sujeta mediante un cono interior. El movimiento giratorio se obtiene por medio de un tornillo sin fin que se puede desengranar por completo si es necesario, para hacer girar a brazo la mesa en un gran ángulo.

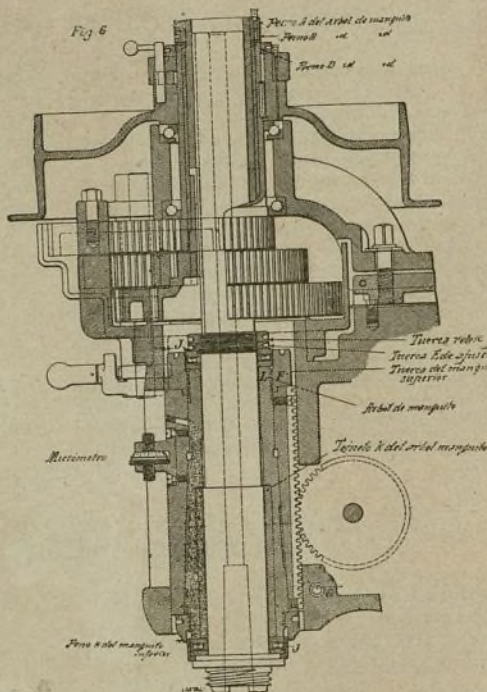
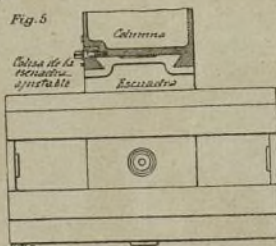
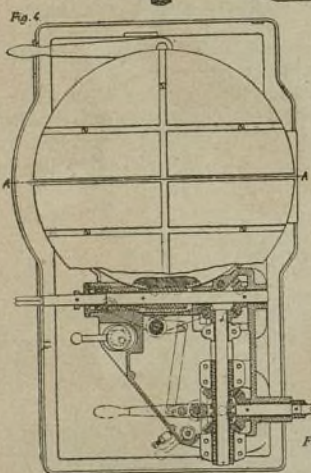
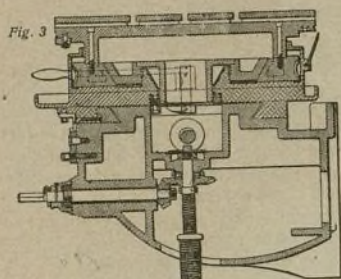


Fig. 3.—Sección A.A. por la mesa giratoria; soporte de la mesa y escuadra.— Fig. 4.—Sección por la mesa giratoria; mecanismo motriz.  
Fig. 5.—Dispositivo de fijación de la escuadra. — Fig. 6.—Cabecera de la corredera.

tiene 1,05 m. de diámetro estando soportada por una escuadra movable sobre guías verticales solidarias de la columna de fundición, principal, de la máquina. El movimiento oblicuo puede desarrollarse en un recorrido de 51 centímetros y puede verificarse tanto a mano como a máquina. La mesa tiene un movimiento transversal de 1,06 m. que también se puede efectuar a mano o a máquina, lo mismo que el movimiento de rotación o giratorio.

Un movimiento de reversión del engranaje oblicuo (fig. 4) facilita a la mesa la rotación en cualquier dirección.

El tornillo elevador que se representa en la figura 3, se emplea solo para verificar el ajuste en bruto del nivel de la mesa y cuando éste es lo más aproximado posible a la posición justa se afirma la escuadra a las guías de la columna principal por medio de la cuña representada en la figura 5. El afino del

- 1.—Pie.
- 2.—Enchu
- alarg
- 3.—Objeto
- 4.—Tornil
- 5.—Tornil
- exact
- 6.—Platin
- 7.—Espejo
- 8.—Diafra
- 9.—Conde
- 10.—Tornil
- 11.—
- 12.—
- 13.—
- diafra
- 14.—Vástag
- 15.—
- 16.—Muelle
- 17.—Cabez
- 18.—Eje de
- 19.—Piñón
- 20.—Cram
- 21.—Pinzas
- 22.—Tornil
- de (2

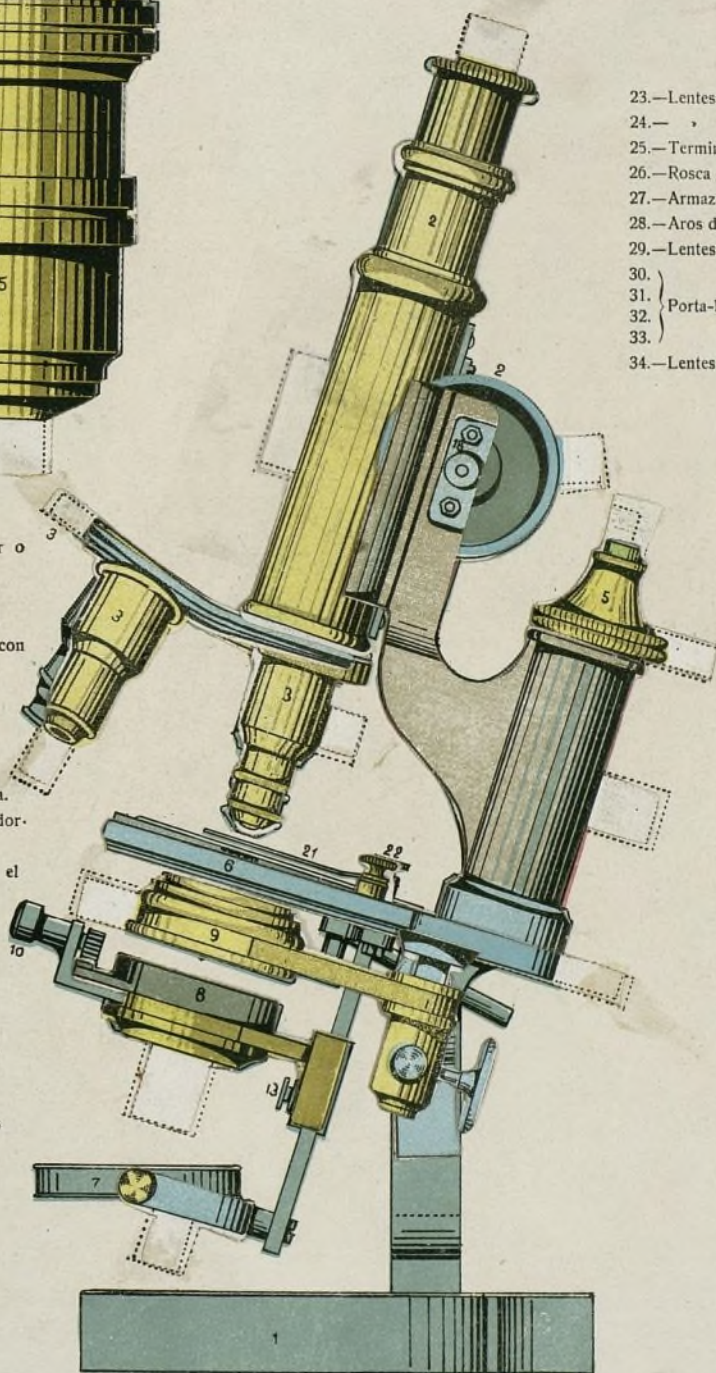


## MICROSCOPIO MODERNO



- 23.—Lentes del condensador.
- 24.— " " "
- 25.—Terminal del ocular.
- 26.—Rosca de sujeción.
- 27.—Armazón.
- 28.—Aros de separación.
- 29.—Lentes.
- 30.—
- 31.—
- 32.—
- 33.—
- 34.—Lentes.

- 1.—Pie.
- 2.—Enchufe para acortar o alargar el tubo.
- 3.—Objetivo.
- 4.—Tornillo para enfocar.
- 5.—Tornillo para enfocar con exactitud.
- 6.—Platina.
- 7.—Espejo.
- 8.—Diafragma.
- 9.—Condensador.
- 10.—Tornillo del diafragma.
- 11.— " " condensador.
- 12.— " " espejo.
- 13.— " para sujetar el diafragma.
- 14.—Vástago del tornillo.
- 15.— " de presión.
- 16.—Muelles de (15)
- 17.—Cabeza de vástago.
- 18.—Eje del tornillo (4).
- 19.—Piñón del tornillo (4).
- 20.—Cramallera del tubo.
- 21.—Pinzas de sujeción.
- 22.—Tornillos sujetadores de (22).





ajust  
ciene  
mien  
movi  
centi  
E  
por  
tro in



juelo q  
mangui  
Este m  
ajustabl  
piezas l  
mayor p  
La c  
una anc  
ca del



ajuste en el sentido vertical se efectúa elevando o haciendo descender el árbol del cortador por el movimiento de cremallera mostrado en la figura 6. Este movimiento puede desplazarse en una amplitud de 33 centímetros.

En su extremo inferior este árbol está soportado por un tejuelo de bronce de 10 centímetros de diámetro interior, que a su vez se apoya en un segundo te-

unida a un manguito que contiene el manguito del árbol, apoyándose y jugando tanto por su extremo superior como por su base, en cojinetes de bolas.

La correa que pone el árbol en movimiento pasa por dos poleas de guía y por una polea motriz montada en un eje horizontal situado cerca de la base de la máquina. La velocidad de este eje puede variarse entre muy amplios límites por medio de un juego de transmi-

Figs. 7 y 8.—Cilindro y caja de alimentación.

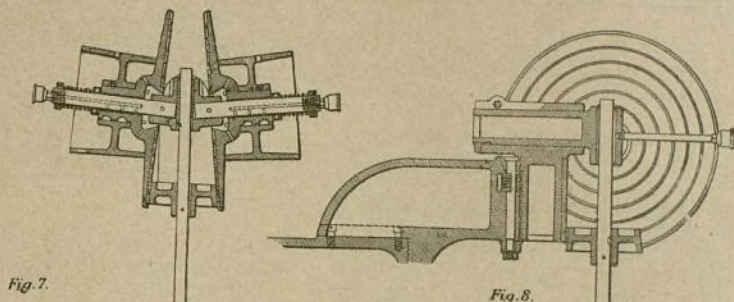


Fig. 7.

Fig. 8.

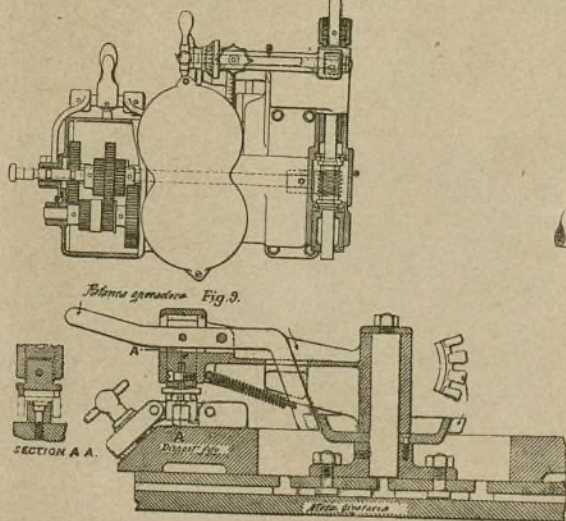


Fig. 9.—Dispositivo de palanca para cortes escuadrados.

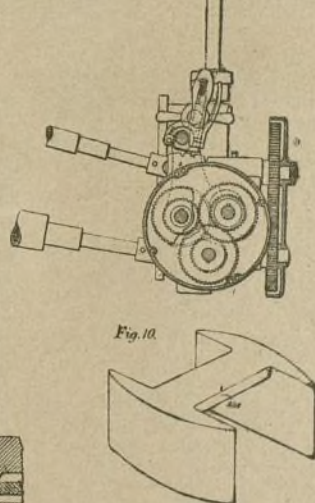


Fig. 10.

Fig. 10.—Núcleo de armadura.

juelo que ajusta en un orificio cónico formado en el manguito a que está fijada la cremallera de ajuste. Este manguito está provisto de una leva micrométrica ajustable que en combinación con la amplitud de las piezas hace posible ajustar el nivel del cortador con la mayor precisión.

La conducción del cortador se efectúa por medio de una ancha correa que pasa alrededor de una polea cerca del extremo superior del árbol. Esta polea está

siones, desde un mínimo de 8 revoluciones por minuto a un máximo de 270.

La alimentación de corte se puede graduar desde 7,5 mm. a 26 mm. por minuto. La alimentación está impulsada por una transmisión de fricción formada por las dos poleas guías de la correa y un cono montado sobre un árbol vertical, cuya disposición está demostrada en las figuras 7 y 8. Se observará que los ejes sobre los que giran las poleas guías están inclinados y que



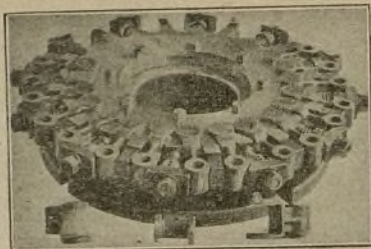


Fig. 11.

las superficies de fricción o asiento de las correas son cónicas. Como las correas tienen tendencia a montar

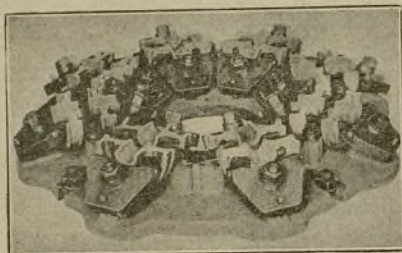


Fig. 12.

sobre el diámetro mayor de la polea, el efecto de esta disposición es que el impulso de la correa contribuye a sostener el cono de fricción. La ménsula que sostiene las poleas de las correas, es, como se representa en la figura 8, ajustable a la vez horizontal y verticalmente, de suerte que se puede siempre corregir y asegurar con rapidez tensión de la correa. El eje vertical que conduce el cono de fricción pasa por un manguito cerca de su extremo inferior. Este manguito tiene una cortadura de cremallera que permite subir y bajar el eje y el cono de fricción, jugando este eje en cojinetes de bolas.

La conducción final de las alimentaciones se transmite por un juego de transmisiones telescópicas con uniones Cardan como se representa en la figura 8.

En las figuras 11 a 13 se reproducen algunas formas diferentes de portadores o soportes de las piezas que se han de trabajar. Estos modelos están contruidos especialmente para el trabajo a mano. El de la figura 11, representa un tipo empleado en la construcción de pequeñas bielas y barras de conexión, mientras el de la figura 12 representa otro empleado para poleas de ventiladores. La disposición del modelo de



Fig. 13.

la figura 13, se emplea en trabajos como núcleos de armadura de la forma representada en la figura 10.

Para facilitar la colocación exacta de estos instrumentos se emplea la disposición representada en la figura 9. Para trabajos de mayor categoría o de piezas más grandes que las que hemos mencionado, los constructores de esta máquina herramienta recomiendan el empleo del tipo de cortador representado en la figura 14, pudiéndose construir los cortadores más pequeños de una sola pieza como el representado en la figura 15.

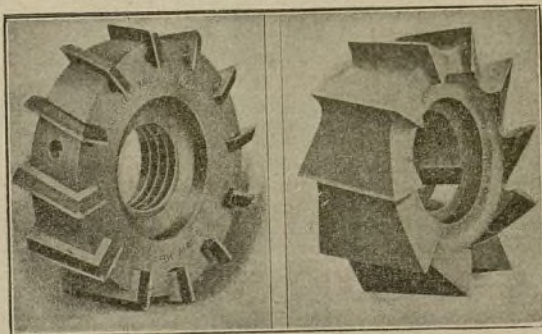


Fig. 14.

Fig. 15.

### Bronce de manganeso

Fabricase este bronce separando el manganeso contenido en el hierro-manganeso combinándole con cobre.

A este efecto, la experiencia ha demostrado que fundiendo hierro-manganeso en presencia de silicio, este último hace separar el hierro del hierro-manganeso, permitiendo al manganeso unirse directamente al cobre.

Para obtener esto se funde en un cubilote u otro horno hierro-manganeso con cobre puro. Vertiendo

en seguida este metal fundido, se ve formarse dos capas bien separadas una de otra. La superior contendrá hierro, silicio y un poco de manganeso; la inferior la compondrá el cobre y la mayor proporción de manganeso.

La cantidad de éste introducida con el hierro en forma de hierro-manganeso deberá ser aproximadamente idéntica a la de cobre, y la de silicio será cosa del 2 por 100 de la de manganeso, en relación con la de cobre, que puede asimismo variar.



## Acumuladores de energía

**Acumulador hidráulico.**—Este aparato, debido al ingeniero inglés W. G. Armstrong, tiene la ventaja de almacenar agua a presión por el funcionamiento continuo de una bomba para enviarla luego a máquinas hidráulicas de funcionamiento intermitente (grúas, prensas, etc.), pudiéndose ejercer así en un tiempo corto una acción más intensa.

En el acumulador de peso o acumulador hidráulico de columna (figura 1), (1) es un cilindro en cuyo interior se mueve un émbolo (2), en cuya parte superior lleva un plato (3) del cual, por medio de varillas (4), pende otro (5), que sostiene el peso o carga del aparato; (6) es la tubería de comunicación de la bomba y máquinas hidráulicas por la cual entra y sale el agua; (7) el peso o carga del aparato encerrado en la caja o bastidor (8). Cuando el émbolo ha alcanzado su posi-

ción extrema, queda interrumpida la comunicación con la bomba por medio de un mecanismo automático. La presión que se alcanza con estos acumuladores depende del peso con que se carga el pistón. La principal misión del acumulador, tal como hemos descrito, es regular la presión ejercida de modo que siempre sea constante, mientras no se varíe la carga que sobre él

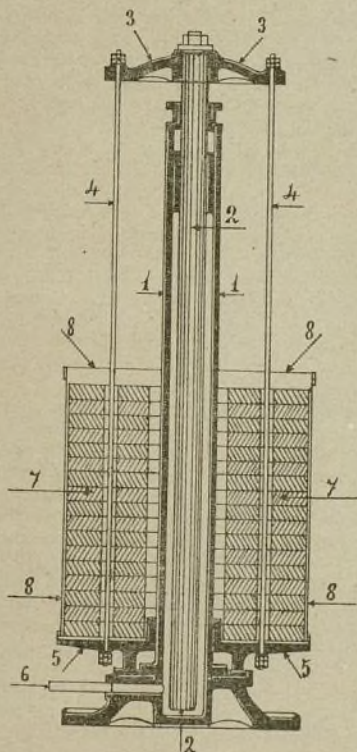


Fig. 1.—Acumulador hidráulico de columna Armstrong.

ción extrema, queda interrumpida la comunicación con la bomba por medio de un mecanismo automático. La presión que se alcanza con estos acumuladores depende del peso con que se carga el pistón. La principal misión del acumulador, tal como hemos descrito, es regular la presión ejercida de modo que siempre sea constante, mientras no se varíe la carga que sobre él

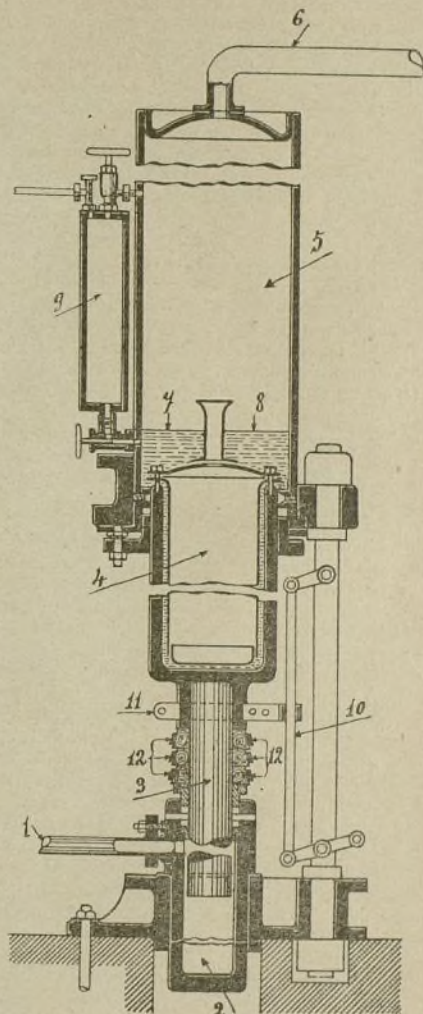


Fig. 2.—Acumulador hidráulico de Protz y Seelhoff.

de la prensa hidráulica está invertido, o sea con el fondo hacia arriba; es el que acumula el trabajo. De este modo todo el peso del cilindro se aprovecha como medio de acumulación. Si conviniera variar la presión del agua por exigirlo así el trabajo resistente, se pueden emplear acumuladores en los que por medio de un mecanismo de distribución pueden alcanzarse pre-



siones distintas. El principio del acumulador Henri, se funda en que un peso constante, al actuar sobre émbolos de secciones variables, determina presiones también variables. Actuando sobre la diferencia de áreas de dos émbolos se obtiene el acumulador diferencial. Pueden también disponerse las máquinas trabajando con varios acumuladores con émbolos de secciones distintas que según convenga pueden ponerse en acción en conjunto o independientemente. El excesivo peso que acostumbran a tener los acumuladores es un inconveniente gravísimo, especialmente en caso de trabajos rápidos por los choques violentos que pueden producirse, que causarían averías en la instalación. Este inconveniente puede evitarse con los acumuladores de vapor, en los cuales el peso está substituído por un cilindro de gran diámetro, en cuyo interior se mueve un émbolo ajustado a sus paredes. Este émbolo está enlazado con el del cilindro del acumulador, obteniendo la presión por la acción del vapor que actúa sobre aquél. De análoga manera se aprovecha la acción de un fluido elástico en los acumuladores de presión de aire.

Vamos a describir el acumulador hidráulico de Prött y Seelhoff, uno de los muchos contruídos y que por su funcionamiento es uno de los más perfectos y de regularidad. Por el tubo (1) (véase figura 2), entra el agua en el cilindro (2), accionando así los émbolos (3) y (4) que los eleva. De esta manera el aire encerrado en (5) adquiere una tensión que actúa a manera de peso durante el movimiento descendente de los émbolos. Para obtener esto se procura hacer el depósito (5) muy grande, estableciendo además por medio del tubo (6) una comunicación con cuatro grandes recipientes de aire. Esta comunicación queda interrumpida cuando se trata de obtener un rápido aumento de presión. El aire contenido en (5) adquiere comunmente una presión de 50 atmósferas, y puesto que el área del émbolo (4) es diez veces mayor, la presión del agua alcanza por consiguiente un valor de 500 atmósferas. Para impedir escapes de aire hay en el depósito (5) un poco de glicerina hasta la línea (7) y (8) que se introduce por medio de la bomba (9). El tirante (10) y el brazo (11) sirven para interrumpir el movimiento ascendente del acumulador cuando el émbolo llega al límite de la carrera. Para evitar choques, se apoya el émbolo, al terminar su descenso, en unas piezas de madera (12). Hemos de advertir que si el acumulador se instala en localidades excesivamente frías, se deberá substituir el agua por glicerina u otro líquido cuyo punto de congelación sea más bajo que aquélla. Estos acumuladores tienen aplicaciones industriales importantísimas, por ejemplo, poner en funcionamiento máquinas elevatorias hidráulicas, ya sea en los grandes almacenes, fábricas talleres, puertos, los altos hornos, e instalaciones metalúrgicas, como en las prensas hidráulicas, en fábricas de papel, aceite, azúcar, etc.; prensas de forjar y máquinas de remachar.

Los sistemas descritos aplicados, por ejemplo, a las grúas elevatorias, presentan incalculables ventajas, especialmente cuando hay que poner en movimiento un número crecido de aparatos. Con este sistema se aumenta el servicio efectivo en más del doble que utilizando grúas de vapor, merced a la gran rapidez con que se puede poner en movimiento un aparato cualquiera. Además, se suprimen las causas de incendio y de explosión. Aumenta los beneficios debidos al incre-

mento del tráfico y de las relaciones comerciales facilitados por la rapidez en la carga y descarga de las mercancías.

No obstante, en estos últimos años ha ido decreciendo el empleo de la transmisión de la energía directa o acumulada, a distancia, por medio del agua a presión, debido a los perfeccionamientos y facilidad grande de la transmisión de la misma por la electricidad.

**Acumuladores que aprovechan la inercia de los cuerpos.**—Los cuerpos, algunos de ellos, no todos, sabemos absorben trabajo mecánico para adquirir velocidad y lo ceden cuando ésta disminuye. Esta forma de almacenar trabajo es, sin duda alguna, la primera que el hombre ha aprovechado inconscientemente. La acción de los mazos y martillos está fundada en este principio; impulsados con fuerza por el brazo restituyen todo el impulso recibido sobre el cuerpo que baten. Más notable aún es la aplicación al huso de hilar a mano uno de los utensilios empleados por el hombre desde la más remota antigüedad y que almacena una ínfima cantidad de trabajo para restituirlo en seguida para torcer el hilo que se elabora; en miniatura constituyen un volante. En este importante órgano de las máquinas se almacena la energía mecánica aprovechando la inercia, teniendo la propiedad de ser lento en absorber y en ceder la energía almacenada en su masa, lo que constituye un medio excelente de regularización de los movimientos; de aquí el imprescindible como universal uso del volante en una infinidad de máquinas que requieren un movimiento sensiblemente uniforme a pesar de la variación de los esfuerzos a que están sujetas. Desde la máquina vulgar de coser movida por la fuerza muscular, hasta las potentes y mayores máquinas de vapor, en muchos casos sujetas a desarrollar esfuerzos muy variables con intervalos de pocos segundos, el volante es siempre el órgano principal acumulador de energía por excelencia.

Otra forma de almacenar la energía es el movimiento de traslación transmitido a los cuerpos. En este caso, el trabajo almacenado o fuerza viva que posee el cuerpo, viene dado por el producto de su masa multiplicada por el cuadrado de su velocidad, de modo que una cantidad determinada de energía se podrá almacenar con cuerpos de mucha masa a pequeña velocidad o con cuerpos de poca masa a velocidad muy grande. Así en los ferrocarriles pueden los trenes subir rampas, mediante la energía acumulada, que no podrían subir por el solo esfuerzo de la locomotora. La acción del lanzamiento de proyectiles está fundada en el mismo principio, desde la antiquísima flecha con punta de piedra, hasta la modernísima bala endurecida y blindada que atraviesa y destruye las mayores planchas de blindaje de gran espesor. Esta energía almacenada o acumulada en los cuerpos sometidos en movimientos, es la que en tan grande escala se aprovecha en los molinos de viento, en algunas turbinas de vapor, como la turbina tipo Laval, que aprovecha la fuerza viva de un chorro de vapor que sale por un ajuste divergente.

**Acumuladores caloríficos.**—Estos acumulan la energía en forma de calor, y siendo éste transformable en trabajo mecánico, puede aprovecharse en esta forma la energía acumulada. Las calderas de vapor cons-



tituyen el ejemplo más notable de este sistema; en ellas, el calor desarrollado por el combustible se almacena en más o menos cantidad en la masa de agua y vapor a elevada presión y temperatura que puede aprovecharse ya sencillamente para calentar o para producir trabajo en las máquinas de vapor. En la naturaleza el aire atmosférico almacena el calor de los rayos solares produciendo los vientos, cuya inmensa fuerza viva sólo aprovecha parcialmente el hombre para imprimir e impulsar las velas de los barcos o las alas de los molinos de viento. También sirven de acumuladores de calor los cuerpos sólidos que por su mayor o menor capacidad calorífica absorben cierta cantidad de calor de los cuerpos calientes y pueden luego cederla a otros más fríos para calentarlos; se aprovechan actualmente a grande escala bajo el nombre de recuperadores de calor en los hornos industriales, tales como los de Siemens, Hoffmann y otros. Varias disoluciones salinas tienen la propiedad de absorber cantidades de calor mucho mayores que el agua, a igualdad de peso, por lo que se han aplicado, aunque en pequeña escala, para caloríficos principalmente, y aún se ha intentado aplicar el calor así acumulado para hacer desprender vapor, que se aprovechará en una máquina, proyectándose y construyéndose alguna locomotora bajo este principio. En la actualidad, y fundándose en el mismo principio, se ha inventado por el profesor Dr. Rateau, de París, un aparato, mejor dicho, un dispositivo que permite el aprovechamiento del vapor de escape de las máquinas de trabajo intermitente (máquinas elevadoras, martillos de vapor, de laminadores, etc.)

**Acumuladores de vapor.**—Consiste este aparato en una o varias calderas conectadas con una turbina de vapor de baja presión y que están llenas de una sustancia determinada, que es la que constituye el acumulador de calor, pues cuando durante el periodo de trabajo de la máquina primaria la turbina a baja presión no consume todo el vapor de escape, esta sustancia lo condensa, almacenando así el calor, pues su temperatura, y, por lo tanto, la presión en las calderas, aumenta. Durante los periodos de paro, este calor acumulado vaporiza la cantidad correspondiente de agua al descender la presión del acumulador. La turbina a baja presión, en cuyo funcionamiento no influyen las oscilaciones de presión del acumulador, toma generalmente el vapor bajo la presión atmosférica y lo expelle expansionado por medio del condensador. Tampoco perturbán la marcha de la turbina los excesos de vapor en el acumulador, pues una válvula de seguridad cuida de evitarlos.

Si por falta de funcionamiento de la máquina primaria viniese a faltar vapor en el acumulador, mediante una válvula automática se da paso al vapor directo de las calderas. Por medio de esta disposición se aprovecha el vapor de escape de tal manera que se obtiene una economía superior a la que dan las máquinas de triple expansión. Con el escape de una máquina eleva-

dora se ha obtenido una potencia de 500 H.P. de vapor, y con el de una máquina de laminadores, sobre 1.000 H.P. eléctricos. El coste de instalación es sensiblemente más pequeño que el de una instalación de la misma potencia a alta presión, y desaparecen por completo los gastos de alimentación. La economía que se obtiene para una instalación de 500 H.P. útiles, es de 40 a 60.000 pesetas, y la economía de consumo, de 30 a 70.000 pesetas anuales. La primera instalación de este género funciona en las minas hulleras de Bruay departamento francés (Paso de Calais) desde 1902, sin ninguna dificultad y dando las economías calculadas y previstas.

**Acumuladores químicos.**—Ciertas sustancias tienen la propiedad de acumular energía, una vez que se descomponen, se transforman o cuando cambian de estado; vamos indicar algunas de ellas, las más principales y las que en la práctica reúnen mejores condiciones son: el acetato de sosa cristalizado, disuelto en agua caliente, tiene la propiedad de retardar en gran manera el enfriamiento de la solución, gracias al calor latente de fusión que esta sal emite cuando pasa del estado líquido al estado sólido. Esta propiedad ha motivado el uso de dicha sal en diversos caloríferos, singularmente en los instalados en los coches de ferrocarril, que comunmente emplean la siguiente fórmula: Se disuelven 15 kilog. de acetato de sosa en 11 litros de agua hirviendo; la temperatura del calorífero que contiene la solución desciende gradualmente hasta los 59 grados, temperatura correspondiente al punto de solidificación del acetato de sosa; la temperatura queda entonces estacionaria durante muchas horas, puesto que desciende de dos a tres grados por hora hasta los 40 grados, de suerte que el calor se conserva cuatro veces más tiempo que con el agua pura.

Siendo este acetato una sal muy estable, puede servir indefinidamente teniendo solo la precaución de soldar el tapón al calorífero. El acetato de sosa funde absorbiendo 42'3 calorías por kilog. El calorífero puede llenarse igualmente de sal sólida. El químico Tommasi ha perfeccionado estos caloríferos colocando en el centro de la masa de acetato conductores en espiral calentados por una corriente eléctrica para sostener la temperatura inicial de la solución. Basados en estos principios se construyen los botes *Thermos* que se expenden en el mercado industrial, que tanta aceptación tienen y que poseen la propiedad de conservar calientes las sustancias que se hallen encerradas en dichos botes.

El sistema empleado por Tommasi es muy cómodo y sumamente práctico para la calefacción de los vagones de ferrocarriles. El mecánico Rietschel introdujo un perfeccionamiento empleando para ello un serpentín de vapor para mantener la temperatura inicial de la solución de acetato y aconseja el sistema para mantener en las estufas la temperatura constante.

ANAEL DE ARAMBURU Y GARCÍA.



## La continuidad del servicio en caso de accidente que puede comprometer la marcha de las máquinas y aparatos eléctricos

La regularidad es una de las cualidades por las cuales la electricidad ha llegado a ser apreciada del público y los accidentes que pueden comprometerla han sido estudiados con bastante cuidado y atención para que se les pueda en la actualidad afrontar sin peligro: la mayor parte se han logrado evitar por consecuencia de los perfeccionamientos aportados al material eléctrico. En cuanto a aquellos que son inevitables se ha aprendido a obtener y mantener, a pesar de los pequeños accidentes de esta naturaleza, una continuidad de servicio que deja muy poco que desear en nuestros días.

El principio de todos los progresos realizados en esta vía es el evitar las interrupciones que serían inútiles y peligrosas para el material. Si se produce un corto-circuito en una parte de una red de distribución no es necesario concluir en la necesidad de una interrupción total del servicio, y en particular en la de la rotura, sobre las generatrices, de una corriente que representa una sobrecarga que la mayor parte del tiempo es mucho menos peligroso para ellos mantenerse algunos instantes que hacer cesar repentinamente por interrupción brusca.

Por otra parte, conviene observar que cuanto más cerca de la fuente de la corriente está el interruptor, más considerables son la potencia y la importancia de la parte de la red que interesa. El medio de evitar una interrupción semejante consistirá en mantener el interruptor de los alternadores cerrado permanentemente o no proveerlos de relays automáticos de apertura: pero la seguridad de las máquinas estará entonces a merced de las eventualidades pues podrán producirse cortos-circuitos tales que el personal no tenga tiempo ni pueda intervenir útilmente cuando la necesidad se impone.

También se adopta por lo general una medida menos radical que consiste en dar más o menos extensión a la maniobra de rotura, es decir emplear un *interruptor a tiempos* sobre las generatrices.

Sin embargo hay que convenir en que las exigencias del servicio se desarrollan de día en día y en que la importancia del papel que juega la electricidad justifica los estudios hechos al objeto de mantener la continuidad de marcha de las máquinas, a despecho de todos los accidentes que en la práctica moderna determinan todavía la parada inmediata.

En una Memoria presentada al Congreso de Cleveland del «American Institute of electrical Engineers» sobre el *restablecimiento del servicio en caso de parada inevitable*, Mr. Ricketts se muestra firme partidario de la supresión de las maniobras de interrupción sobre los alternadores: por lo menos no admite la necesidad más que en el solo caso en que la generatriz presente en sí misma un defecto que haga la parada absolutamente necesaria.

Una sobrecarga no ocasionará nunca una interrupción semejante, por grande que sea esta sobrecarga, pero si se desarrolla un defecto en una de las fases de la máquina (por ejemplo un alternador trifásico cuyo inducido presenta un punto neutro), se utilizará el des-

equilibrio resultante de este defecto para accionar un relai o un juego de relays cuyo efecto será abrir los circuitos inductor e inducido del alternador, es decir, poner automáticamente por completo fuera de servicio dicha máquina.

Es inútil reproducir el esquema de un dispositivo tal. Para llegar a su comprensión basta indicar que tiene por principio la puesta en oposición de transformadores de corriente formando dos juegos de aparatos trifásicos; un primer juego formado de tres transformadores montados respectivamente sobre los conductores de salida del alternador, y un sistema trifásico en estrella formado de tres transformadores interpuestos respectivamente entre el punto neutro del alternador y cada una de sus fases. Los secundarios de estos dos sistemas trifásicos están montados en estrella, y las fases correspondientes agrupadas en serie dos a dos; cada uno de los tres circuitos secundarios así formados contienen dos secundarios que normalmente se equilibran, pudiendo unírsele un relai permanente sin que pase por su devanado ninguna corriente. Pero si un defecto desarrolla en el alternador una desimetría cualquiera entre fases, existe desequilibrio en los ramales correspondientes del sistema que se acaba de describir y resulta para los relays una corriente que los acciona y que les hace abrir los circuitos de inductor y de inducido de la máquina.

Considerando en seguida los accidentes que, sin interesar al mismo alternador, requieren por lo menos la interrupción del flujo de energía que éste suministra, por un tiempo más o menos prolongado, pero en todos los casos bastante corto, M. Ricketts indica que se puede dejar formado el circuito del inducido e interrumpir o reducir momentáneamente la excitación.

Los principales interruptores de alternadores no deben pues funcionar en caso de sobrecarga y la protección reside, en caso de accidente local más o menos durable, en el funcionamiento de interruptores secundarios o locales de marcha regulada a tiempo sin perjuicio de un dispositivo propio a la misma generatriz, bajando o suprimiendo por una maniobra automática e instantánea la excitación de la excitatriz o la del mismo alternador: de estos dos últimos métodos de acción, el más radical es evidentemente el que recurre a la supresión de la excitación y en particular el que la ejecuta sobre el mismo alternador.

Cuando pasan algunos segundos antes que el primer método de acción haya alcanzado eficazmente su objeto, es suficiente una fracción de segundo para que el otro sistema haya reducido efectivamente a un valor despreciable la fuerza magneto motriz de la máquina. Los oscilógrafos demuestran claramente la relación que existe entre las duraciones comparativas de acción de los dos métodos y sus efectos progresivos; es necesario naturalmente que en la práctica se limite a un tiempo que sea bastante corto para reducir a un valor despreciable la duración de la interrupción del servicio, pero que sin embargo sea suficiente para que la perturbación que la hace necesaria haya terminado de manera radical y sin peligro de reproducción.



En el punto en que el circuito inductor se restablezca, el arco cebado por el rayo o cualquier otro accidente habrá terminado, la excitación se restablecerá gradualmente y el régimen de corriente sobre el inducido del alternador se volverá normal mientras no varíe en más de 200 por 100, en general, y sin haber, lo que es esencial, sufrido el menor choque susceptible de deteriorarlo.

M. Ricketts señala que los dispositivos de protección de esta naturaleza funcionan con éxito en Baltimore en las instalaciones de la «Consolidated Gas, Electric Light» y de la «Power Company», desde hace cerca de cuatro años.

Refiere también lo que se ha hecho para prevenir la permanencia o la reposición en servicio de los aparatos receptores que funcionan en una red cuya protección está establecida según este principio.

Estos dispositivos tienen relays, por el funcionamiento y la construcción de su primario; son asimilables a los contactos automáticos por la analogía de su funcionamiento y por la construcción de sus secundarios. No nos detendremos en hacer el estudio sin entrar en el detalle y sin señalar la gran diversidad de los casos que se presentan en la práctica y la no menor diversidad de las soluciones.

La solución es sencilla, por ejemplo, si se trata de hacer automáticas tales maniobras sobre los motores del tipo asíncrono.

Se complica si se trata de motores del tipo síncrono, que pierden mucho de su par desde que cesan de girar en sincronismo.

Los inconvenientes se duplican, al ofrecerse una nueva dificultad con la conmutatriz, por el hecho que no solo su par es afectado por las modificaciones de velocidad por bajo del sincronismo sino, además, porque su misma polaridad del lado continuo depende del momento en que se hace la reposición en el sincronismo.

Es decir, que el funcionamiento totalmente automático de los sistemas preconizados por M. Ricketts pide, en cada uno de los casos expuestos y para cada una de las aplicaciones que se hagan, un estudio atento y una regulación experimental y precisa.

No es dudoso que las proposiciones de M. Ricketts, serán ardientemente discutidas, pero por los ejemplos aportados hay que convencerse que las soluciones propuestas y los principios expuestos merecen toda la consideración de los electricistas y todos los esfuerzos para el perfeccionamiento de que son susceptibles.

El tiempo no es el menor accidente local que provoca inevitablemente la paralización de todas las máquinas de una central eléctrica durante algunas horas y algunas veces durante algunos días: la *selectividad* ha producido ya sus frutos; no puede menos que alcanzarse nuevos perfeccionamientos.

L. P.

(De L'Industrie Electrique.)

## ULTIMAS INVENCIONES

### Procedimiento radioscópio rápido para la localización de los proyectiles

Este procedimiento deriva de la construcción geométrica siguiente:

El punto P figura el cuerpo extraño del que se desea averiguar la profundidad de su posición. Los puntos R y O están invariablemente unidos a la ampolla A.

Se hace un primer examen para obtener la proyección ortogonal del punto P en B.

Se desplaza la ampolla horizontalmente hasta que la proyección oblicua del punto R trasladado a R' y la del punto P, coincidan sobre la pantalla en C'. Así se tiene:

$$\frac{BP}{A'O'} = \frac{CB}{R'O'} \text{ de donde } BP = C'B \times \frac{A'O'}{R'O'}$$

En la práctica se emplea un localizador metálico solidario de la ampolla. La base de este localizador de forma circular, lleva un retículo compuesto de dos hilos de metal que se cruzan en el centro del círculo. El rayo normal salido del anticátodo debe pasar por el cruce de los hilos.

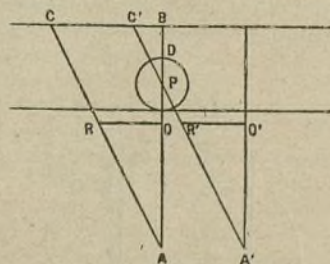
Para obtener el punto B, se pone la imagen del proyectil P y la de la intersección de los hilos O en coincidencia sobre la pantalla en B y se marca este punto. Por un procedimiento conocido se marca también sobre la epidermis del paciente el punto D por el que pasa el rayo normal.

La pantalla se fija a una distancia cualquiera, pero invariable, del anticátodo; se desplaza la ampolla hasta

que la imagen del punto P se confunde sobre la pantalla con la de un punto cualquiera R' del contorno de la base del localizador. Así, se obtiene el punto C' que se señala sobre la pantalla.

La distancia del cruce de los hilos al centro del anticátodo es la cantidad A'O'.

R'O' es el rayo de la base del localizador.



El aparato se construye de manera que la relación  $A'O'/R'O'$  se exprese por un número entero. Este número multiplicado por C'B dará la distancia BP del proyectil a la pantalla.

Este procedimiento parece presentar las ventajas siguientes:

La ampolla puede estar a una distancia cualquiera de la pantalla.



El cálculo es fácil, pues basta multiplicar una longitud por un número constante.

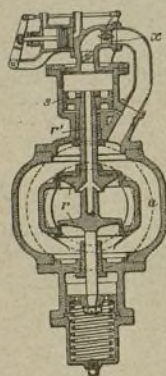
El localizador da imágenes limpias.

Todas las manipulaciones se hacen en la oscuridad.

El tiempo necesario para determinar la localización es muy reducido.

El material empleado puede ser muy simple.

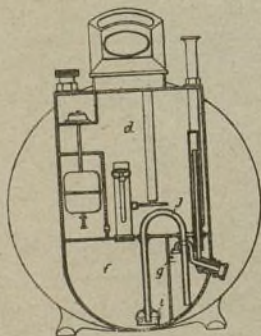
### Válvula de vapor de gobierno automático



El objeto de esta válvula es el gobierno automático de las máquinas de vapor. La válvula principal *r* es una válvula de contrapeso o equilibrada y la válvula de huso *r'* se extiende en sentido ascensional para recibir el émbolo de válvula *s*. Por encima de este émbolo la válvula de cuello *x* está montada e intervenida por un regulador. La válvula de huso *r'* es hueca estableciéndose de esta manera la comunicación entre el espacio existente por encima del émbolo de válvula *s* y el comprendido entre los asientos de las válvulas *r*, y al de cuello *x*, regida por el regulador, está montada entre un espacio de gran área que conduce a la caja *u* que rodea a la válvula de vapor principal *r*, de suerte que estando cerrada la válvula de paso, la presión que se forma sobre el émbolo de válvula causa el descenso instantáneo del pistón *s* y el cierre momentáneo de la válvula de vapor principal *r*.

### Contador de gas

Este contador de gas es del tipo de conducto de retorno vertical para mantener un doble cierre contra



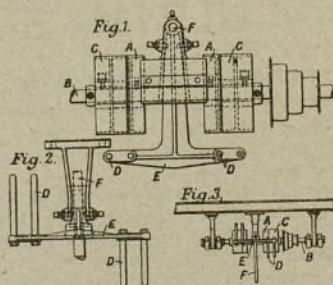
el escape de gas desde un compartimiento en el que la unión de los dos bordes de la conducción están por encima del nivel a que el líquido puede elevarse.

La innovación consiste en un dispositivo de cierre para un contador húmedo de gas, que comprende un conducto *j* de retorno vertical que tiene un extremo en el compartimiento cerrado *f* y el otro extremo exterior a este compartimiento, en el cual la extremidad primeramente mencionada se introduce en un pequeño receptáculo situado en la base del compartimiento *f*, que como es sabido tiene un orificio por donde se llena cuando el nivel del líquido circundante desciende hasta su extremo superior, de suerte que el conductor puede volverse a cerrar después que se haya vaciado debido a un exceso de presión.

El conducto de retorno *j*, tiene su conexión o porciones semicirculares puestas en un compartimiento superior *d*, de irrigación y un extremo abierto dentro de un compartimiento *g* de sífon para la salida del agua, preferiblemente inferior al nivel del extremo inferior del sífon, mientras el otro extremo se abre a la atmósfera en una posición contigua al extremo exterior del tubo del sífon.

### Poleas de transmisión

Las poleas objeto de la modificación que vamos a describir son aplicables más particularmente a las máquinas herramientas. Comprende el dispositivo la com-



binación de dos poleas fijas colocadas en un eje, simétricamente, entre dos poleas locas y una horquilla de gufa, de manera que puede mover dos correas simultáneamente, una de ellas impulsada por una de las poleas libres solidarizada a su polea fija contigua o *viceversa*, mientras la otra correa es impulsada por la otra polea libre.

Las poleas fijas *A* están rigidamente unidas a un eje motriz *B* de una máquina herramienta, cuyo eje *B* conduce también las poleas libres *C* que son más anchas que las poleas fijas.

Las horquillas *D* están montadas en una repisa *E* oscilante rigidamente conectada a una barra *F* giratoria. Si se hace oscilar la repisa en cualquier dirección a partir de una posición central en la que cada una de las correas está sobre una de las poleas locas *C*, una de las correas es transportada por una de las horquillas sobre su polea fija, mientras la otra correa permanece ociosa conducida por la otra horquilla.



## Importancia industrial de las medidas termométricas

En *The Electrical Review*, M. Pauly insiste sobre la importancia que presentan industrialmente las medidas termométricas, pudiendo las evoluciones inexactas ocasionar gastos considerables y ofrecer indicaciones ilusorias sobre el rendimiento y la seguridad de las instalaciones.

El termómetro de mercurio en tubo de vidrio, que es el que está más extendido, es susceptible de gran precisión a condición de que se emplee correctamente, caso muy raro en la práctica. En realidad, la temperatura dada por la altura de la columna mercurial, es la del mercurio contenido en el depósito; las indicaciones no pueden ser satisfactorias y útiles si la temperatura de este mercurio no es bien igual a la que se desea evaluar.

Deben tomarse ciertas precauciones. En general, se sumerge el termómetro en una pequeña cavidad practicada en la pared, que encierra el vapor o el fluido que se trata de estudiar; esta cavidad se llena de aceite o, mejor, de mercurio. Conviene, desde luego, que la cavidad se disponga en forma que quede completamente expuesta a la corriente líquida o gaseosa. Es necesario, además, que el líquido no se pueda separar en capas de diferentes temperaturas; pues sino, el termómetro dará la temperatura de cierta capa y no la temperatura media del líquido. Conviene, en fin, que la cavidad no dé lugar a una pérdida muy grande de calor por radiación o conducción: esta causa de error puede reducirse a un valor despreciable haciendo una cavidad de profundidad razonable, reduciendo el espesor de sus paredes tanto como lo permita la condición de seguridad y disponiendo el depósito del termómetro en el fondo de la cavidad, y utilizando en ésta una cantidad de mercurio suficientemente justa para sumergir el depósito.

Existen casos en que el termómetro de mercurio no parece de un empleo satisfactorio. Así, para medir la elevación de temperatura en los alternadores, se cree por lo común suficiente aplicar el depósito de un termómetro de mercurio, ordinario, contra el núcleo de las bobinas. El procedimiento es grosero y poco preciso, incapaz de suministrar la temperatura máxima del arrollamiento, estando sometido al error personal, variable e incierto del observador, pudiendo ser puesto en acción de un modo más o menos satisfactorio.

Como un alternador no posee colector susceptible de denunciar por chispas potentes las cargas excesi-

vas, el límite hasta el cual se puede hacer crecer la carga está determinado por la temperatura; y si ésta es evacuada por el método ordinario, aunque aleatorio, será difícil asegurar que la máquina posee un margen de seguridad suficiente para las grandes cargas. En particular en los momentos de urgencia se corre el riesgo de una sobrecarga. Por otra parte, a veces, se podrá evitar el funcionamiento de máquinas de auxilio en los momentos de urgencia sobrecargando un poco las máquinas ya en marcha a condición de conocer exactamente su temperatura.

Esto es lo que se puede realizar con el empleo de un termómetro eléctrico de resistencia que se alojará contra una de las bobinas del estator, en un punto en que esté sometido a la temperatura máxima de la máquina. Las indicaciones de este termómetro se leerán en un cuadrante dispuesto sobre el tablero de distribución.

De la misma manera, las medidas precisas y consecutivas de la temperatura en el interior de las pilas de carbón pueden evitar las pérdidas onerosas por incendio por consecuencia del recalentamiento.

Cuando se efectúan estas mediciones (y este caso es muy raro) se contenta con bajar un termómetro por el interior de un tubo dispuesto en el interior de la pila de carbón. Se puede perfeccionar el dispositivo haciéndolo bastante seguro, sin gastos suplementarios. Para ello es suficiente alojar el termómetro en un pequeño tubo que contenga agua y esté cerrado por sus dos extremos, haciendo descender el todo por medio de un cordel, en un tubo dispuesto verticalmente en la pila de carbón y cerrado por su parte inferior de manera que pueda contener un poco de agua en la que se sumerja el tubo que contiene el termómetro. Las ventajas de este método sobre el habitualmente seguido son: 1.º que el agua del tubo conserva su calor cuando se saca el instrumento para verificar la lectura, lo que elimina la incertidumbre debida al descenso rápido del mercurio, que se produce con el termómetro ordinario; 2.º que si el tubo encierra una cantidad de líquido justamente suficiente para cubrir el tubo de vidrio, el termómetro indicará con mucha exactitud la temperatura de la masa en la vecindad inmediata al extremo del tubo. Si no se pone ningún líquido en el tubo, se producirán errores debidos, en parte, a la mala conductibilidad del agua y, en parte, al efecto de las corrientes de conexión en el tubo.

A. MENENDEZ CABALLERO, Ingeniero



## Los electroimanes en la corriente alterna

Entre los muchos sistemas de construcción de inducidos y de inductores o electroimanes que se utilizan en la práctica, ningunos han sufrido tantas pruebas y modificaciones como los que han de servir para utilizarlos en las máquinas de corriente alterna.

En estas máquinas se ha probado construirlos con inducido fijo y los inductores móviles; con inducidos

dificación a aquel sistema, cuya disposición según su constructor, añade ventajas a aquella.

Los polos están colocados lateralmente y su construcción es la que se indica en las figuras 1 y 2 esquemáticamente.

El sistema giratorio de los electroimanes está representado en la figura 1 en sección y en la figura 2 en corte vertical y transversal al eje de giro del mismo.

Todos los polos magnéticos están excitados por un devanado común a ellos que es la bobina o carrete central indicado en sección en A (fig. 1).

Esta bobina está arrollada en el interior del cuerpo cilíndrico de hierro que constituye al mismo tiempo su armazón general.

Con esta disposición se obtienen a un lado todos los polos Norte y al otro todos los polos Sur.

Como quiera que están frente a los otros, cada par de ellos se encuentra siempre en un mismo sitio respecto a su posición relacionada con el inducido o estator de la máquina.

En la figura 2 el anillo o bobina está indicado en A y los polos de los electroimanes en B, B...

El eje de giro es C y el núcleo de hierro que forman los electroimanes, es D. Estas mismas letras corresponden a la figura 1.

En estas máquinas, el inducido es fijo. Va colocado entre los dos extremos de los polos y ocupa todo su lugar.

Consta de varios carretes cuyos ejes son paralelos

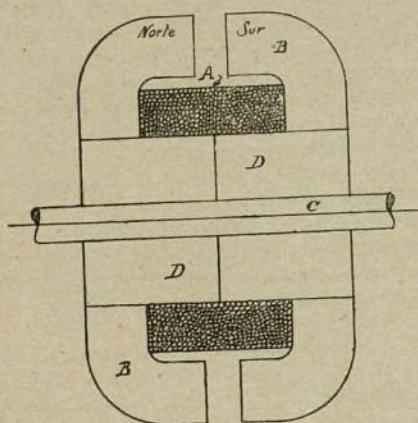


Fig. 1.

giratorios y los inductores fijos y hasta se han hecho pruebas con los dos móviles.

Depende hoy únicamente de la casa constructora o tipo de máquina el que correspondan a unos u otros sistemas.

Todos ellos tienen sus ventajas y sus inconvenientes, por lo que tras de largos exámenes se ha llegado a la conclusión de hacer depender la construcción de un dínamo de corriente alterna, sola y exclusivamente de la magnitud de la máquina, esto es, de su potencia a engendrar.

En las máquinas grandes, que son las que más nos interesan, se han determinado finalmente las casas constructoras (en general) a la construcción de los electroimanes giratorios (rotor) y el inducido fijo (estator).

Ahora bien; entre los diversos modos de construir los electroimanes giratorios se tiene también preferencias más o menos fundadas por la colocación de ellos.

Así vemos construcciones modernas en las que los electroimanes los forma un anillo central que constituye la bobina o carrete de inducción, aprisionado por «grapas» de hierro dulce que forman indirectamente su núcleo y su sujeción.

Esta disposición podemos apreciarla en todos sus detalles en el modelo desmontable (N.º 73) que publicó esta Revista.

Actualmente se han construido también inductores de corriente alterna giratorios pero sufriendo una mo-

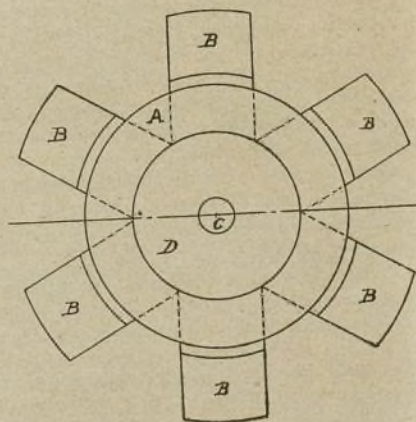


Fig. 2.

al eje de rotación de la máquina o sea a su eje principal. Cada uno de estos carretes que constituyen el inducido, abarca, cuando está directamente delante de un polo Norte o Sur, todas las líneas de fuerza que pasando por un polo van al otro opuesto. Por consiguiente estas líneas de fuerza se ven obligadas a pasar en su totalidad a través de los carretes del inducido.



Cuando estos carretes adquieren la posición que corresponde al intermedio entre dos polos sucesivos, el campo magnético o sea la cantidad de líneas de fuerza, es aproximadamente *cero*.

Se ve, pues, que el campo magnético en los carre-

tes del inducido, *varía solo en su intensidad pero no en su dirección*. Por consiguiente estas máquinas corresponden al tipo llamado de *polos iguales*.

Esta construcción fué ideada por Mordey.

S. LOPEZ TAPIAS, Ingeniero.

## La tracción automóvil sobre carreteras y terrenos agrestes

Los problemas que envuelve la construcción de vehículos destinados a distintos fines como, por ejemplo, transportes tanto de viajeros como de mercancías o como maquinaria agrícola, etc., dependen para su satisfactoria solución de condiciones muy variables. La mayor desventaja, la peor de las condiciones y la más esencial es la naturaleza del terreno en que se haya de

de los caminos ordinarios, un sencillo par de ruedas motrices puede servir para transmitir la fuerza necesaria para el arrastre de dos o más remolques. La tracción sobre los caminos ordinarios por medio de ruedas de llanta metálica, requiere, sin embargo, en las ruedas motrices un gran diámetro y una gran amplitud de huella al objeto de que la carga pueda reducirse a una intensidad razonable.

Entre los proyectos para la tracción rodada por los caminos ordinarios ideados con el objeto de reducir la carga sobre las ruedas motrices puede mencionarse el tren Renard, cuyos coches son de seis ruedas. Las ruedas centrales de cada vehículo son tractoras con llanta metálica y los pares exteriores son timoneras o de maniobra de dirección, sistema Ackermann, con llantas de goma. El vehículo delantero forma la unidad motriz transmitiéndose la fuerza a los ejes centrales de los demás coches del tren por medio de un eje articulado. Con el apoyo del Estado, las pruebas han tenido un franco éxito en Francia, pero el sistema no se ha desarrollado con la extensión merecida.

Las tentativas de conducción por eje múltiple, indirectamente han conducido, sin embargo, al desarrollo de la tracción por cuatro ruedas, sistema que siendo menos exigente, presenta considerables ventajas, en algunas condiciones de tracción, sobre la conducción ordinaria a cuatro ruedas.

### PARTE I

**Conducción a cuatro ruedas.**—La conducción a cuatro ruedas puede combinarse con el gobierno a dos o a cuatro ruedas. Un ejemplo del primero de estos sistemas propuesto ya en 1898, fué el coche giratorio



Fig. 4.—Trayectorias de las ruedas en un deslizamiento lateral de 180°.

verificar la tracción, sea camino abierto o terreno agreste, por las desigualdades que éstos pueden ofrecer, que se traducen en grandes resistencias y fuerzas constantes que se oponen al esfuerzo tractivo y se consumen en un trabajo destructor de los diferentes elementos y órganos constitutivos del vehículo.

Los métodos adoptados para vencer las dificultades inherentes a estos problemas de la tracción, pueden dividirse en dos clases principales: una de estas clases es la en que la fuerza motora se distribuye entre dos o más ruedas motrices; la otra es la en que la tracción se verifica por medio de *tracks* o especie de bandas de cadena que presentan una gran superficie de roce y adherencia sobre el suelo. Las dos clases de tractores son, consecuentemente, aplicables a condiciones diferentes, y mientras los métodos no puedan considerarse compatibles, las condiciones de cada uno podrán apreciarse mejor por comparación directa de sus respectivas peculiaridades y ventajas.

Bajo condiciones ideales de tracción sobre rieles, la fuerza motora transmitida por un sencillo par de ruedas puede ser suficiente para arrastrar un tren compuesto de un número relativamente grande de coches o vagones. Bajo las condiciones menos favorables

construido por Spyker, de Amsterdam, en 1903 y exhibido en el Palacio de Cristal en 1904. Mr. Brillié trató en una obra de un motor perfeccionado relativo al segundo de los expresados sistemas, que verificaba la tracción y la dirección o gobierno del vehículo con las cuatro ruedas.

Los vehículos actuales cuyo gobierno se efectúa a cuatro ruedas, tienen mucho de común con las bateas o vagones descubiertos de tracción por el eje zaguero por el tipo y colocación del motor y sus accesorios, tales como el carburador, radiador y embrague



y también por la disposición de la caja de engranajes, muelles y frenos. Estos aspectos, solo los describiremos, sin embargo, al tratar de los vehículos cuya trac-

ficientemente para permitir separarse describiendo un pequeño círculo. Esto puede constituir otra desventaja en las ciudades aunque largamente compensada por la

Fig. 6.—Diferencial de cierre automático, Walter.

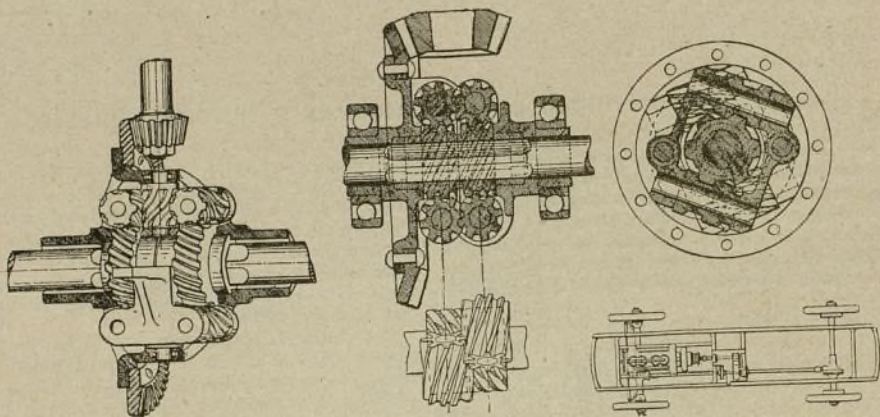


Fig. 5.—Diferencial M. y S.

Fig. 7.—Chasis F. W. D.: Planta del armazón.

ción se verifica a cuatro ruedas y que difieren del tipo ordinario.

**Gobierno a cuatro ruedas.**—En los vehículos corrientes, cuya conducción se gobierna desde el testero o parte delantera del coche mediante el dispositivo de eje Ackermann, el proyectista se esfuerza en conseguir la condición de que los ejes de las dos ruedas frontales se corten en su proyección horizontal en un punto situado en el eje de las ruedas zagueras como se representa en la figura 1. En los coches cuya conducción se verifica con cuatro ruedas timoneras, el problema reviste una forma más general, y la condición

que se impone es la de que los ejes de las cuatro ruedas coincidan en un mismo punto de intersección (figura 2). En tanto que esta condición se satisface, no es esencial que la inclinación de los ejes respecto a la normal sea la misma para los ejes delanteros que para los posteriores; pero en la práctica la maniobra de dirección es generalmente simétrica (fig. 3) y el centro virtual alrededor del cual el vehículo gira, está situado en la línea normal central. Este resulta en una reducción del radio del círculo de giro aproximadamente a la mitad del que se obtiene con el mismo eje delantero y con la maniobra delantera única. El vehículo tiene, sin embargo, mucha mayor flexibilidad en ciertos aspectos, pero está sujeto a la desventaja de que si se presenta un obstáculo y particularmente una piedra demasiado grande, las ruedas no pueden cerrarse su-

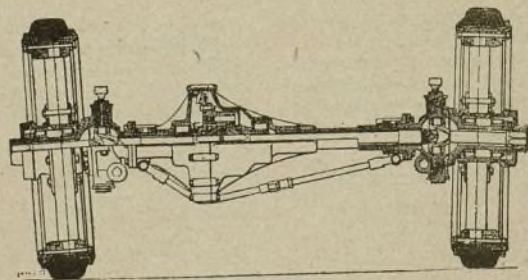


Fig. 8.—Chasis F. W. D.: Eje delantero.

mayor facilidad con que el vehículo puede maniobrar hacia atrás.

El cierre de las ruedas posteriores restringe el espacio útil para ajustar el cuerpo del vehículo a la altura del chasis en una amplitud más limitada que cuando la maniobra de dirección se efectúa con solo dos ruedas timoneras. Esto no afecta a la colocación de un depósito cilíndrico o cuerpo en forma de recipiente, pero para la plataforma plana es necesario dar mayor altura que en la práctica ordinaria. Aún no podemos presentar un ejemplo práctico del sistema asimétrico para la maniobra de dirección, representado en la figura 2; es de notar que la conversión de esta disposi-

ción no supone más que la modificación de las longitudes de dos palancas y que el aumento en anchura del cuerpo, que será conducido directamente por el chasis, podrá compensarse por el ligero aumento del radio de giro.

Para la tracción por carreteras y terrenos muy irregulares como los agrestes y en general sembrados

de obstáculos, la conducción de cuatro ruedas ofrece indudablemente ventajas debidas al hecho de que el porcentaje de carga útil por adherencia es casi doble del de la conducción a dos ruedas.

**Frenado a cuatro ruedas.**—La aplicación de frenos a los vehículos automóviles destinados a la tracción por caminos ordinarios o en malas condiciones, envuelve inevitablemente la posibilidad del deslizamiento lateral. Bien sabido es que, cuando el coefi-

ciente lateral  
frenos  
sobre t  
das pos  
miento  
lo «vo  
preven  
del com  
miento  
freno y  
que las  
Cuando  
lateral,  
perficie  
ceso de  
al obsta  
movimi  
primera  
teras de  
táculo  
correcci  
gar deb  
tar la  
tomados

zamiento  
sobre un  
de la dir  
los que  
mayor cl  
más jun  
res.

Existe  
de desliz  
cho más  
perto, po  
refrenar;  
las rueda  
to craso,  
de terren  
normales  
conductor  
po al no r  
vimiento  
para la di  
deslizamie  
cuencia l  
transferen  
las ruedas



ciente de fricción por desplazamiento lateral de las llantas es pequeño y los frenos se aplican con demasiada fuerza sobre un vehículo con frenos en las ruedas posteriores, se produce el deslizamiento lateral y el retroceso del vehículo «vuelta la máquina» a menos que se prevenga este efecto por la destreza del conductor. La extensión del deslizamiento puede reducirse aflojando el freno y maniobrando por el lado hacia que las ruedas posteriores se mueven. Cuando se produce un deslizamiento lateral, ordinario en un camino de superficie en comba o alabeada y el retroceso del vehículo tiende a aproximarlo al obstáculo, la dificultad de obtener el movimiento aumenta por dos razones: primera, debido a que las ruedas delanteras deben maniobrase hacia el obstáculo reduciendo así el espacio utilizable para la corrección del error del movimiento, y en segundo lugar debido a que la comba del camino tiende a aumentar la velocidad lateral del vehículo. Los caminos tomados respectivamente por las ruedas en un desli-

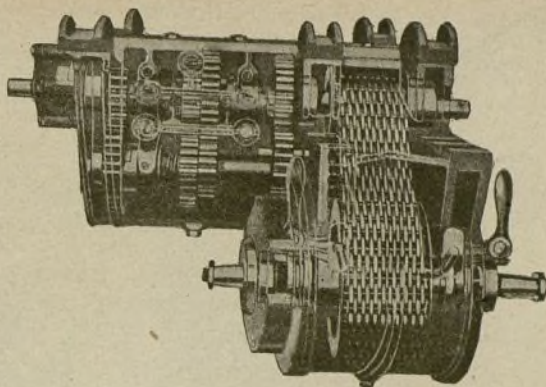


Fig. 9.—Transmisión motriz del coche Cliftonville F. W. D.

les, puede producirse un cambio suficiente de condiciones para facilitar la corrección de la ruta del vehículo. Es necesario considerar este aspecto del problema en los vehículos motores de tracción zaguera. Ordinariamente las cargas sobre el eje son aproxima-

damente iguales cuando el vehículo permanece estacionario; pero esta condición cambia cuando el vehículo está en marcha, por el impulso tractor correspondiente a la velocidad de la periferia de las ruedas que obra sobre el eje posterior y libra al eje frontal de parte de la carga estática. El reconocimiento práctico de este hecho lo ha evidenciado el coche de carreras cuya evolución acusa un aumento progresivo en la base de las ruedas, acompañado por el desplazamiento hacia adelante del centro de gravedad del coche. Un coche de carreras cuyas ruedas presentan

una base de apoyo de 3 m. desarrollando el motor al freno 70 caballos y marchando a razón de 148 kilómetros por hora, tendrá una impulsión en el eje posterior de unos 50 kilogrametros, pero el mismo vehículo si sube por una pendiente con una proporción transmi-

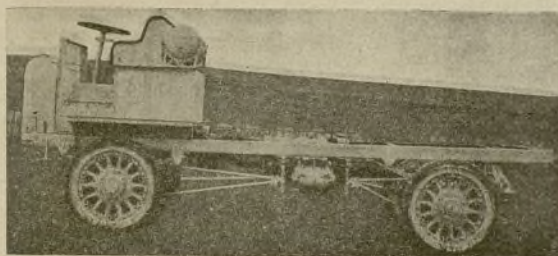


Fig. 10.—Coche Cliftonville de conducción a cuatro ruedas.

zamiento lateral ordinario de las ruedas posteriores sobre una superficie que está transversalmente a nivel de la dirección del movimiento, son aproximadamente los que se representan en la figura 4 en la que para mayor claridad las ruedas delanteras se representan más juntas que las ruedas posteriores.

Existe, sin embargo, otra forma de deslizamiento lateral que es mucho más temida por el conductor experto, por ser mucho más difícil de refrenar; es éste el deslizamiento de las ruedas delanteras. Sobre asfalto craso, oolita húmeda, y caminos de terreno arcilloso y húmedo, en normales condiciones de marcha, el conductor puede prevenirse a tiempo al no responder el vehículo al movimiento de la rueda al maniobrarla para la dirección. Con esta forma de deslizamiento, teniendo por consecuencia la aplicación del freno la transferencia de alguna carga desde las ruedas posteriores a las fronta-

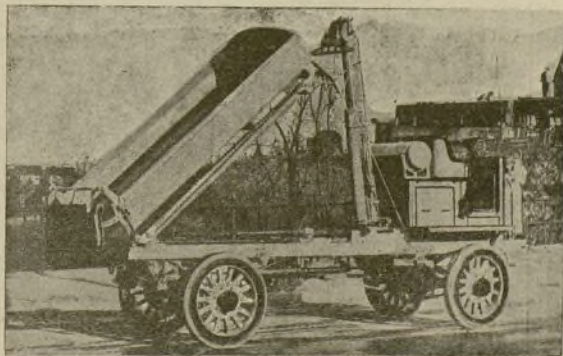


Fig. 11.—Vagón volquete de conducción a cuatro ruedas, Cliftonville.



sora de 3,5 a 1 (reduciendo la velocidad a 42 kilómetros) tendrá una impulsión en el mismo eje, de 170 kilogramos transfiriendo aproximadamente unos 50

presión, el freno a cuatro ruedas es ideal; por el empleo de una transmisión compensadora la acción del frenado puede distribuirse con igualdad sobre las cuatro ruedas, y para cualquier velocidad dada, el coche puede pararse dentro de una mayor distancia o trayecto que con el frenado a dos ruedas. Cuando, por otra parte, la superficie es crasa, un conductor práctico tiene mayor dominio sobre un vehículo frenado únicamente con las ruedas posteriores.

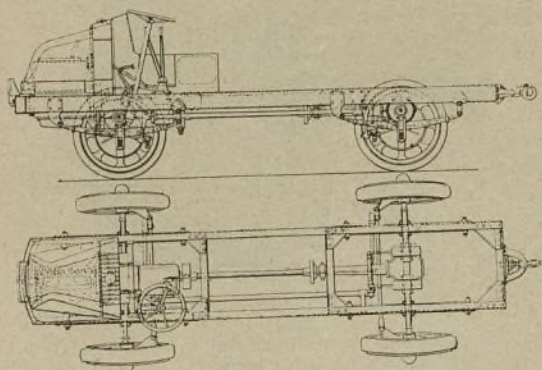


Fig. 12.—Chasis del coche Superquad Walter, conducción y gobierno a cuatro ruedas. Planta y alzado lateral.

kilogramos desde las ruedas delanteras a las posteriores. Si por otra parte el freno de estas últimas se aplica en un vehículo ordinario, el impulso inverso producido puede así fácilmente ser mucho mayor que aquél, y el cambio resultante de las condiciones de carga sobre las ruedas aumentar sin embargo la carga constante sobre las ruedas frontales, lo bastante para

je diferencial, entre los dos ejes, para compensar por

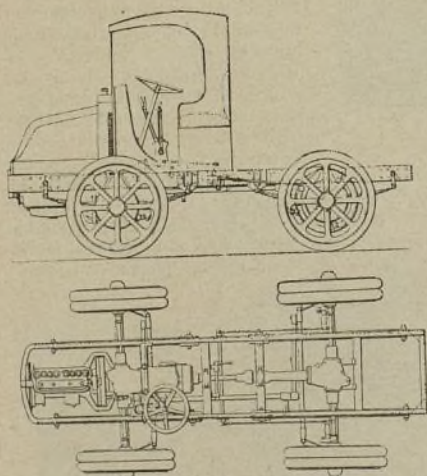


Fig. 13.—Tractor Superquad Walter; conducción y gobierno a cuatro ruedas

obtener la necesaria fricción entre el terreno y la rueda de maniobra. Es evidente que la tracción frontal de la rueda implica una carga más pesada sobre las ruedas delanteras y supone mayores dificultades para el conductor para corregir el deslizamiento lateral cuando se produce.

Para detener la marcha en buenas condiciones de

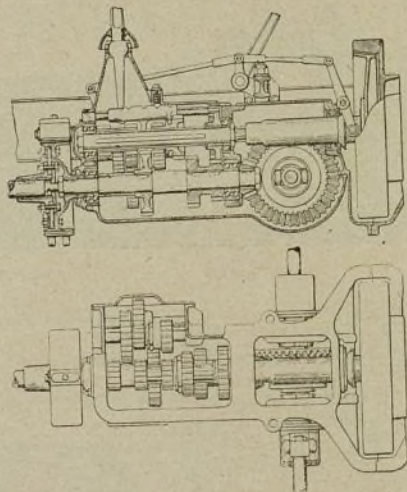


Fig. 14.—Transmisión Superquad Walter.

diferencias de los diámetros medios y consecuentemente en las revoluciones hechas por los respectivos

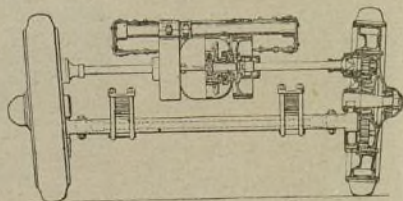


Fig. 15.—Transmisión y conducción.



pares de ruedas. Esto introduce una complicación distinta en el problema de la tracción. En la conducción ordinaria a dos ruedas, si una rueda motriz se mantiene en contacto y la otra separada de la tierra, esta última girará, siendo iguales los demás efectos, a

nicas de diferenciales, se ha considerado necesario para trabajar bajo estas condiciones, disponer un cierre diferencial en el diferencial central o principal sobre el eje motor longitudinal conectándolo con los dos ejes conductores.

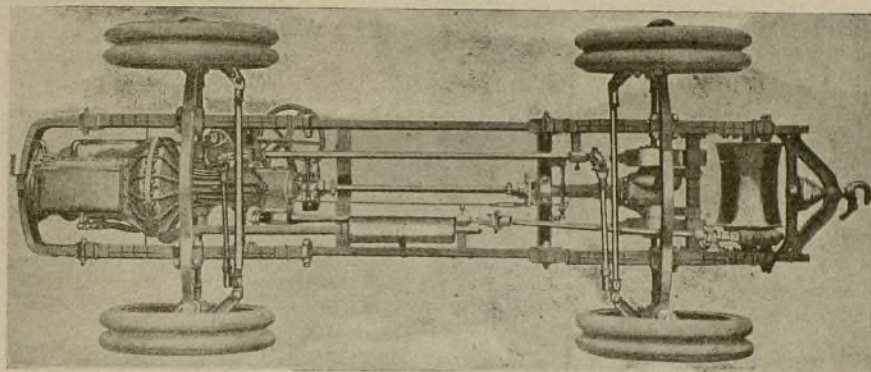


Fig. 16.—Coche Walter de conducción y gobierno a cuatro ruedas.

velocidad doble de la que el par giraría si ambas estuvieran libres; por el contrario, si con la colocación de tres diferenciales, tres ruedas permanecen en contacto y una sola separada del suelo, ésta girará a velocidad cuatro veces mayor de la velocidad media a que las cuatro ruedas girarían si estuvieran libres o trabajaran normalmente.

Las condiciones en que la carga de una rueda

Esta dificultad no es tan seria en vehículos dotados de conducciones eléctricas, en las cuales, es naturalmente posible disponer un motor separado para cada rueda.

**Transmisiones de cierre diferencial automático.**— El problema de la transmisión de la fuerza cuando una rueda queda sin contacto con el suelo,

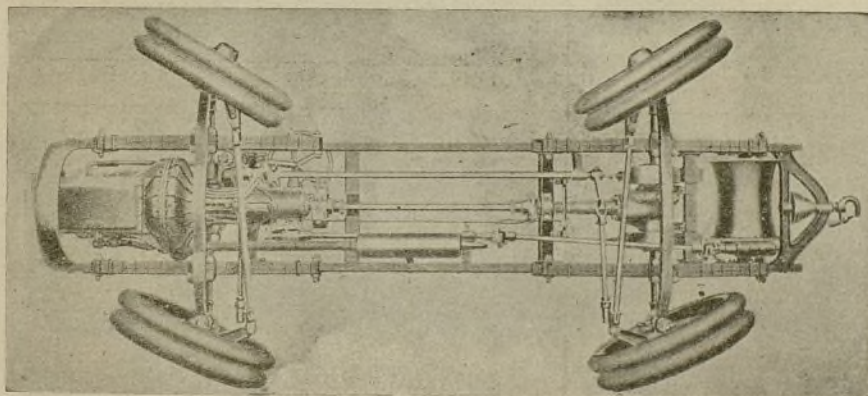


Fig. 17.—Coche Walter de conducción y gobierno a cuatro ruedas.

cualquiera es tan reducida que permite el deslizamiento, se ofrecen con frecuencia sobre terreno muy quebrado debido al aflojamiento del muelle de presión, y ello también ocurre en terreno que presenta considerables fluctuaciones en el coeficiente de fricción. Para facilitar la conducción a cuatro ruedas, de vehículos dotados de los tipos corrientes de ruedas rectas o có-

puede resolverse sin embargo en otra forma. El deslizamiento o la rotación libre de una rueda son debidos al hecho de que los engranajes diferenciales rectos o cónicos ordinarios son perfectamente reversibles. Si una rueda pierde el contacto del suelo, girará al doble de la velocidad normal correspondiente a las revoluciones del motor. Una tentativa hecha por Hedgeland



hacia 1905 para resolver este problema obtuvo un éxito parcial; la solución realmente práctica parece haber sido hallado con el diferencial de engranajes de gusanillo. El diferencial M y S, representado en la figura 5, es de este tipo. En este dispositivo cada extremo de eje conduce una rueda de gusanillo, de corona, del mismo sentido y cada engranaje dentro de un piñón de rosca conducido por la caja diferencial; los dos piñones de rosca están engranados en una rosca intermedia conducida también por la caja diferencial. En la práctica la colocación de las roscas intermedias y secundarias se duplica como se representa en la figura. La inclinación de los dientes está escogida de modo que el piñón de gusanillo puede ser movido por la rueda de corona pero cuya acción no es reversible. De aquí que el engranaje admitirá diferentes velocidades

de gusanillo, ambos del mismo sentido como en los engranajes M y S. Cada una de estas ruedas engrana con un piñón de rosca conducido por la caja diferencial;

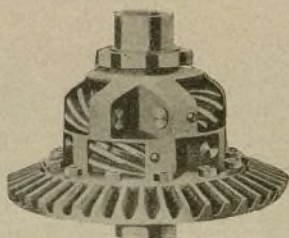
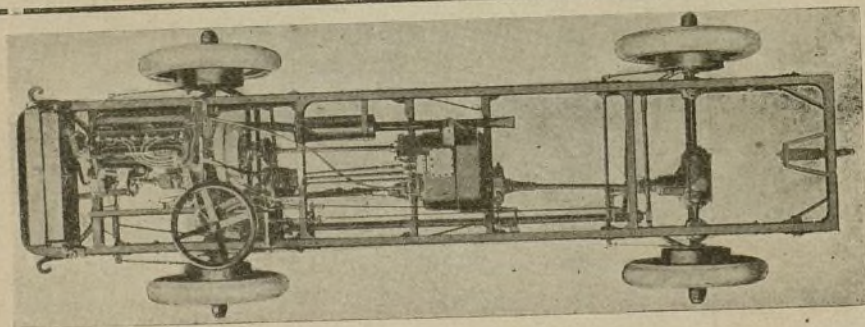
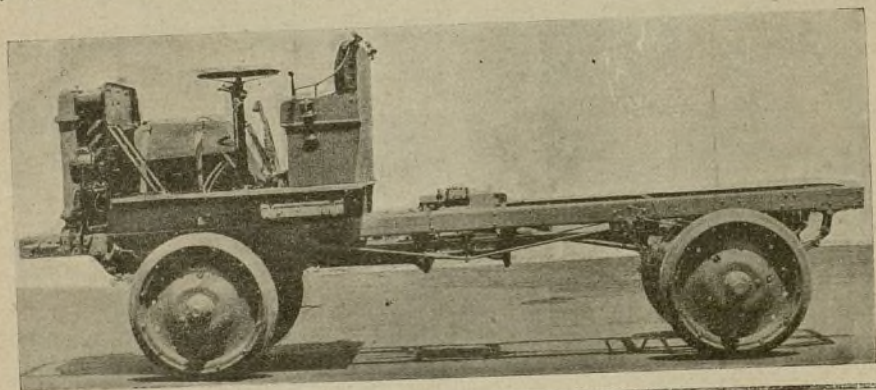


Fig. 18.

estos piñones están montados en el mismo sentido conducidos por ejes, uno de los cuales sobresale del otro formando un ángulo doble que el de inclinación del piñón cruzado con su eje. Estas disposiciones hacen innecesario el piñón intermedio de la transmisión M y S, acortando la longitud del conjunto.

En la práctica se emplean dos pares de piñones en la forma representada en la figura 6. En ésta se requiere que el cierre estático se asegure entre los dos ejes, «debido a que un engranaje de rosca no puede poner en movimiento una rosca cuyo ángulo de avance sea mucho más pequeño», pero una vez puesta en marcha, la acción motriz ofrece un gran rendimiento



Figs. 19 y 20. — Coches Jeffery.

de las ruedas si ambas están en contacto con el suelo, pero si una de ellas abandona este contacto, la irreversibilidad de la conducción da lugar a que el conjunto del dispositivo funcione como si fuera un eje sólido.

El cierre diferencial automático de Walter (fig 6) es también una diferencial de gusanillo. En esta forma cada uno de los semiejes conduce una rueda de corona,

pues, como es sabido, existe movimiento diferencial de las ruedas, pero no distribución igual de potencia por las dos ruedas.

Otra forma de cierre diferencial automático es el de Dorr Miller. Esta transmisión consta de las siguientes partes:

Un disco conductor central, ocho bolas de acero



los en-  
grana  
rencial;  
os en el  
or ejes,  
del otro  
e el de  
o con su  
en inne-  
o de la  
o la lon-

ean dos  
a repre-  
ta se re-  
o se ase-  
debido a  
no puede  
e avance  
uesta en  
dimiento



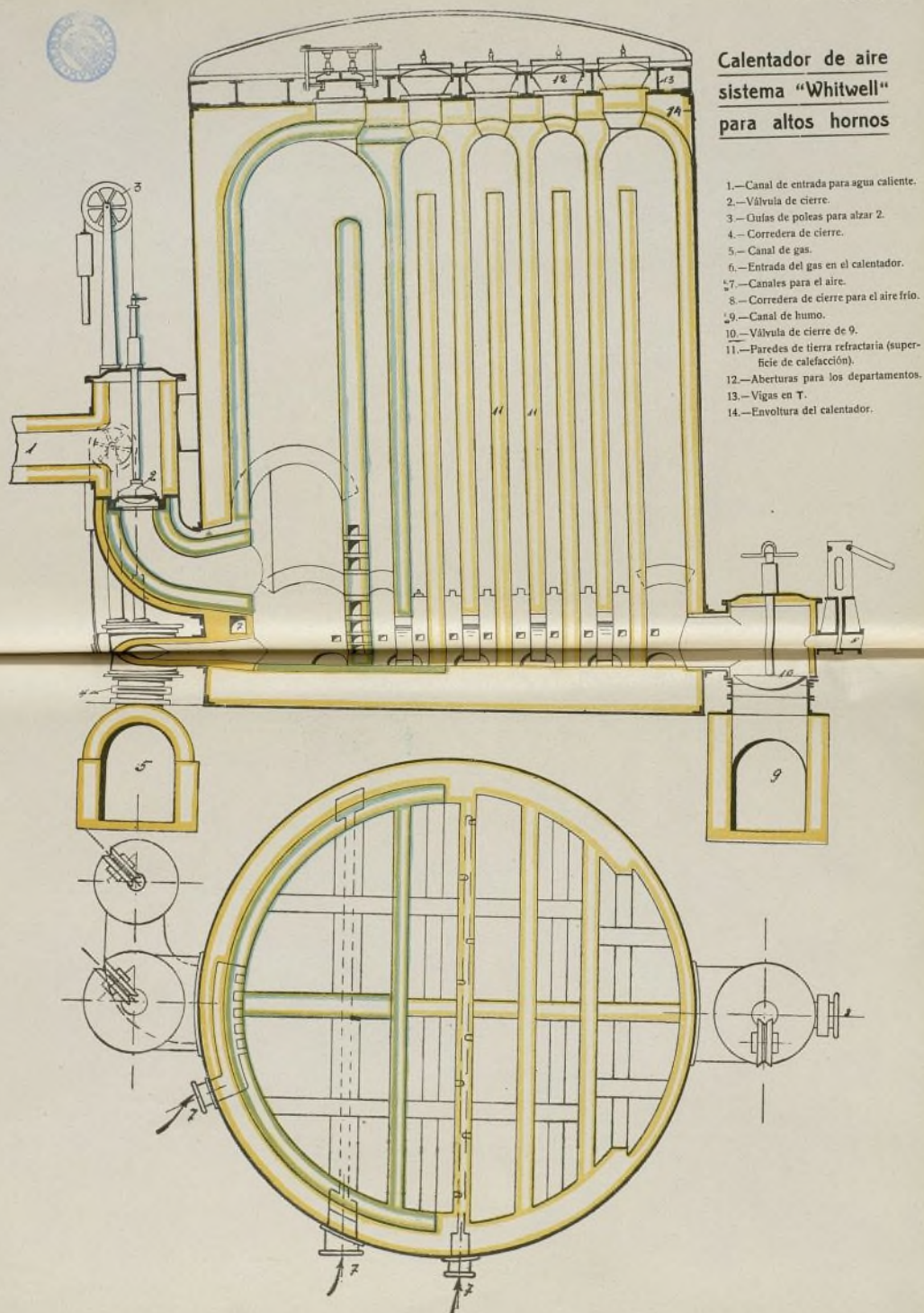
o diferencial  
de potencia

mático es el  
e las siguien-

las de acero



**Calentador de aire  
sistema "Whitwell"  
para altos hornos**





con  
con  
axi  
unc  
el l

aca  
tien  
cen  
cies  
sup  
las  
a st  
fere  
dife

—E

rue  
fron  
dife  
plan  
posi  
deta  
del  
culo  
Par  
que  
dor  
do,  
que  
a las  
por  
gues  
la cr  
E  
temp  
tras



conducidas por orificios correspondientes del disco conductor, dos bloques acanalados con caces ondulados axialmente para las bolas, y dos discos de fricción, uno en la parte posterior de cada bloque y el otro por el lado interior de la caja diferencial.

Tan pronto como se inicia el movimiento, el bloque acanalado que tiende a moverse con mayor rapidez, tiende también a separarse de los discos conductores centrales por la acción de las bolas sobre las superficies onduladas. Este efecto es causa de que las otras superficies de los bloques acanalados se junten contra las superficies interiores de los discos de fricción que a su vez tienden a juntarse en el interior de la caja diferencial, convirtiendo de este modo temporalmente el diferencial en una unidad sólida.

#### Conducción a cuatro ruedas. Gobierno frontal.

—El coche de Clitonville, de conducción a cuatro

la dificultad que requiera el empleo del cierre diferencial.

**Gobierno a cuatro ruedas.**—El coche *Superquad* (figs. 16 y 17) de la «Walter Motor Truck Company» de Nueva York, es un ejemplo de conducción y gobierno a cuatro ruedas, representado en planta y alzado en la figura 12; con estas mismas dos proyecciones se reproduce en la figura 13 un semitractor. Los engranajes de transmisión se representan en proyecciones horizontal y vertical en la figura 14, mostrándose en sección y en vista exterior los árboles diferenciales de las ruedas delanteras y las uniones cardan de los árboles motores pequeños de las mismas ruedas. El sistema motriz de las ruedas por medio de pequeños ejes articulados, se representa en la figura 15.

Cada eje está provisto de un diferencial de cierre automático del tipo Walter, que permanece automáti-

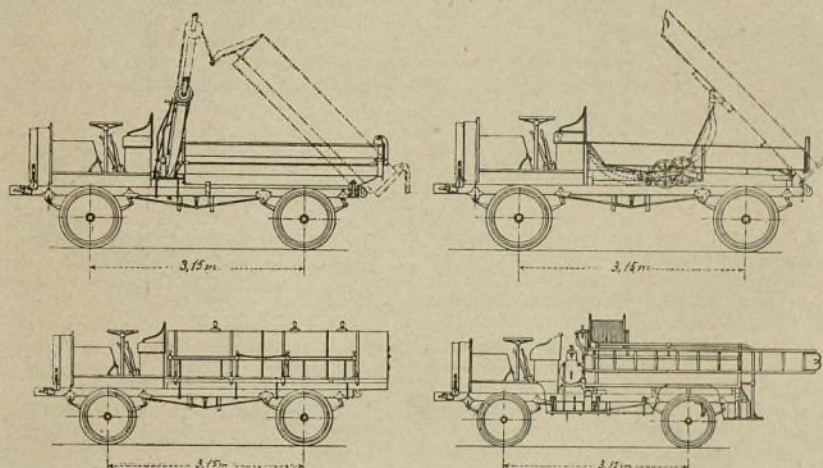


Fig. 21.—Aplicaciones del coche Jeffery.

a) Caja oscilante de cabria. — b) Caja oscilante de cabria accionada a mano. — c) Coche tanque para aceite. — d) Camión manguera y para productos químicos.

ruedas (fig. 10) es de gobierno o maniobra timonera frontal, de cierre diferencial accionado a mano por el diferencial central. En la figura 7 se reproduce la planta del armazón y la colocación del motor y del dispositivo de dirección de este coche y en la figura 8, detalles de las ruedas frontales motrices y disposición del aparato de dirección, mirando de frente al vehículo. El engranaje motor se reproduce en la figura 11. Para cerrar el diferencial central existe un embrague que le vuelve inactivo como un engranaje compensador entre los dos ejes. Con el diferencial central cerrado, uno u otro de los embragues de los ejes pequeños que transmiten el movimiento a las ruedas frontales y a las zagueras, respectivamente, pueden desarticularse por el embrague correspondiente; uno de estos embragues se representa desconectado del lado derecho de la cadena motriz diferencial, en la figura 9.

Por estos medios el vehículo puede convertirse temporalmente en un coche de conducción delantera o trasera a dos ruedas, como más convenga, conforme

camente cerrado normalmente, abriéndose solo cuando es necesario, por ejemplo al virar el coche. Las dos transmisiones diferenciales Walter de cierre automático (fig. 18) son, por otra parte suficientes; la tercera transmisión diferencial sobre el eje principal, necesario en el caso de diferenciales ordinarias, no es necesaria con este dispositivo.

El vehículo está provisto de un freno accionado por una transmisión a pedal y una palanca de mano que acciona el freno de las ruedas posteriores, las cuales debido al hecho de que el diferencial principal está, ya articulado o ya cerrado, actúa también sobre las cuatro ruedas.

El *quad* Jeffery (figs. 19 y 20) es un vehículo movido y dirigido a cuatro ruedas. Este coche está provisto de un diferencial de cierre M y S, en cada eje (fig. 5).

Algunas de las formas de las cajas de los coches que se adaptan a este chasis, se reproducen en la figura 21 y comprende dos formas de caja de cabria o



bolquete y dos formas de cajas especiales para el transporte de líquidos.

**Conducción independiente a cuatro ruedas y gobierno a cuatro ruedas.**—El truck eléctrico con par transmisor (fig. 22) lo mismo que el truck eléctri-

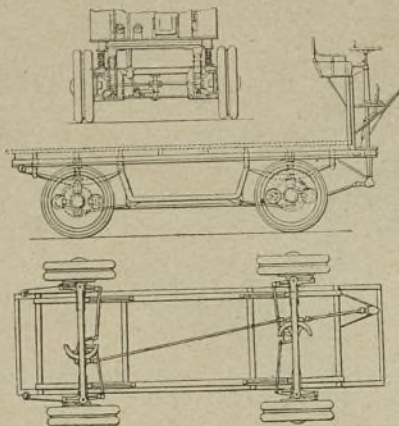


Fig. 22.—Truck eléctrico por baterías. Par transmisor. Planta, alzado lateral y de frente.

co, de petróleo (fig. 23) son ejemplos de conducción independiente a cuatro ruedas con gobierno también a cuatro ruedas.

El coche con batería motriz se representa en alzado general, alzado frontal y planta, en la figura 22. El sistema tractivo es de construcción especial con dos ruedas cónicas de gran diámetro que contienen el motor, el cual está dispuesto en escuadra con el eje, dejando espacio suficiente para alojar los dos extremos del árbol del motor y un piñón cónico motriz. Uno de estos piñones engrana con la mitad exterior de la rueda y el otro con la mitad interior, de suerte que la carga sobre el árbol motor está equilibrada, resultado además asegurado por la introducción de un engranaje compensador.

Un armazón acanalado que conduce dos llantas gemelas macizas de caucho, se unen a los dos discos cónicos que forman la rueda. La transmisión reductora del motor a la rueda está en la relación 25 á 1; las ruedas giran en cojinetes cilíndricos, y están provistas de orificios con puertas móviles para dar acceso a los motores. En cada rueda existe un freno del tipo de contracción y otro freno eléctrico, de urgencia.

Para facilitar al vehículo la marcha por caminos que presentan una superficie quebrada o de resistencia muy

desigual a la tracción, dispone de una forma especial de control. La corriente se suministra a los motores de las cuatro ruedas por un controlador del tipo de coche urbano modificado. Este controlador tiene cinco puntos de contacto, dos de los cuales (el tercero y quinto en el coche batería y el cuarto y quinto en el coche eléctrico de petróleo) están señalados los términos «velocidades paralelas», agrupándose los motores en paralelo cuando se establecen estos contactos; así, si una rueda se desliza no produce ningún efecto sobre las otras tres o si se deslizan dos de ellas, no influyen sobre las otras dos. Los otros tres contactos están señalados con los términos «velocidades de refuerzo»; sobre estos puntos se puede ejercer una especie de acción diferencial entre los dos grupos de ruedas tomadas diagonalmente sobre el coche. La rueda frontal del lado derecho y la posterior del izquierdo forman un grupo y las otras dos otro grupo. Cuando la marcha se efectúa con la tercera «velocidad de refuerzo», se produce una acción diferencial entre las ruedas de estos grupos de suerte que si se desliza una rueda del grupo, su compañera quedará sin fuerza. Si bajo estas circunstancias, el deslizamiento continúa y el conductor del vehículo mueve el controlador hacia adelante hasta

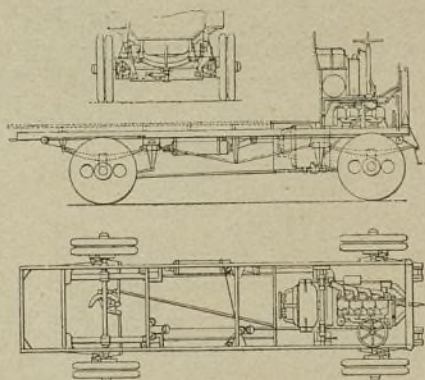


Fig. 23.—Truck eléctrico de petróleo. Par transmisor. Planta, alzado lateral y de frente.

el contacto contiguo, todas las ruedas trabajarán entonces independientemente unas respecto de las otras.

El tipo de tracción por acumuladores es solo recomendable en casos en donde exista facilidad de carga y el recorrido diario no exceda de 75 kilómetros. El coche eléctrico de petróleo se representa en la figura 23 en un alzado general, otro de frente y en planta. Estos coches se aplican a toda clase de servicios.

(Continuara).

#### Reacción muy sensible del agua oxigenada fundada en la formación de ácido dioxitátrico

**Utilización de la reacción de Fenton.**—En un tubo de ensayo se vierten 2 centímetros cúbicos de una solución de sulfato ferroso-amónico al 5 por 100. Se agita, después se añaden de 1 gota a 2 centímetros cú-

bicos de agua oxigenada según la concentración (de agua medicinal al agua muy diluida). Se adicionan de 5 a 6 gotas de lejía de sosa y se agita de nuevo. Se forma una coloración violeta. Sensible para un agua a 0,005 v.



## Calentador de aire para "altos hornos" (Véase el plano de la lámina central)

La cantidad de aire necesaria para el funcionamiento de los altos hornos, es aproximadamente cuatro veces mayor que la cantidad de ácido carbónico.

El aire es impulsado por ventiladores cilíndricos, accionados éstos por motores de gas. La presión del aire es aproximadamente de 1 atmósfera. Entra en el horno por la parte inferior. Por las pérdidas que se originan, los ventiladores se calculan para una cantidad de aire 40 por 100 mayor que la necesaria.

El aire pasa primero por grandes calentadores especiales, como los que representa nuestra lámina central, que elevan su temperatura hasta unos 700 a 800° C. Como material de calefacción se utilizan los gases mismos del horno.

Generalmente, los calentadores de aire son cilindros de plancha de hierro de 15 a 30 metros de altura

y 6 a 8 metros de diámetro, recubiertos interiormente por ladrillos refractarios. En un cilindro se encuentran pues unas 1000 toneladas de piedra refractaria que presentan una superficie de calefacción aproximada de 5000 m<sup>2</sup>, según el sistema de construcción.

Los gases que calientan esta superficie tardan aproximadamente dos horas para elevarla de 900 a 1000° C. Luego, se cierra el paso de ellos y se los conduce a otro calentador. Para cada alto-horno se necesitan de 3 a 5 calentadores.

En el de *Whitwell* que representa nuestro dibujo, los gases son conducidos entre paredes, varias veces hacia la parte superior y hacia la inferior del calentador.

SANTIAGO LÓPEZ TAPIAS

Ingeniero E. M.

## Teoría del escape en las locomotoras<sup>(1)</sup>

Llamemos  $p_o$  la presión absoluta del vapor en la tobera de escape y  $V$  su velocidad.

$M$ , la densidad del vapor de escape que prácticamente es igual a la de los gases arrastrados; supongamos nula la velocidad en la caja de humos y por lo tanto nula su cantidad de movimiento.

$C$ , el cociente o relación entre el peso de los gases arrastrados y el peso del vapor.

$c$ , coeficiente de pérdida de carga para la tobera.

$v$ , la velocidad de salida de la mezcla por  $S_1$ .

$m$ , coeficiente de pérdida para esta sección  $S_1$ .

$R$ , el rendimiento.

Para la tobera diremos que:

$$\left. \begin{aligned} V^2 &= 2g(1-c) \left( \frac{p_o - p_1}{M} \right) \\ \text{o sea} \\ V &= \sqrt{2g(1-c) \left( \frac{p_o - p_1}{M} \right)} \end{aligned} \right\} (a)$$

Para la velocidad de salida de la mezcla por la sección  $S_1$  diremos que es:

$$\left. \begin{aligned} v &= \frac{m}{1+C} V \\ \text{o sea:} \\ v^2 &= \left( \frac{m}{1+C} \right)^2 V^2 \end{aligned} \right\} (b)$$

Para el movimiento de la mezcla en el divergente diremos que:

$$R v^2 = 2g \frac{p - p_1}{M} \quad (c)$$

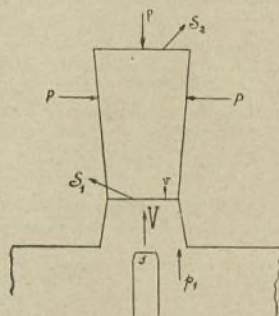
Transformando será:

$$\begin{aligned} R \left( \frac{m}{1+C} \right)^2 \frac{2g}{M} (1-c) (p_o - p_1) &= \frac{2g}{M} (p - p_1) \\ R \left( \frac{m}{1+C} \right)^2 (1-c) (p_o - p_1) &= p - p_1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sqrt{R} \left( \frac{m}{1+C} \right) \sqrt{(1-c) (p_o - p_1)} &= \sqrt{p - p_1} \\ \frac{m}{1+C} \sqrt{R(1-c)} &= \sqrt{\frac{p - p_1}{p_o - p_1}} \quad (d) \end{aligned}$$

Entre el volumen de la mezcla que sale por la sección  $S_1$  y el del vapor que sale por la sección  $s$  de la tobera de escape existe la relación:

$$S_1 v = (1+C) s V$$



y si sustituimos  $v$  por su valor dado en la fórmula (b) hallaremos:

$$\begin{aligned} S_1 \frac{m}{1+C} V &= (1+C) s V \\ S_1 m V &= (1+C)^2 s V \\ S_1 m &= (1+C)^2 s \\ \frac{S_1}{s} &= \frac{(1+C)^2}{m} \quad (e) \end{aligned}$$

Decíamos en el artículo anterior que:

$$G^2 = T^2 (p - p_1)$$

(1) Véase páginas 118 y 119.



y de aquí deducimos:

$$T = \frac{G}{\sqrt{p - p_1}}$$

La resistencia al tiro se caracteriza por el temperamento  $T$  y del gasto de la tobera de escape depende el volumen de gas aspirado por segundo; como el gasto por la tobera de escape es:

$$G = s V C$$

resulta que para el temperamento obtendremos:

$$T = \frac{s V C}{\sqrt{p - p_1}} \quad (f)$$

y también podemos escribir que:

$$p - p_1 = \frac{(s V C)^2}{T^2} \quad (g)$$

La fórmula (a) la transformaremos en la siguiente:

$$V \sqrt{\frac{M}{2g}} = \sqrt{(1 - c)(p_0 - p_1)} \quad (h)$$

La fórmula (d) con el fin de hacerla utilizable la transformaremos y será:

$$\sqrt{p - p_1} = \frac{m}{1 + C} \sqrt{R(1 - c)(p_0 - p_1)}$$

quitando los radicales a los dos términos será:

$$p - p_1 = \left( \frac{m}{1 + C} \right)^2 R(1 - c)(p_0 - p_1) = \frac{(s V C)^2}{T^2}$$

sustituyendo  $p - p_1$  por su valor hallado en la fórmula (g)

$$\left( \frac{m}{1 + C} \right)^2 R(1 - c)(p_0 - p_1) T^2 = (s V C)^2$$

$$m^2 R(1 - c)(p_0 - p_1) T^2 = (1 + C)^2 (s V C)^2$$

extrayendo la raíz cuadrada de ambos términos quedará:

$$m T \sqrt{R(1 - c)(p_0 - p_1)} = (1 + C) s V C$$

y empleando la fórmula (h) tendremos:

$$m T V \sqrt{\frac{R M}{2g}} = (1 + C) s V C$$

como no variará la igualdad si suprimimos en ambos términos la velocidad  $V$  de salida del vapor nos dará:

$$m T \sqrt{\frac{R M}{2g}} = (1 + C) s C$$

y poniéndola en forma de proposición obtendremos como fórmula final:

$$\frac{s}{T} = \frac{m}{(1 + C) C} \sqrt{\frac{R M}{2g}} \quad (j)$$

utilizando la relación (e) obtendríamos también como fórmula final:

$$\frac{S_1}{T} = \frac{1 + C}{C} \sqrt{\frac{R M}{2g}} \quad (k)$$

Cuando se fijan de antemano el temperamento  $T$  y la relación de los pesos de gas y de vapor, la sección de la tobera de escape se determina por la fórmula (j) la sección en  $S_1$  se obtiene por la fórmula (k) y fijado

el rendimiento con el auxilio de la fórmula (k) se obtendrá la sección  $S_1$  en el vértice de la chimenea.

Como regla general se puede decir que: *del temperamento de la caldera dependen las secciones de la chimenea siendo éstas proporcionales al temperamento, y que la depresión en la caja de humos depende de la presión del vapor de escape*

Si queremos aumentar el peso de gases arrastrados por kilo de vapor consumido debemos disminuir la sección  $s$  de la tobera de escape, siempre dentro de ciertos límites pues si bien la vaporización es mayor disminuyendo  $s$ , también se disminuye el trabajo útil del vapor por la mayor contrapresión sobre el pistón.

Varios son los sistemas empleados para variar el peso de los gases arrastrados; el más racional y más usado es el de variar la sección de la tobera de escape.

### Conclusiones a esta teoría

1.<sup>a</sup> La sucesión más o menos rápida del vapor de escape que depende de la velocidad de marcha, no influye sobre el tiro siempre que el gasto de vapor sea el mismo considerando como es de suponer la misma tobera.

2.<sup>a</sup> El volumen de cajas de humos sirve para regular la presión de los gases y disminuye las variaciones bruscas de su aspiración las cuales perjudican notablemente la conducción del fuego en capas delgadas. Es pues útil que el volumen de la caja de humos sea lo mayor posible, y compatible con las dimensiones de su caldera.

3.<sup>a</sup> No es conveniente que el orificio de la tobera de escape desemboque en la base misma de la chimenea; la instalación más útil es aquella en que el orificio de la tobera desemboca a la altura de la fila superior del haz tubular.

4.<sup>a</sup> La distancia del orificio de la tobera de escape a la placa tubular no influye sobre el tiro.

5.<sup>a</sup> No es conveniente que la altura de la chimenea sea mayor de tres veces su diámetro y no se llega nunca a este límite, sobre todo en la construcción de las modernas locomotoras donde por razones del galíbo y por la altura a que se montan las locomotoras sobre su centro de gravedad hacen imposible que su altura sea considerable. Como consecuencia: siendo cortas las chimeneas no puede ser grande su divergencia.

Lo que se hace es prolongar la chimenea hacia el interior de la caja de humos.

Una disposición que tiende a generalizarse es la llamada tobera de «petticoat».

El orificio de la tobera de escape se instala casi en la parte inferior de la caja de humos y el escape del vapor y los gases arrastrados se reciben sobre un cono que hace el papel de tobera.

Con esta disposición se favorece la mezcla de gas y vapor; el movimiento de la mezcla gaseosa es más ligero y la depresión producida se reparte mejor sobre el haz tubular.

A pesar de sus ventajas, el «petticoat» por su posición en la caja de humos dificultaría la instalación y funcionamiento del recalentador Schmidt.

6.<sup>a</sup> La visera o capuchón que llevan las locomotoras y que remata la chimenea tiene por efecto parar la



corriente de aire que en la marcha del tren se encuentra y cuya velocidad para un tiempo tranquilo equivale a la velocidad absoluta del tren.

Por término medio la depresión producida es de un 10 % a la total con la visera levantada.

Aunque sucintamente, hemos dado a nuestros lectores una de las más bellas teorías que constituyen el estudio de las locomotoras.

FRANCISCO LACOMBA GARCÍA.  
Perito Agregado al M. y T. de los ferrocarriles de M. Z. A.

## Métodos modernos de aplicación práctica a la industria en general

### Preparaciones industriales del benzol

La importancia que tiene este elemento químico en el mundo industrial, nos induce a estudiarlo indicando los distintos procedimientos que se siguen para su obtención.

El *benzol*, además de este nombre, ha recibido los que la técnica reconoce y ha aceptado y son: *benceno*, *bencina de la hulla*, o *bencina de alquitrán*, e *hidruro de fenilo*; su fórmula es  $C_6H_6$ .

**Preparaciones.**—Químicamente purísimo se obtiene el benzol por destilación seca del ácido benzoico con cal (hidróxido cálcico), la proporción es de 1 parte de ácido benzoico por 3 partes de cal; esta mezcla será íntima, es decir, que las partes componentes se hallen perfectamente unidas entre sí. Se lava el líquido destilado ligeramente con lejía de potasa, se deshidrata con cloruro cálcico y se termina de purificar por destilación.

**Fabricación de benzol con nafta.**—Esta fabricación no es otra cosa que el *benzol artificial* partiendo del petróleo; al químico Nikiforow es a quien se debe este procedimiento, el cual consiste en que 2400 toneladas de nafta bruta, dan 262 toneladas de benzol. Somete la nafta a dos destilaciones bajo presiones crecientes, en retortas, primero a 500 grados y después a 1000 grados. Así se obtiene 38 por 100 de un alquitrán que contiene 50 por 100 de compuestos aromáticos además de abundante gas que sirve para la calefacción, alumbrado y fuerza motriz. Después de la redistilación y rectificación de los primeros productos obtenidos, se llega a un rendimiento final de 12 por 100 entre benceno y tolueno, 3 por 100 de naftalina y 1 por 100 de antraceno, sin contar otros productos secundarios.

El benzol así preparado viene a costar unas 25 pesetas por quintal y el aceite de anilina (usado en tintorería) que se puede obtener de él viene a costar aproximadamente la mitad del que se halla en el comercio. El químico alemán Hausmann obtuvo una patente para obtener por otro procedimiento el benceno y sus derivados haciendo pasar los vapores de aceite mineral por tubos encandecidos, y en contacto con catalizadores (óxido de hierro, o de plomo, o de cerio, o sulfato de hierro).

El benceno o benzol industrial procede de la hulla siguiendo dos procedimientos: por destilación del alquitrán de las fábricas productoras de gas del alumbrado, por destilación de cok metalúrgico en las fábricas de gas del alumbrado, y de los altos hornos (recuperación del alquitrán de cok). La composición y riqueza de estos alquitranes varían no obstante con la naturaleza y calidad del carbón destilado, con los sistemas de hornos, y calderas-retortas y con la tempera-

tura a que se efectúa la destilación. Las constantes investigaciones del alquitrán han dado por resultado en enumerar por lo menos a 300 sustancias químicas distintas que integran o contenidas en el alquitrán, de las cuales 150 se han confirmado directa o indirectamente; 90 han sido aisladas y estudiadas con seguridad; 4 tienen grandísimas aplicaciones industriales, en completo estado de pureza tales como el *benzol* o *benceno*, *tolueno*, *fenol* y *naftalina* y las restantes 56 aún no han sido conocidas sus cualidades, estando por consiguiente en estudio en los laboratorios.

En Alemania y Francia utilizan como aparatos destilatorios, las calderas-retortas horizontales; Inglaterra emplea las calderas-retortas verticales; los Estados Unidos usan los dos tipos de las calderas-retortas; en España se sigue también por el mismo sistema que el norteamericano. Todas estas naciones y el resto del mundo emplean actualmente las modernas destiladoras de columna que se instalan en las fábricas de gas del alumbrado y en los altos hornos de cok metalúrgicos.

### Obtención del benzol de gas del alumbrado.

El alquitrán una vez eliminado de las aguas amoniacales del gas del alumbrado (1) se somete a la destilación en grandes calderas-retortas de hierro o de palastro. Los

(1) La separación del agua del alquitrán es necesaria e imprescindible para que la destilación sea buena, en eliminar la mayor cantidad posible de agua que contenga, de lo contrario, la operación se efectúa con mucha lentitud, produciéndose sacudidas, originándose muchísima espuma, entorpeciendo y dificultando el proceso de la destilación. Cuando no se separa suficientemente por decantación, dejando en reposo el alquitrán tibio se siguen varios procedimientos especiales que indicamos a continuación.

El procedimiento alemán consiste en calentar el alquitrán en la caldera, primero en la superficie y después en capas cada vez más profundas, hasta el fondo. El procedimiento de los químicos Kant y Oppenheimer, consiste en eliminar el agua del alquitrán con cal viva o yeso o cemento, manteniendo la masa alquitranada a 40 y 50 grados por espacio de largas horas (de 12 a 14) en cubas abiertas y se agregan después a aquellas sustancias como deshidratantes. Otro método consiste centrifugando el alquitrán en centrifugos de tambor no perforado (análogo al que se hace con la obtención del almídon), pudiéndose reducir el agua a 1 o 2 de porcentaje.

Últimamente se ha patentado otro nuevo procedimiento, eliminando el agua al hacer pasar el alquitrán de los depósitos elevados a los refrigerantes de serpientes en los cuales se condensan los vapores de destilación del alquitrán; de tal modo éste se calienta hasta 50 ó 60 grados y llega constantemente a la mitad de la columnita refrigerante situada encima de una gran retorta de 150 a 200 Hl, casi llena de alquitrán ya calentado a 200 grados y deshidratado; por un tubo rasante va rebosando de la retorta el alquitrán privado de agua, mientras de lo alto de la columnita sale el vapor de agua y buena porción de los aceites ligeros, los cuales se condensan en serpientes.



vapores se condensan en serpentines refrigerantes de plomo o de cobre, o mediante un sistema de tubos de hierro.

El procedimiento inglés consiste en que la caldera-retorta (1), figura 1, en donde se llena de alquitrán

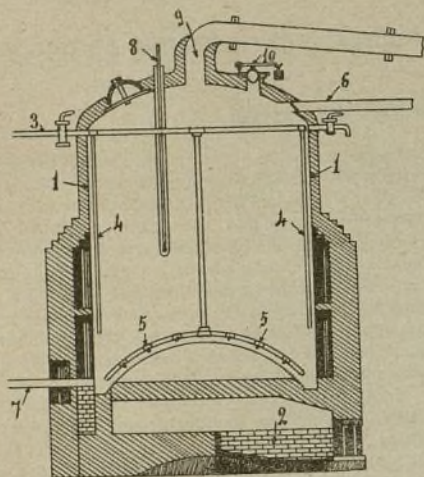


Fig. 1.—Procedimiento Inglés para obtener el benzol Industrial.

para su destilación se calienta a fuego desnudo en (2), la masa se agita de vez en cuando con un agitador mecánico o bien con chorros de vapor que se hace llegar por los tubitos (3) y (4), se subdivide sobre el fondo combado de la caldera en otros varios tubitos (5), el alquitrán es conducido por el tubo (6) que se hace llegar a la caldera y la pez, al final de la operación se descarga por una boca grande en (7); en (8) se dispone de un termómetro o un pirómetro y por (9) se van desprendiendo los vapores que pasan para condensarse a un serpentín rodeado de agua fría para los primeros productos, y caliente para los últimos, que se recogen sucesivamente en una serie de pequeños recipientes, por orden de densidades, para pasarlos después a los grandes receptáculos de los almacenes. En la parte superior de la caldera, en (10), se dispone de una válvula de seguridad. Las baterías de estas calderas-retortas de destilación se recomienda su instalación bajo techumbres y ligeras y abiertas por los costados para evitar derrumbamiento en caso de incendio o de explosión, además se toman exquisitas precauciones contra incendios instalando los hogares en el exterior. Cuando se han destilado los productos de 270°, para aumentar el rendimiento y dar más fluidez a la pez con objeto de que no se carbonice, se envía una corriente de vapor recalentado que aún expulsa y arrastra diversas sustancias (aceite de antraceno) que de lo contrario quedarían en la pez. Esta, vuelta más fluida por el vapor, se descarga aún caliente en los *sofocadores*, o sea en viejas calderas de vapor retiradas de servicio, para evitar el contacto con el aire que podría inflamar la masa y cuando ésta se halla casi fría y todavía fluida se recoge en cubas anchas y bajas al aire o se hace solidificar en moldes excavados en el suelo. Para una

caldera que contenga 300 a 400 quintales cada destilación (por supuesto comprendida carga y descarga), dura por término medio *cuatro* días. Cuando la destilación se practica en el vacío, tiene algunas ventajas, pues se gana tiempo y las reparaciones son más reducidas (para una caldera-retorta de 200 quintales una destilación dura menos de 30 horas si se efectúa en el vacío).

Para evitar la descomposición de los productos que destilan y tener una *destilación continua* con gran producción y economía de combustible, aconsejamos el sistema adoptado en Alemania, ideado por el ingeniero químico alemán Werneck. Este técnico ha propuesto el empleo de una caldera cónica en gradería (1), figura 2, mejor dicho, con varios canales superpuestos periféricos e interiores, según se ve en la figura; la montera (2) que cierra la caldera lleva un tubo (3) para el escape de los vapores y un tubo (4) para la admisión continua del alquitrán que procede de un precalentador (en el cual destilan el agua y los aceites ligeros) y se descarga en el canal superior (5), del cual rebosa luego para pasar a los canales siguientes, disminuyendo de volumen a medida que parte de los productos destilan, y descargando en la parte inferior la pez más o menos fluida por el tubo (6). Mientras por la boca de escape superior (3) salen los vapores de los aceites medios y pasan a los refrigerantes los de los aceites pesados que se desprenden de los canales inferiores se recogen por el tubo (7, 8), agujereado, provisto de un sombrero metálico (9) y revestido de tela metálica, que los conduce a la boca de salida (10)

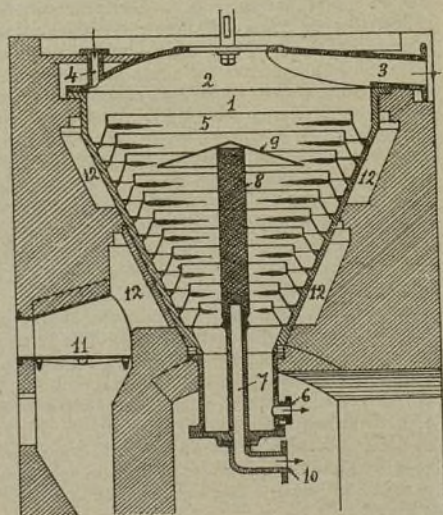


Fig. 2.—Procedimiento alemán (Werneck), para obtener el benzol Industrial.

y de aquí a los refrigerantes. La caldera está calentada por los gases que proceden del hogar (11) y circulan por los canales de humo (12, 12...). La destilación se interrumpe sólo una vez cada 4 a 8 semanas para despojar de la superficie interna el cok que se ha depositado. Aunque los canales contengan en conjunto sólo 600 kilogramos de alquitrán, dan la misma produc-



ción diaria que las antiguas calderas de 2500 a 3000 kilogramos. Estas calderas se utilizan también para la destilación de los *aceites lubricantes* de los residuos de petróleo.

La porción de los productos que destilan hasta 110 grados a presión ordinaria (peso específico 0,900 a 0,920) guarda alguna analogía a las aguas amoniacales de las fábricas de gas del alumbrado y está formado por un líquido más o menos colorado sobre el cual flota un *aceite* y contiene también un poco de benceno y de tolueno.

La segunda porción que se recoge aparte es la que destila de 110 a 210 grados y forma los denominados *aceites ligeros del alquitran* (peso específico 0,935 a 0,995).

De 210 a 240 grados se recogen los fenoles o *aceites medios* o *aceites de creosota*; la tercera porción es la de los *aceites pesados* (o aceite verde) y llega hasta 270 grados (peso específico 1 a 1,040); la cuarta porción, de *aceite de antraceno*, pasa a más de 270 grados (peso específico 1,050 a 1,095) y forma una masa mantecosa constituida por aceites y un sin número de cristallitos.

Si se quiere obtener pez (residuo) más o menos líquida y hasta sólida se suspende la destilación a la mitad de la tercera porción o después de la cuarta, o mejor aún, para obtener pez brillante, se mezcla ya en la caldera con aceite pesado residuo de la cristalización del antraceno. El aceite así obtenido se emplea también junto con otros lubricantes para obtener gas de aceite, negro de humo, etc.

**Obtención del benzol de cok metalúrgico.**—El alquitrán de las grandes fábricas de cok metalúrgico da productos de destilación en proporciones distintas de las de los productos del alquitrán de las fábricas de gas del alumbrado; y aún en las mismas fábricas de gas, el alquitrán del barrilete o colector es más rico en pez y más pobre en aceites ligeros que el alquitrán de los condensadores y separadores; el alquitrán de las fábricas de cok contiene más aceites ligeros y menos agua que el de las fábricas de gas y se destila más regular y rápidamente. En estas fábricas de coques metalúrgicos aunque el alquitrán es muy abundante contienen muy poca cantidad de benceno o benzol, ya que por la sencilla razón la mayor parte del mismo se escapaba con los gases y se perdía en los hornos de combustión. Entonces el químico francés Darby fué el primero en idear la recuperación del benzol de los gases de hornos de cok, por lo cual antes de ser quemados dichos gases son recogidos por enfriamiento brusco, por lo cual se condensa el benceno, o bien se lavan a través de alquitranes poco volátiles, en los cuales el benceno se disuelve y de los cuales se obtiene de nuevo calentándolos. Este procedimiento da lugar a que la producción del benzol haya sido superior en cantidad, provocando una rápida baja en el precio, con un 50 a 60 de porcentaje de economía.

Para extraer el benzol del aceite ligero, eliminando de éste las bases, fenoles, etc., se trata dicho aceite con un 5 por 100 de ácido sulfúrico concentrado, después con lejía de sosa del 1 al 2 por 100, y finalmente se lava con agua. El químico Kopp propuso someter el producto así purificado a la destilación fraccionada empleando los aparatos usuales en la rectificación del alcohol.

cohol, siendo Coupier, químico francés, quien lo llevó a la práctica por vez primera. El aparato de Coupier está constituido por una caldera que puede calentarse en vapor y una columna que sirve de desflegador, en la cual se efectúa una parcial separación de productos. Los vapores que no se condensan pasan a una serie de condensadores rodeados de una disolución de cloruro cálcico que, para obtener el benzol, se calienta a 80 grados. Cuando ha destilado el benzol, se calienta a 110 grados para que pase el toluol. A fin de obtener la mezcla de xiloles, se emplea un baño de parafina, que se calienta con vapor a presión a 140 grados. Coupier obtuvo con su aparato los resultados siguientes:

Cien litros de aceite ligero (punto de ebullición entre 80 y 150 grados) dieron:

[illegible]

En las grandes fábricas destiladoras para la producción en gran escala y obtención del benzol <sup>(1)</sup> se emplean los grandes y modernos aparatos destilatorios de columna que se usan para la obtención del alcohol industrial.

El bencol que hierve de 80 a 82 grados es suficiente puro para la preparación de anilina pura, aun cuando contiene siempre pequeñas cantidades de parafinas y de hidrocarburos no saturados. Para obtenerlo mucho más puro se emplea el procedimiento de Mansfield, que se funda en enfriar el bencol, con una mezcla frigorífica hasta que se solidique, con lo cual las impurezas permanecen líquidas y se separan por filtración mediante depresión de aire.

Mientras que el benzol químicamente puro, como es el obtenido del ácido benzoico, no comunica color pardo al ácido sulfúrico concentrado, el procedente de la brea, aun el purificado por cristalización, lo colorea.

ANGEL DE ARAMBURU Y GARCÍA.

ANGEL DE ARAMBURU Y GARCÍA.

(1) La fabricación del benzol bruto, partiendo del alquitrán, como ya dijimos y en la rectificación de los hidrocarburos contenidos en la primera porción destilada del alquitrán, se regula la operación de tal manera que se obtengan tres fracciones, a saber: *benzol industrial al 90 por 100*, de peso específico 0,885 a 150 grados (que destila el 90 por 100 hasta la temperatura de 100 grados o el 100 por 100 a la de 120 grados y contiene aproximadamente 20 por 100 de tolueno (toluol); la temperatura de 120 grados se llama *punto seco* del benzol); *benzol industrial 1 a 50 por 100* de peso específico 0,880 (del cual 50 por 100 destila hasta 100 grados y 90 por 100 a 120 grados); y *benzol pesado* de peso específico 0,875 (del cual destila 20 por 100 a 130 grados, o 90 por 100 a 160 grados); es un buen disolvente del caucho, que se emplea en cantidades enormes en las fábricas de neumáticos.

El **benzol comercial** procedente de los gases de los hornos de cok (coque) contiene 85 por 100 de benceno, 11,7 por 100 de tolueno, 1,4 por 100 de xileno y 1,87 por 100 de naftalina y otros productos. El alquitrán de gas del alumbrado da menos de 1,5 por 100 de benceno y tolueno, porque la mayor parte (aproximadamente 93 por 100 del resul ante de la destilación del carbón) queda en el gas del alumbrado (hasta 45 gramos por cada metro cúbico, mientras en el gas del cok metalúrgico quedan sólo 20 gramos). De cada tonelada de carbón de Vestfalia destilado en las fábricas de cok, se obtienen unos 4 kilogramos de benzol y 0,9 kilogramos de tolueno; otros carbonos dan sólo 1,5 kilogramos conjuntamente.



## ULTIMAS INVENCIONES

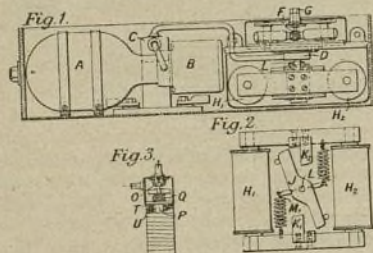
### Lámparas de arco

Se trata de un pequeño motor de aire compresor que se utiliza para accionar y mover mecánicamente los soportes de los carbones, disponiendo de medios, además, para regular eléctricamente la alimentación de aire del motor así como los movimientos de éste en concordancia con las necesidades del arco.

En las figuras, A es un depósito de aire comprimido; B, una válvula reductora conectada con la válvula principal de aire, C desde la que parten unos tubos de conducción que la ponen en relación con la válvula reguladora D.

El motor de aire comprende tres cilindros cuyos émbolos están articulados a la misma manivela F; un piñón G montado sobre ésta, sirve por medio de una rueda para accionar los soportes de los carbones.

El dispositivo de la regulación eléctrica comprende las bobinas  $H_1$  y  $H_2$  provistas de un circuito magnético de hierro casi cerrado del que  $K_1$  y  $K_2$  constituyen



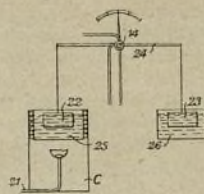
la proyección de los polos. Las bobinas están devanadas para producir polos consecuentes. El circuito magnético se completa con una armadura J que juega en un eje L. La atracción magnética entre los extremos de la armadura J y los polos  $K_1$  y  $K_2$  está contrarrestada por resortes. El eje L se articula con el de la válvula reguladora D. La válvula principal C comprende una válvula cónica O que se cierra por la acción de un muelle Q y se abre por la de un pistón P que se mueve entre las bobinas T y U activadas por corrientes en derivación en serie con los electrodos de carbón cooperando ambos carretes con su acción sobre el pistón P.

### Fabricación de gas

El aparato o conjunto dispositivo que vamos a describir, está caracterizado como un regulador automático de varios procesos de la fabricación de gas y es aplicable a la producción por medio de retortas o generadores para alumbrado, calefacción o fuerza.

En la disposición representada en la figura, se emplea un calorímetro C, sencillo, no contador. Procedente de la central productora, llega por el tubo (21) el fluido, que se quema en una proporción definida en el interior del calorímetro. Dos flotadores (22) y (23) están suspendidos de los extremos opuestos de un balan-

cín (24), descansando en los líquidos contenidos en dos depósitos (25) y (26). El líquido del depósito (25) está en el interior del calorímetro por cuyo mechero de gas se calienta. El balancín y los flotadores están inicialmente equilibrados, de manera que cuando el gas arde con el valor calorífico deseado, el flotador (22) se sumerge descendiendo bajo el nivel del líquido en el de-

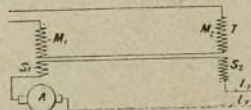


pósito (25). Si el valor calorífico del gas al quemar es superior o inferior al tipo deseado, el flotador (22) tiende a hundirse hasta la base del depósito o a elevarse hasta la superficie del líquido, debido a la variación de temperatura del líquido y a la variación consecuente de la masa del líquido desplazado por el flotador. Una variación relativamente grande en la posición angular del balancín, puede producirse por una pequeña variación de temperatura.

Tales variaciones de la posición angular del balancín, obran sobre la llave (14) de triple conducción regulando la carga de agua de los aparatos reguladores de los generadores de gas.

### Generadores eléctricos

Se refiere este nuevo dispositivo a los generadores de corriente continua del tipo en derivación o excitados separadamente. A, representa la armadura de un generador excitado separadamente para la alimentación del circuito de carga  $I_1$  y  $I_2$ ;  $M_1$  es el carrete excitador principal y  $S_1$  es un carrete en serie contra corriente para limitar la del corto-circuito. T es un trans-



formador del cual el carrete  $S_2$  está conectado en serie con el circuito de carga, mientras el otro carrete  $M_2$  está conectado en serie con el carrete de excitación  $M_1$ . Los carretes  $S_2$  y  $M_2$  tienen sus devanados en un sentido recíproco, tal, que una variación en la corriente de carga, induce una fuerza electromotriz en el carrete  $M_2$  en oposición directa de la inducida en el carrete  $M_1$  por el carrete  $S_1$ .

Los carretes  $M_1$ ,  $S_2$  y  $M_2$  se pueden ajustar de manera que estas fuerzas electromotrices se neutralicen efectuando así un rápido decrecimiento del flujo magnético del generador, en caso de cortos-circuitos, por ejemplo.



## Cálculo de un generador de corriente continua

Cada casa constructora de dinamos sigue un procedimiento algo distinto del de las demás para calcular las diferentes partes de éstas, pero como todos los constructores tienen que supeditarse a los resultados obtenidos por experimento, no es de extrañar que en sus caracteres principales todas las dinamos sean muy parecidas.

Como ejemplo del modo en que se debe proceder tomaremos el caso de un generador de corriente continua de 360 kilovatios, con una presión en los terminales de 500 voltios y una velocidad de 200 revoluciones por minuto. El aumento de temperatura no deberá exceder 45° C, después de estar trabajando la dinamo durante 6 horas a plena carga. Estará excitada en derivación o shunt.

En el caso de que la dinamo deba ser movida por un motor a gas, no tenemos que preocuparnos de las sobrecargas, pues seguramente hará sin peligro cuanto el motor pueda hacer.

Partiendo de estas bases podemos empezar el

### CÁLCULO DE LA DINAMO

Consideremos que el valor medio de la densidad del flujo en el entrehierro es:

$$B_{med} = \frac{\Phi}{YL} = 6000 \text{ líneas por cm}^2$$

donde:

$\Phi$  = flujo útil por polo;

$Y$  = distancia entre los ejes de dos polos consecutivos, o «paso de los polos» en cms.

$L$  = longitud de la armadura sobre la cual ha de colocarse el inducido, en cms.

Tomaremos también el número de amperios-conductores por cm. en la periferia de la armadura.

$$a \cdot c = \frac{Z A_a}{\pi D} = 300,$$

donde:

$Z$  = número total de conductores en la armadura;

$A_a$  = amperios por conductor o circuito en la armadura;

$D$  = diámetro de la armadura en cms.

Ahora bien:

$$\text{Corriente a plena carga} = \frac{360 \times 1000}{500} = 720 \text{ amps.}$$

y

Potencial útil de la dinamo =  $P = VA$  vatios;

donde:

$V$  = voltaje entre los terminales;

y

$A$  = corriente en el circuito exterior (amps.).

Pero:

$$P = B_{med} Z A_a L \pi D n 10^{-8} \text{ vatios,}$$

donde:

$n$  = revoluciones por segundo de la dinamo

$$= \frac{200}{60} = 3,33;$$

y substituyendo:

$$Z A_a \text{ por } \pi D a c,$$

tenemos:

$$P = B_{med} \pi D a c L \pi D n 10^{-8}.$$

o

$$C = \frac{P \times 10^8}{D^2 L n} = \pi^2 a c B_{med} 10^{-8} = \text{Coeficiente de potencia.}$$

Substituyendo cada letra por sus valores:

$$C = 9,85 \times 300 \times 6000 \times 10^{-8} = 17,7,$$

y

$$D^2 L = \frac{P \times 10^8}{C n} = \frac{360 \times 10^8}{17,7 \times 3,33} = 610 \times 10^3.$$

Para separar este producto ( $D^2 L$ ), tenemos que recurrir de nuevo a la práctica, y vemos que para este tipo de dinamo las zapatas polares son cuadradas, o sea:

$$L = b = \alpha Y = \alpha \frac{\pi D}{2p}$$

donde:

$b$  = longitud del arco polar en cms.

$2p$  = número de polos inductores de la dinamo,

$\alpha = \frac{b}{Y} = \frac{\text{arco polar}}{\text{paso polar}}$  debe tener un valor tan grande como sea posible, para así obtener una cantidad máxima de flujo por polo.

Generalmente el valor de  $\alpha$  oscila entre 0,7 á 0,75, por la necesidad de obtener el espacio suficiente para una buena conmutación.

Tomando, por lo tanto,  $\alpha = 0,73$ :

$$D^2 L = D^2 \alpha \frac{\pi D}{2p} = \alpha \frac{\pi D^3}{2p} = 0,73 \pi \frac{D^3}{2p} = 2,3 \frac{D^3}{2p},$$

pero:

$$D^2 L = 610 \times 10^3,$$

luego:

$$D^3 = 265 \times 10^3 \times 2p.$$

Esta fórmula nos lleva ya a la discusión acerca del valor que debe tener  $2p$ , o sea el número de polos que tendrá la dinamo.

Para elegir cuál es el número de polos más conveniente debemos tener presente que en una dinamo de esta potencia, el devanado de la armadura o inducido debe estar muy simétricamente colocado para lograr una buena conmutación, siendo conveniente tener tan solo una vuelta del arrollamiento por bobina en el inducido, como también la corriente en cualquier circuito del inducido debe tener un valor entre 150 a 250 amperios.

La tensión entre dos láminas o segmentos del colector no debe exceder de 15 voltios.



Por razones mecánicas, la distancia entre las láminas del colector debe ser de 5 a 10 mm.

La longitud (L) de la armadura para una dinamo bien ventilada es de 30 a 40 cms., resultando más económica que si fueran de menos longitud para una potencia determinada.

También sabemos que generalmente:

$$D_c = \text{Diámetro del colector} = 0,75 D.$$

Ahora veremos los resultados que obtendríamos empleando dinamos de 6, 8 y 10 polos, con devanado imbrico, o ondulado en cada caso, y poder elegir lo que más nos convenga.

Cuando:

$$\begin{aligned} D^2 &= 265 \times 10^3 \times 2p = 1590 \times 10^3; 2120 \times 10^3; 2650 \times 10^3 \\ D &= \sqrt{D^2} = 116; 128; 138 \text{ cms.} \\ \pi D a_c &= 300 \pi D = 109,300; 120,600; 130,000 \\ \pi D c &= 0,75 \pi D = 273; 301; 324 \text{ cms.} \\ L &= 610 \frac{10^3}{D^2} = 45,5; 37,5; 32,5 \text{ cms.} \end{aligned}$$

Vemos pues que la dinamo de 6 polos sería demasiado larga, puesto que para L fijamos un valor máximo de 40 cms., pero que la de 8 lo mismo que la de 10 están dentro del límite prescrito, y por lo tanto para escoger entre las dos, probaremos cada una con las cuatro clases distintas de devanado que podríamos usar

**Primera clase.**—Devanado imbrico,  $a = p$ ; y una vuelta por bobina; donde:

$a = \text{pares de circuitos del inducido en paralelo,}$

y

$p = \text{pares de polos inductores.}$

Tendremos:

$$\begin{aligned} 2p &= 8; 10 \text{ polos.} \\ A_a &= \frac{720}{2p} = 90; 72 \text{ amperios.} \\ Z &= \pi D \times \frac{ac}{A_a} = 1340; 1810 \text{ conductores.} \\ C_c &= \frac{Z}{2} = 670; 905 \text{ láminas colectoras.} \\ y_1 &= \frac{\pi D c}{C_c} = 4,5; 3,58 \text{ mm. (distancia entre dos láminas),} \\ V \times \frac{2p}{C_c} &= 6,0; 5,5 \text{ voltios entre las láminas.} \end{aligned}$$

Ninguna de estas dinamos es conveniente por tener demasiadas láminas en el colector, y, por lo tanto, ser éstas demasiado estrechas. La corriente en los circuitos del inducido es también demasiado pequeña.

**Segunda clase.**—Devanado imbrico,  $a = p$  y dos vueltas por bobina.

En este caso el número de conductores en el arrollamiento de la armadura, y la corriente por conductor es la misma que en el caso anterior, pero el número de láminas colectoras queda reducido a la mitad, y por lo tanto la distancia y el voltaje entre ellas a doble del de antes

$$\begin{aligned} 2p &= 8; 10 \text{ polos.} \\ C_c &= \frac{Z}{4} = 335; 452 \text{ láminas colectoras.} \end{aligned}$$

$$y_1 = \pi \frac{D_c}{C_c} = 9; 7,16 \text{ mm.}$$

$$V \times \frac{2p}{C_c} = 12; 11 \text{ voltios.}$$

Ya esta vez hemos obtenido un devanado que podríamos usar, pero que no lo emplearemos, por lo difícil que resulta devanar bobinas de dos vueltas o espiras, siendo de cobre laminado, y la tendencia que tendría la dinamo a producir chispas.

**Tercera clase.**—Devanado ondulado, dos circuitos en la armadura  $a = 1$  y una vuelta por bobina.

$$2p = 8; 10 \text{ polos.}$$

$$A_a = \frac{720}{2} = 360; 360 \text{ amperios.}$$

$$Z = \pi D \frac{ac}{A_a} = 335; 362 \text{ conductores.}$$

$$C_c = \frac{Z}{2} = 167; 181 \text{ láminas.}$$

$$y_1 = \pi \frac{D_c}{C_c} = 17,8; 17,8 \text{ mm.}$$

$$V \times \frac{2p}{C_c} = 23,9; 27,6 \text{ voltios.}$$

Evidentemente no podemos construir dinamos con estos caracteres por la excesiva corriente en el inducido, ancho de láminas colectoras y elevada tensión entre ellas, lo cual facilitaría la producción de chispas en el colector.

Solo nos queda, pues, recurrir a la cuarta clase, usando un devanado ondulado con más de dos circuitos en la armadura, aunque por ser el único útil, solo probaremos el caso en que haya cuatro circuitos, o sea  $a = 2$  lo cual haría la corriente por circuito = 180 amperios que es un valor muy conveniente.

Con este devanado no podemos usar la dinamo de 10 polos, pues para que el arrollamiento sea simétrico  $\frac{p}{a}$  debe ser un número entero.

Considerando solamente el caso de tener 6 polos, tenemos:

**Cuarta clase.**—Devanado ondulado, cuatro circuitos,  $a = 2$ , y una vuelta por bobina.

$$2p = 8 \text{ polos inductores.}$$

$$A_a = \frac{720}{4} = 180 \text{ amperios por circuito.}$$

$$Z = \frac{120,600}{180} = 670 \text{ conductores en la armadura.}$$

$$C_c = \frac{Z}{2} = 335 \text{ láminas colectoras.}$$

$$y_1 = \frac{301}{335} = 9 \text{ mm.}$$

$$V \times \frac{2p}{C_c} = 12 \text{ voltios.}$$

Este devanado nos parece más adecuado que el devanado imbrico con dos vueltas por bobina.

Debe notarse que el número de láminas en el colector, y el voltaje entre ellas, es el mismo que en la segunda clase de devanado descrito.

Con una tensión media entre las láminas, de 12 voltios, la tensión máxima (si no hubiese modificación en la curva de potencial), sería aproximadamente  $\frac{12}{0,73} =$



= 16,44 voltios, que es un valor muy aceptable. Su verdadero valor sólo puede determinarse conociendo la forma de la curva de flujo con la dinamo cargada. Ahora procedamos a examinar si las demás condiciones requeridas pueden ser cumplidas con este devanado.

### Dimensiones principales

Los valores que hemos obtenido para el diámetro y longitud de la armadura para la dinamo de 8 polos, eran respectivamente

$D = 128 \text{ cms.} \quad y \quad L = 37,5 \text{ cms.}$

y tomando los valores más aproximados usados por las casas constructoras, tendremos:

$D = 130$  cms.     $y$      $L = 35$  cms.

El coeficiente de potencia será, pues,

$$C = \frac{360 \times 10^3}{130^2 \times 35 \times 3,33} = 18,28.$$

Este valor se aproxima bastante al que antes obtuvimos por los valores que asumimos para  $B_{med}$  y  $a.c.$

Será conveniente tener ranuras o canales de ventilación en una armadura de esta clase; tomando canales de 10 mm., un canal para cada 8 a 10 cms. de longitud de la armadura es lo suficiente. En este caso tomaremos 4 canales de 10 mm. Dada la poca velocidad de la armadura, la frecuencia será pequeña y no hay necesidad, por lo mismo, de usar placas más delgadas de 0,5 mm. El papel y demás materias aisladoras, etc., entre las placas aumentará la longitud de una armadura con placas de 0,5 mm. en un 10 por ciento, y por lo tanto, la verdadera longitud del hierro en la armadura en el caso presente, es

$$L_h = 0,9 (35 - 4) = 28 \text{ cms.}$$

Por lo tanto las dimensiones conocidas son:

[illegible]

Estos resultados solo podemos considerarlos como aproximados, pues tal vez encontraremos más adelante dificultades que nos obliguen a cambiar alguna de estas dimensiones.

### Devanado de la armadura

Sabemos que para los devanados ondulados,

el paso de arrollamiento,  $y_c = \frac{(C_c \pm a)}{p}$ .

Si hiciéramos  $C_c = 335$  segmentos, como encontramos antes, veríamos que no podríamos obtener un devanado simétrico, y después de hacer con varios valores de  $C_c$  los cálculos que indicamos a continuación hallaríamos que la mejor solución es hacer  $C_c = 342$  segmentos.

Con

$$C_c = 342, \quad a = 2 \quad \text{y} \quad p = 4$$

$$y_c = \frac{342 \pm 2}{4} = 86 \text{ ó } 85.$$

Con  $y_c = 86$ , el m. c. d. de  $C_c$  y  $y_c$  es 2, y por lo tanto habría en la armadura dos devanados independientes, pero cuando  $y_c = 85$ , el m. c. d. es la unidad, y solo podremos obtener un devanado que es lo que necesitamos.

Paso de potencial  $y_p = \frac{C_e}{a} = \frac{342}{2} = 171$ .

Este es un número entero, luego ese requisito está cumplido, y además como  $171 = 57 \times 3$ , se podría emplear la dinamo para producir una tensión trifásica, muy conveniente para la distribución trifilar.

Para calcular el tamaño de las ranuras o canales de la armadura partiremos de la base de que unos 1,000 amperios por canal nos dan un tamaño conveniente para los mismos.

En este caso para facilitar operaciones asumiremos 1080 amperios por canal.

Entonces

$$n = \frac{1080}{A_a} = \frac{1080}{180} = 6 \text{ conductores por canal.}$$

Con  $n = 6$  y  $Z = 2$   $C_c = 684$  conductores, tenemos:

número de ranuras  $S = \frac{2C_c}{n} = \frac{684}{6} = 114$ .

$$y \frac{S}{a} = \frac{114}{2} = 57, \text{ que es número entero, y como } \frac{C_c}{a},$$

$\frac{S}{a}$  y  $\frac{p}{a}$  también lo son, el devanado será simétrico.

Antes de decidirnos a aceptar  $S = 114$ , examinaremos el modo de construir la armadura.

Con un diámetro  $D = 130$  cms. es preferible dividir la armadura en 6 segmentos formados con discos de planchas de  $\frac{114}{6} = 19$  canales o ranuras por segmento, y usaremos dos chavetas por segmento, o sean 12 en total.

Vemos pues que con  $S = 114$  es fácil construir la armadura, y no nos queda más que comprobar si el número de amperios conductores por centímetro que obtendríamos es admisible, y como éste es

$$a. c. = Z \frac{A_d}{\pi D} = \frac{684 \times 180}{3,14 \times 130} = 301,3,$$

vemos que es un valor muy aproximado al de  $a.c. = 300$  que asumimos al principio.

## Flujo

Hallaremos el flujo útil por polo sin carga y con la dinamo a plena carga.

Descargada, la velocidad de la dínamo sería 3 % más elevada que la obtenida a plena carga, y siendo esta 200 revoluciones por minuto, aquélla será 206.

Sabemos que para una dinamo de corriente continua

$$V = \frac{\rho}{a} n_0 Z \Phi_0 10^{-8} \text{ voltios}$$

donde

$$\Phi_o = \text{flujo útil por polo (dínamo descargada)}$$



y

$$n_o = \text{revolución por segundo} = \frac{206}{60}$$

luego

$$\Phi_o = \frac{2}{4} \times \frac{60}{684 \times 206} \times 500 \times 10^9 = 10,6 \times 10^6 \text{ líneas.}$$

Con la dínamo cargada hay pérdida de tensión en la armadura, en el devanado en serie, en el de los polos auxiliares y en las escobillas.

Suponiendo que esta pérdida sea un 5%, el flujo con la dínamo sin carga deberá inducir una fuerza electromotriz o voltaje  $V = 525$  voltios, con  $n = \frac{200}{60}$ .

En este caso

$$\Phi = \frac{2}{4} \times \frac{60}{684 \times 200} \times 525 \times 10^9 = 11,54 \times 10^6 \text{ líneas.}$$

### Canales en la armadura

La corriente por conductor es:

$$\frac{A_a}{2a} = \frac{720}{4} = 180 \text{ amperios.}$$

En dínamos como ésta, grande y bien ventilada, podemos trabajar el cobre a una densidad de unos 4 amperios por mm.<sup>2</sup>, o sea:

$$\text{Sección del conductor} = A = \frac{180}{4} = 45 \text{ mm.}^2$$

Usaremos cobre laminado, las dimensiones del cual variarán según la forma de canal que usemos.

Casi todas las dínamos tienen los canales o ranuras con los lados paralelos, y en las de gran potencia los conductores están sujetos por cuñas de madera de unos 3 á 5 milímetros de espesor.

Aunque mucho se ha discutido la relación que debe haber entre la profundidad y anchura de un canal, nosotros creemos lo mejor la razón 2 : 4, pero también podemos usar 1 : 3.

Tomando este valor, vemos que láminas de  $3 \times 15$  mm.<sup>2</sup> nos dan exactamente los 45 mm.<sup>2</sup> de sección que requerimos, y, por lo tanto, las usaremos de este tamaño.

Como que habrá que dar un baño de barniz a los conductores para aislarlos, las dimensiones externas del conductor serán aproximadamente  $3,7 \times 15,7$  mm. Por lo tanto, tenemos:

#### Ancho de un canal

Conductores . . . . .	$3 \times 3,7 = 11,1$ mm.
Aislamiento del canal . . . . .	$3 \times 1 = 3$ "
Holgura . . . . .	$= 0,9$ "
<b>TOTAL . . . . .</b>	<b><math>= 14</math> mm.</b>

#### Profundidad del canal

Conductores . . . . .	$2 \times 15,7 = 31,4$ mm.
Aislamiento . . . . .	$3 \times 1 = 3,0$ "
Aislamiento entre las pilas superior e inferior de los conductores . . . . .	$= 1,0$ "
Aislamiento en el fondo del canal . . . . .	$= 1,0$ "
Holgura . . . . .	$= 1,6$ "
Cuña . . . . .	$= 4,0$ "
<b>TOTAL . . . . .</b>	<b><math>= 42,0</math> "</b>

El aislamiento para los canales se obtiene con press-pahn u otra materia conveniente. En el dibujo de la dínamo al final de este artículo, se indica claramente la sección del canal.

### Densidad del flujo en los dientes

Debemos probar si con el tamaño de canal obtenido, el valor de la densidad en los dientes de la armadura es un valor razonable. La densidad máxima se tendrá en la raíz o base del diente, donde el área para el paso del flujo es menor.

En dínamos de polos inductores de este tipo, casi todo su flujo pasa por los dientes, que están inmediatamente debajo de las zapatas o piezas polares.

N.º de dientes bajo una zapata polar:

$$\frac{\text{área polar}}{\text{paso de la endentadura}} = \frac{b}{y_s}$$

Paso de la endentadura:

$$y_s = \frac{\pi D_c}{S} = \frac{408}{114} = 3,58 \text{ cm.}$$

Dientes por polo:

$$\frac{b}{y_s} = \frac{37}{3,58} = 10,3.$$

Debido al chafanado de los dientes, tenemos:

Dientes por polo = 11.

En la base del diente, distancia entre los ejes de dos canales consecutivos:

$$= \frac{\pi}{114} \left[ 130 - (4,2 \times 2) \right] = \frac{\pi (130 - 8,4)}{114} = 3,34 \text{ cms.}$$

Entonces, máxima anchura del diente:

$$3,58 - 1,4 = 2,18 \text{ cm.}$$

y mínima anchura del diente (base):

$$3,34 - 1,4 = 1,94 \text{ cm.}$$

La longitud del hierro en el núcleo:

$$L_h = 28 \text{ cm.,}$$

luego, área máxima de los dientes:

$$Ad_{\text{máx.}} = 11 \times 28 \times 2,18 = 670 \text{ cm.}^2$$

y área mínima de los dientes:

$$Ad_{\text{mín.}} = 11 \times 28 \times 1,94 = 600 \text{ cm.}^2$$

Tomando el flujo a plena carga, densidad mínima del flujo en los dientes:

$$Bd_{\text{mín.}} = \frac{\Phi}{Ad_{\text{máx.}}} = \frac{11,5 \times 10^6}{670} = 17.200;$$

y densidad máxima del flujo en los dientes:

$$Bd_{\text{máx.}} = \frac{\Phi}{Ad_{\text{mín.}}} = \frac{11,5 \times 10^6}{600} = 19.200.$$

Como la frecuencia de esta dínamo es

$$f = pn = 4 \times \frac{200}{60} = 13,3 \text{ alternaciones por segundo,}$$

no tendremos en cuenta la pérdida en la endentadura.

### Pérdidas en el núcleo de la armadura

Aunque los valores calculados no siempre coinciden con los obtenidos prácticamente, sin embargo,



según el profesor Parker, la fórmula siguiente da valores muy aceptables.

Pérdidas en el hierro:

$$2,5 f B^{1,6} 10^{-8} + 0,01 B^2 t^2 f^2 10^{-8} \text{ vatios por kg.}$$

donde  $f$  = frecuencia y  $t$  = espesor de los discos de plancha en milímetros.

#### Pérdidas en el hierro de la endentadura

Volumen de los dientes:

$$= 114 \times 28 \times 4,2 \frac{2,18 + 1,94}{2} = 27.600 \text{ cm.}^3$$

Peso de los dientes:

$$\text{Volumen} \times \text{densidad} = 27.600 \times \frac{7,8}{1000} = 216 \text{ kg.}$$

Aplicando la fórmula dada, encontramos que la pérdida es de 4 vatios por kg., o sea de  $4 \times 216 = 864$  vatios en total.

#### Pérdidas de energía en el hierro del núcleo

Debemos empezar por encontrar la profundidad o espesor del núcleo. Los segmentos del núcleo están montados sobre un manguito de fundición, el diámetro del cual depende de la densidad del flujo en el núcleo. En este caso y como la frecuencia es solo de 13,3 alternaciones por segundo, podemos admitir una densidad en el núcleo  $B_n = 15.000$  a plena carga.

Llamando al área del hierro en el núcleo

$$a_n = h \times L_h,$$

tenemos para un flujo de  $11,5 \times 10^6$  líneas:

$$a_n = \frac{11,5 \times 10^6}{15.000 \times 2} = 385 \text{ cm.}^2$$

(Dividimos por 2 porque la mitad del flujo va hacia la derecha y la otra mitad hacia la izquierda).

Por lo tanto, el espesor del núcleo es:

$$h = \frac{a_n}{L_h} = \frac{385}{28} = 13,8 \text{ cm.}$$

Diámetro interno del núcleo (o diámetro del manguito) es pues:

$$D_n = 130 - (2 \times 4,2) - (2 \times 13,8) = 94 \text{ cm.}$$

Volumen del hierro en el núcleo:

$$\pi h (D_n + h) L_h = \pi 13,8 (94 + 13,8) 28 = 131.000 \text{ cm.}^3$$

y su peso:

$$131.000 \times \frac{7,8}{1000} = 1.020 \text{ kg.}$$

Usando de nuevo la fórmula descrita anteriormente vemos que la pérdida por kilogramo de hierro es 2,7 vatios o sea  $1020 \times 2,7 = 2.754$  y por lo tanto la pérdida total en el hierro de la armadura, será:

Pérdida en el hierro del núcleo	Pérdida en la endentadura	
2.754	+	864 = 3.618 vatios.

#### Paso del arrollamiento

Ya dijimos que el paso de arrollamiento para el colector es:

$$y_c = 85 \text{ segmentos.}$$

Para un devanado ondulado el paso de arrollamiento de la armadura, es:

$$y_r = 2 y_c = y_b + y_f = 170,$$

donde  $y_b$  representa la base posterior y  $y_f$  la base anterior del devanado.

Como  $y_r$  es un número par,  $y_b$  y  $y_f$  tendrán que ser impares para poder hacer el devanado de la armadura.

Con objeto de obtener una buena conmutación, generalmente se hace  $y_b$  casi igual al paso polar  $Y$ .

Como el número de conductores dijimos era  $Z = 684$ , el número de ellos comprendido en el paso polar es:

$$\frac{684}{8} = 85,5.$$

El número impar más próximo a 85,5 es 85 y por lo tanto:

$$\text{Base posterior} = y_b = 85$$

y:

$$\text{base posterior} = y_f = y_r - y_b = 170 - 85 = 85,$$

o sea que en este devanado, la base posterior es igual a la anterior.

#### Resistencia del devanado de la armadura

Para encontrar la longitud de un conductor o bobina se dispone éste del modo indicado en el dibujo y midiendo su longitud vemos es de 100 cms.; por lo tanto la longitud del cobre en la armadura es:

$$L_c = 684 \times 100 \times 10^{-2} = 684 \text{ metros.}$$

Su sección vimos era  $A = 45 \text{ mm.}^2$ ; ahora, la longitud total está dividida en 2a partes, que se unen en paralelo para hacer 2a circuitos, luego:

$$\text{longitud de un circuito de la armadura} = \frac{L_c}{2a} \text{ metros;}$$

área total de 2a circuitos en paralelo =  $2a \times A \text{ mm.}^2$ , y la resistencia del devanado completo de la armadura es, pues:

$$R_a = \frac{L_c}{2a \cdot A} = \frac{L_c}{(2a)^2 A} = \frac{684 \times 0,02}{16 \times 45}$$

$$= 0,0190 \text{ ohmios,}$$

tomando  $\epsilon = 0,02$  para el cobre a  $55^\circ \text{ C.}$

#### Pérdida de tensión y de energía en el cobre de la armadura

La pérdida de tensión a plena carga en el devanado es:

$$V_a = A_a \times R_a = 720 \times 0,0190 = 13,68 \text{ voltios,}$$

y la pérdida en el cobre:

$$P_a = A_a^2 R_a = 720^2 \times 0,0190 = 9,849 \text{ vatios.}$$

#### Aumento de temperatura

En el dibujo final vemos que la longitud total de la armadura es de unos 70 cm. y con una periferia  $\pi D = 408 \text{ cms.}$ , la superficie que presenta la armadura para su enfriamiento es  $40,8 \times 7,0 = 285,6 \text{ dm.}^2$ , digamos 285 solamente; tenemos ahora:

$$\text{Pérdida total de energía en la armadura} = 3,618 + 9,849 = 13,467 \text{ vatios.}$$



La pérdida específica de energía es:

$$\xi = \frac{13,467}{285} = 42,78 \text{ vatios por dm.}^2,$$

y por lo tanto es un valor normal.

Usando la fórmula de Kapp  $t^\circ = k \frac{\xi}{1 + 0,1 v} ^\circ\text{C}$ ,

donde:

$v$  = velocidad angular en metros por segundo,

y

$k$  = constante que varía entre 1,5 a 2 para dinamos grandes, encontramos que el aumento de temperatura es:

$$t^\circ = 1,8 \frac{42,78}{1 + 0,1 v} ^\circ\text{C},$$

Como

$$v = \pi D n 10^{-3} = \frac{408 \times 220}{100 \times 60} = 13,6 \text{ metros por segundo}$$

$$t^\circ = 1,8 \times \frac{42,78}{2,36} = 32,6 ^\circ\text{C}, \text{ y como al principio fijamos como límite } 45^\circ\text{C} \text{ cumplimos así esa condición.}$$

### Peso del cobre de la armadura

$$W = 8,9 \times V_{gr.} \text{ donde } V = \text{volumen del cobre en cm.}^3 \\ = 8,9 (684 \times 100) \left( \frac{44}{100} \right) \times 10^{-3} \text{ kg.} \\ = 268 \text{ kg.}$$

### Anillos igualizadores

En casi todas las máquinas modernas con más de dos circuitos se emplean estos anillos con objeto de obtener mejor conmutación; unen entre sí bobinas que están a la misma tensión, y que en un devanado simétrico están a la distancia del paso de tensión, o sea:

$$p = \frac{C_c}{a} = \frac{342}{2}, \text{ y por lo tanto cualquier segmento puede unirse a otro del cual esté separado por 171 segmentos.}$$

Como  $g_r = 171 = 9 \times 19$ , podemos usar 9 anillos a una distancia entre ellos de 19 segmentos. Sus conexiones serán, pues:

Anillos	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Uno segmento	1	20	39	58	77	96	115	134	153
segmento	172	191	210	229	248	267	286	305	324
Fases	I			II			III		

Su sección será la mitad de la de los conductores o sea unos 20 mm.<sup>2</sup> aproximadamente.

Podríamos obtener tensión trifásica tomando derivaciones de los anillos 1, 4 y 7, como vemos en el cuadro anterior.

### Colector

El diámetro del colector es generalmente de 70 a 75 % del que tenga la armadura. Por conveniencia lo hacemos en este caso 73 %. Tendremos:

$$\text{diámetro del colector} = D_c = 0,73 D = \\ = 0,73 \times 130 = 95 \text{ cm.} \\ \text{Periferia del colector} = \pi D_c = 298 \text{ cm.}$$

Paso de los segmentos del colector =

$$= g_1 = \frac{\pi D_c}{C} = \frac{2980}{342} = 8,7 \text{ mm.}$$

estando formado por 8 mm. de anchura de las láminas y 0,7 mm. de mica para aislarlas entre sí.

### Escobillas

Usaremos 8 porta-escobillas, o sea una por polo.

$$\text{Corriente por porta-escobillas} = \frac{720}{4} = 180 \text{ amperios.}$$

Con escobillas de carbón y a unos 5-8 amperios por cm.<sup>2</sup>, necesitaremos una superficie de escobillas de  $\frac{180}{6} = 30 \text{ cm}^2$ .

Cada cual elije el tamaño de carbón que cree más adecuado.

Nosotros tomaremos 3 escobillas por porta-escobillas, con una superficie de carbón sobre el colector, de 10 cm<sup>2</sup>.

Haciendo la anchura  $b$  del carbón = 25 mm., su longitud axial es de  $\frac{1000}{25} = 40 \text{ mm.}$ , y el carbón cubrirá  $\frac{25}{8,7} = 2,87$  segmentos.

Añadiendo un centímetro de holgura por cada escobilla tenemos:

$$\text{Longitud efectiva del colector} = 3 (4 + 1) = 15 \text{ cm.}$$

### Calentamiento del colector

Lo importante en dinamos de este tipo es la pérdida de energía debida no al rozamiento de las escobillas, sino a la resistencia de contacto, y por lo tanto omitiremos la primera de las dos.

Assumiendo una pérdida de tensión de 1 voltio por escobilla (un valor bastante exacto), obtenemos una pérdida de energía de  $720 \times 2 = 1,440$  vatios.

La superficie de enfriamiento es  $29,8 \times 1,5 = 45 \text{ dm.}^2$  y la pérdida específica =  $\frac{1440}{45} = 32$  vatios por dm.<sup>2</sup> que es muy satisfactoria.

### Polos auxiliares

Es muy conveniente usar polos auxiliares en dinamos de esta potencia, para obtener una buena conmutación.

La densidad del flujo en los polos auxiliares detrás de la zapata polar, o en el entrehierro si aquélla no existiese, se acepta generalmente de un valor no mucho mayor de 5000.

Ahora bien: la densidad del flujo en los polos auxiliares:

$$= B_a = \frac{L}{L_a} a, c, \lambda$$

donde:

$L_a$  = longitud del polo auxiliar

y

$\lambda$  = permeabilidad específica del núcleo.

$L_a$ , se acostumbra a hacerla algo más corta que  $L$ ,



y en este caso la hacemos = 20 cm., y asumiendo  $\lambda = 6$  tenemos:

$$B_a = \frac{35}{20} \times 301 \times 6 = 3,160.$$

#### Anchura de los polos auxiliares

Usando la fórmula dada por el profesor Parker, vemos que la anchura de la zapata polar:

$$= b_a \frac{D}{D_c} \left[ b_1 + y_1 \left( 1 - \frac{a}{p} \right) \right] + y_s$$

donde:

$b_1$  = ancho de una escobilla = 2,5 cms.

$y_1$  = paso de los segmentos del colector = 0,87 cms.

$y_s$  = paso de la endentadura de la armadura = 3,58 centímetros;

luego:

$$b_a = \frac{130}{95} \left[ 2,5 + 0,87 \left( 1 - \frac{2}{4} \right) \right] + 3,6 = 7,6 \text{ cm.}$$

Esta es, pues, la anchura de la zapata polar necesaria para mantener la bobina en el flujo del polo auxiliar, durante el período de tiempo en que la corriente cambia de signo.

Podemos hacer la anchura del polo auxiliar = 4,5 centímetros, y la densidad en el polo junto a la zapata polar será:

$$3,160 \times \frac{7,6}{4,5} = 5,330.$$

Si el coeficiente de dispersión es 3, la densidad en el polo cerca de la culata será  $3 \times 5,330 = 16,000$  aproximadamente, lo cual es admisible.

#### Amperio-espiras en los polos auxiliares

Amperio-espiras por par de polos auxiliares:

$$AE_{pa} = Y_{ac} + AE_a,$$

donde  $Y_{ac} = 51 \times 301 = 15,300$  amp. espiras por par de polos en la armadura, y

$AE_a$  = amp. espiras necesarias para hacer pasar el flujo de los polos auxiliares a través del circuito magnético, y cuyo principal obstáculo es el entrehierro.

Tomando un entrehierro de 1 cm. de anchura el número de amperio-espiras necesarios para hacer que el flujo atraviese dos veces el entrehierro, es:

$$2 \times 0,8 \times 1,0 \times 3,160 = 5,060,$$

donde 0,8 es una constante.

Añadiendo 1.000 amperios por la parte de hierro del circuito, tenemos:

$$AE_a = 5,060 + 1,000 = 6,060,$$

luego:

$$AE_{pa} = 15,300 + 6,060 = 21,360,$$

digamos 21,400 amp. espiras.

Como la corriente a plena carga es 720 amperios, el devanado en serie para un par de polos auxiliares necesitará  $\frac{21,400}{720} = 30$  espiras aproximadamente; luego cada polo tendrá un devanado de 15 espiras capaces de conducir 720 amperios.

#### Inductor

*El circuito magnético.*—Antes de calcular la magnetización debemos determinar como han de construirse los polos inductores y la culata de la dinamo. Con

objeto de economizar cobre, es conveniente usar polos cilíndricos, puesto que para un área determinada, el perímetro más corto es del círculo, pero a veces, sobre todo usando polos auxiliares no queda el espacio necesario para usar aquéllos, y recurrimos a los polos rectangulares.

Otra ventaja de los polos cilíndricos es que pueden cortarse de una barra del tamaño conveniente, y por lo mismo construirlos con rapidez y economía.

Los polos rectangulares pueden ser sólidos o laminados.

Para la culata se usa fundición o acero fundido, y como éste puede trabajarse a densidades de 14,000 líneas por cm<sup>2</sup>, mientras que aquél solo lo es hasta 6,000 ó 7,000, de aquí que el peso de acero necesario es menos de la mitad de el del hierro, y con las densidades dadas, el acero solo necesitaría un 75 por ciento de los amperio-espiras que necesita por el hierro.

Por todo esto el acero tiene ventaja sobre el hierro, pero tiene el inconveniente muy grande de que las fundiciones con acero ofrecen irregularidades, y hay que tener mucho cuidado con ellas, si no queremos exponernos a tener el acero con huecos en el interior, que completamente destrozarían la marcha de la dinamo; pero sin embargo en las dinamos modernas prefiérese usar el acero fundido para las culatas.

Nosotros haremos la culata de acero y las piezas polares formarán un solo cuerpo con aquélla.

Las dimensiones de la culata y de los polos hay que obtenerlos por tanteo haciendo el dibujo de la dinamo.

Los polos son de 33 cm. de diámetro y la culata de  $12 \times 45$  cm.

Ahora bien:

$$\text{longitud de un polo} = l_p = 33 \text{ cm.}$$

y

$$\text{área de un polo} = 0,785 \times 33^2 = 855 \text{ cm}^2.$$

El área de la culata en el plano del eje del polo es

$$12 \times 45 = 540 \text{ cm}^2.$$

y la distancia que tiene que recorrer el flujo a través de la culata podemos decir es  $l_c = 75$  cm.

Ya solo nos queda por determinar el entrehierro, y es la parte más importante por el número de amperio-espiras tan crecido que se gasta en este sitio.

Debido a la presencia de la endentadura y canales de ventilación la reluctancia del entrehierro es aumentada por la contracción que sufre el flujo.

Si no hubiera endentadura ni canales de ventilación en el inducido, la densidad del flujo en el entre-

hierro  $B_e$  sería simplemente  $\frac{\Phi}{\delta L}$ ; actualmente el arco efectivo  $b_e$  es menor que el arco polar  $b$  debido a los dientes en la armadura, y la longitud efectiva  $L_e$  es menor que la del núcleo  $L$ , debido a los canales de ventilación: o sea

$$B_e = \frac{\Phi}{b_e L_e}.$$

La reducción que sufre el arco polar depende de la razón  $\frac{\text{ancho de un canal para el devanado}}{\text{longitud del entrehierro}}$ , y la longitud del núcleo, depende también de

$$\frac{\text{anchura de un canal de ventilación}}{\text{longitud del entrehierro}}.$$



Denominando por  $y$  la función  $\frac{\text{anchura}}{\text{entrehierro}}$  tenemos

$$y' = f\left(\frac{\text{ancho canal para devanado}}{\text{entrehierro}}\right)$$

y

$$y'' = f\left(\frac{\text{ancho canal para ventilación}}{\text{entrehierro}}\right),$$

luego

$$\text{arco polar efectivo} = b_e = b - S_o \frac{b}{y_s} y'$$

y

$$\text{longitud efectiva del núcleo de la armadura} = L_e = L - n_v d_v \times y'$$

donde  $\frac{S_o b}{y_s}$  = anchura total de aberturas para los canales del devanado existentes debajo de un polo inductor ( $S_o$  = abertura de un canal), y  $n_v d_v$  = anchura total de los canales de ventilación ( $n_v$  canales y cada uno es  $d_v$  ancho).

La función  $y$  es conocida con el nombre de *coeficiente de contracción*, y puede ser calculada matemáticamente, habiéndolo hecho Carter (véase «Electrical World» 1901, vol. xxxviii, pág. 884), por lo cual frecuentemente se le denomina *coeficiente de Carter*.

Los resultados obtenidos por este señor pueden representarse gráficamente con  $y$  como función de  $\frac{\text{anchura}}{\text{entrehierro}}$ , así:

$$\frac{\text{anchura}}{\text{entrehierro}} = 0, 1, 2, 3, 4, 6, 9, 12, 16, 20, \text{ etc.}$$

$$y = 0, 0,16, 0,28, 0,37, 0,44, 0,55, 0,64, 0,70, 0,75, 0,7, \text{ etc.}$$

Antes que aplicar esto en el caso nuestro tenemos que elegir una anchura para el entrehierro. En una dinamo con polos auxiliares no hay necesidad de emplear mayor número de amperio-espiras en el inductor que en el circuito inducido.

Un entrehierro de unos 6 mm. es conveniente para esta dinamo.

Con un canal para el devanado de 14 mm. de anchura (valor que antes calculamos) y un entrehierro  $l_e = 6$  mm.

$$\frac{S_o}{l_e} = \frac{14}{6} = 2,34,$$

y usando el gráfico de Carter encontramos  $y' = 0,31$ ; así que

$$b_e = 37 - 1,4 \frac{37}{3,6} \times 0,31 = 37 - 4,5 = 32,5 \text{ cm.}$$

Del mismo modo

$$\frac{d_v}{l_e} = \frac{10}{6} = 1,67 \quad y \quad y'' = 0,24,$$

la longitud efectiva  $L_e = 35 - 4 \times 1,0 \times 0,24 = 34$  cm. Luego,

área efectiva del entrehierro =  $b_e L_e = 32,5 \times 34 = 1100 \text{ cm}^2$ , o sean un 85 % del área  $bL$ .

Es difícil saber con exactitud el flujo que se pierde por dispersión, pero se ha comprobado que suele ser un 10 - 25 % del flujo útil. Nosotros asumiremos por lo tanto que se pierde un 20 %, el cual debemos añadir al flujo útil, y supondremos que todo este flujo pasa por la culata y la completa longitud de los polos, y de este modo estaremos seguros de obtener buenos resultados.

## Magnetización

Con la dinamo sin carga el flujo necesario para producir 500 voltios a 206 revoluciones por minuto, es

$$\Phi_o = \frac{a}{p} \frac{E}{Z n_o} 10^8 = \frac{2}{4} \times \frac{500}{684} \times \frac{60}{206} \times 10^8 = 10,6 \times 10^6.$$

A plena carga la fuerza electromotriz inducida  $E$  tiene que ser aumentada para compensar la pérdida de tensión en los devanados. Sumando las diferentes pérdidas vemos que la tensión inducida con la dinamo cargada será de 520 voltios aproximadamente, y como la velocidad será de 200 revoluciones por minuto, el flujo necesario será:

$$\Phi = \frac{2}{4} \times \frac{6}{200} \times \frac{520}{684} \times 10^8 = 11,4 \times 10^6 \text{ líneas.}$$

Para calcular los amperio-espiras necesarios para la endentadura, tendremos en cuenta que la densidad máxima ( $B_{\text{máx.}}$ ) en la misma no deberá exceder 20,000 amperio-espiras por centímetro.

Área máxima de los dientes = 670  $\text{cm}^2$ .

y área mínima de los dientes = 600  $\text{cm}^2$ .

Correspondiente a estas áreas y para obtener un flujo de  $11,4 \times 10^6$ ,  $B_{\text{mín.}} = 17,000$  y  $B_{\text{máx.}} = 19,000$ , luego  $B_{\text{med.}} = 18,000$ . Cuando  $B = 19,000$ , los amperio-espiras por centímetro  $\frac{AE}{\text{cm}} = 160$ ; cuando  $B = 18,000$ ,

$$\frac{AE}{\text{cm}} = 100; \text{ y cuando } B = 17,000, \frac{AE}{\text{cm}} = 62.$$

Aplicando la regla de Simpson, y asumiendo que estos puntos están en una parábola, obtenemos que el número medio de amperio-espiras por centímetro necesario en la endentadura es  $\frac{160 + 4 \times 100 + 62}{6} = 104$ .

Como hay que compensar el efecto de la reacción de la armadura añadiremos en 10 a 15 % el número de amperio espiras obtenidas para las diversas partes del circuito inductor. La cantidad exacta no nos importa mucho, pues podemos variar un poco la posición de las escobillas.

Así, pues, tendremos que el número total de amperios-espiras será:

Parte del circuito	Área	Longitud	Amperio-espiras sin carga			Amperio-espiras con carga		
			B	AE por cm.	AE	B	AE por cm.	AE
Núcleo . . .	2 × 385	35	13,700	10,5	370	14,700	17	600
Dientes Bowax . . .	600	2 × 4,2	17,700	57	480	19,000	104	870
Entrehierro . . .	1100	2 × 0,6	9,650	...	9,250	10,350	...	9,950
Polos inductores . . .	855	2 × 33	14,900	29	1,900	16,000	45	2,970
Culata . . .	2 × 540	75	11,800	12	900	12,700	14	1,050

Total sin carga . . . . . 12 900; { = 15,440  
+ 1,660

Total con carga . . . . . 17,100

Las 1,660 son el 10 % del número de AE con carga, para compensar la reacción de la armadura.

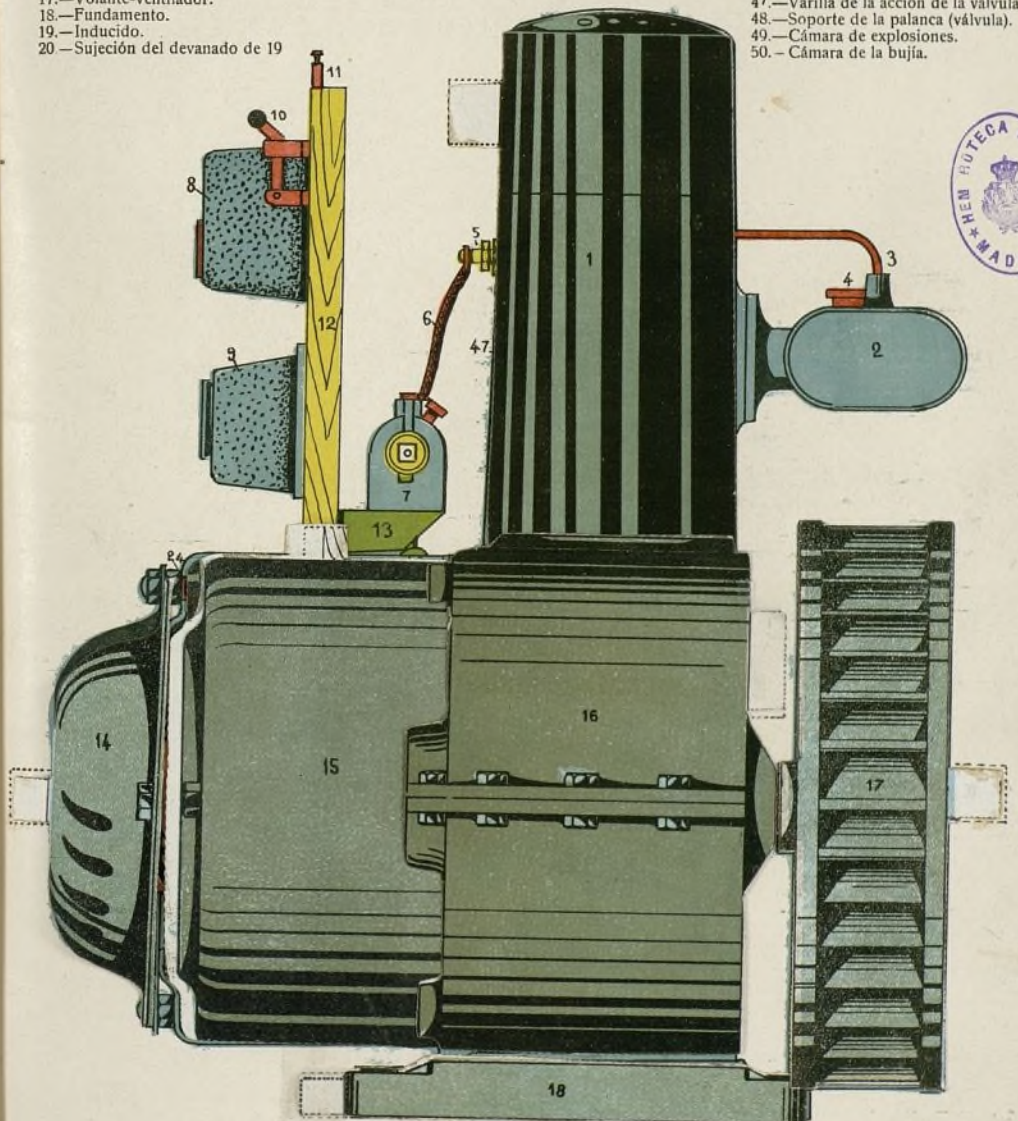
Como se ve, hemos calculado los amperios-espiras



- 1.—Coraza de protección.
- 2.—Depósito de esencia.
- 3.—Tubo de alimentación.
- 4.—Orificio para llenar el depósito.
- 5.—Bujía de ignición.
- 6.—Cable conductor.
- 7.—Magneto.
- 8.—Interruptor.
- 9.—Aparatos para la medición de la carga en los acumuladores.
- 10.—Manecilla de (8).
- 11.—Bornes de empalme.
- 12.—Tablero de distribución.
- 13.—Soporte de la magneto.
- 14.—Protección del colector.
- 15.—Armazón de la dinamo.
- 16.—Coraza-armazón.
- 17.—Volante-ventilador.
- 18.—Fundamento.
- 19.—Inducido.
- 20.—Sujeción del devanado de 19

- 21.—Colector.
- 22.—Eje motriz.
- 23.—Electroimanes.
- 24.—Tornillos de sujeción.
25.—Portaescobillas.  
- 26.—Planchas (núcleo del inducido).
- 27.—Placas del colector.
- 28.—Sección del armazón del colector y del inducido.
- 29.—Tornillos de sujeción de las planchas (núcleo).

- 30.—Cojinete de bolas.
- 31.—Engrase de la polea 41.
- 32.—Cigüeñal.
- 33.—Contrapesos.
- 34.—Biela.
- 35.—Cabezal inferior.
- 36.—Rueda para facilitar el engrase.
- 37.—Eje motriz.
- 38.—Palas del ventilador.
- 39.—Sección del volante.
- 40.—Sección de la biela.
- 41.—Rueda de «levas».
- 42.—Cojinete de la válvula 47.
- 43.—Émbolo.
- 44.—Interior del cilindro.
- 45.—Cabezal superior de la biela.
- 46.—Sección del émbolo.
- 47.—Varilla de la acción de la válvula.
- 48.—Soporte de la palanca (válvula).
- 49.—Cámara de explosiones.
- 50.—Cámara de la bujía.





en cada  
to, esto  
Fina  
lo del nu  
dejarnos  
no siemp

Deve  
de ampe  
lar el de  
Sea:

naturalm

Resist

donde: R  
alambre  
armadura  
Ahor  
metros, e  
por par c  
en centin  
Lueg

$$a = \frac{0,0}{\dots}$$

donde: T  
tomados  
El vo  
de los ter  
Asum

$V_e$

El diá  
así que a  
el diámet

y si asum  
la longitud

La sec

$a$

El hilo  
S.W.G. o  
diámetro

Para o  
mos un v  
devanado  
mm<sup>2</sup>, y si  
 $l_e = 1,7$   
los amper

número

Deben  
sobre el p  
profundida  
unos 265  
Podem

hilo, y cor



en cada caso, tomando un circuito magnético completo, esto es un par de polos.

Finalmente debemos hacer constar que en el cálculo del número de amperios-espiras necesarios debemos dejarnos guiar por la práctica y no por fórmulas que no siempre prueban ser completamente exactas.

**Devanado de los polos.**—Conociendo el número de amperio-espiras necesarias por polo podemos calcular el devanado de éstos, del modo siguiente:

Sea:

$V_e$  = tensión excitadora;

$I_e$  = corriente de excitación

naturalmente:

$$\text{Resistencia del devanado excitador} = R_e = \frac{V_e}{I_e},$$

donde:  $R_e = 0,02 \frac{l_t}{a}$ ;  $l_t$  = longitud en metros del alambre en el devanado excitador (en paralelo con la armadura) y  $a$  su sección en  $\text{mm}^2$ .

Ahora bien; la longitud total  $l_t = p \cdot T \cdot l \times 10^{-2}$  metros, donde  $T$  es el número de vueltas o espiras por par de polos, y  $l$  la longitud media de una vuelta en centímetros.

Luego:

$$a = \frac{0,02 l_t}{R_e} = \frac{0,02 (p \cdot T \cdot l \cdot 10^{-2}) I_e}{V_e} = \frac{l \cdot p \cdot A E}{5000 V_e}$$

donde:  $T \cdot I_e = A E$  = amperio-espiras por par de polos tomados con la dinamo en carga.

El voltaje de excitación  $V_e$  suele ser 70 a 80 % del de los terminales o bornes de la dinamo.

Asumamos:

$$V_e = 0,75 V = 0,75 \times 500 = 375 \text{ voltios.}$$

El diámetro de una pieza polar dijimos era 33 cms.; así que añadiendo unos 15 mm. para aislamiento etc., el diámetro interior de la bobina inductora será:

$$33 + 1,5 = 34,5 \text{ cm.,}$$

y si asumimos un espesor de devanado de unos 35 mm., la longitud media de una vuelta

$$= l = \pi (34,5 + 3,5) = 120 \text{ cm.}$$

La sección buscada es pues:

$$a = \frac{120 \times 4 \times 17,100}{5000 \times 375} = 4,4 \text{ mm.}^2$$

El hilo de sección más parecido a éste es el n.º 13 S.W.G. que tiene una sección  $a = 4,3 \text{ mm}^2$  con un diámetro de 2,7 mm. cuando va aislado.

Para obtener la corriente de excitación asumiremos un valor para la densidad de la corriente en el devanado inductor; este valor es de 1,5 a 2 amp. por  $\text{mm}^2$ , y si tomamos 1,7 amperios por  $\text{mm}^2$  tendremos:  $I_e = 1,7 \times 4,3 = 7,3$  amperios, y como eran 17,100 los amperio-espiras por par de polos, claro está que el

$$\text{número de espiras por polo} = \frac{17,100}{2 \times 7,3} = 1,170.$$

Debemos demostrar ahora la manera de colocarlos sobre el polo. En el dibujo de la dinamo vemos que la profundidad del devanado a lo largo del polo es de unos 265 mm. teniendo en cuenta el aislamiento etc.

Podemos llenar 95 % de esto o sea 250 mm. con el hilo, y como su diámetro es de 2,7, tendríamos  $\frac{250}{2,7} =$

= 92 vueltas por fila. Para obtener las 1,170 espiras necesitaremos  $\frac{1,170}{92} = 13$  filas aproximadamente.

Tomando 13 filas de 92 vueltas por fila, el número total de espiras será de  $92 \times 13 = 1,196$  que se aproxima bastante al 1,170 que obtuvimos antes.

El espesor del devanado será pues  $13 \times 2,7 = 3,5$  centímetros como habíamos previsto.

La longitud del hilo, es:

$$l_t = 8 (1196 \times 1,2) = 11,500 \text{ m.}$$

y el peso del cobre en el circuito excitador = 440 kg.

Resistencia del devanado inductor (caliente) =  $R_e$

$$= 0,02 \times \frac{11,500}{4,3} = 53,5 \text{ ohmios.}$$

La corriente de excitación a plena carga:

$$I_e = \frac{17100}{2 \times 1196} = 7,15 \text{ amperios.}$$

Voltaje de excitación =  $V_e = R_e I_e = 53,5 \times 7,15 = 383$  voltios, o sea un 77 % del de los bornes de la dinamo.

La pérdida de energía en el devanado inductor, será, pues:

$$= I_e V_e = 7,15 \times 383 = 2,740 \text{ vatios.}$$

Veremos si esta pérdida se puede disipar sin un aumento de temperatura demasiado elevada. sabiendo que su valor normal será el que dé 10 vatios por  $\text{dm}^2$  de superficie radiante.

Tenemos una superficie de radiación para disipar el calor producido por esa pérdida de energía,

$$= 8 \times 2,65 \times \pi 4,15 = 277 \text{ dm.}^2$$

Luego:

$$\text{Vatios por dm.}^2 = \frac{2,740}{277} = 9,9,$$

y por lo tanto no hay peligro alguno.

### Devanado de los polos auxiliares

Calculamos que para estos el flujo era de 10,500 amp.-espiras por polo, y como la corriente en estas bobinas es la de la dinamo a plena carga, o sea 720 amperios el número de espiras por polo será,

$$\frac{10500}{720} = 14,50, \text{ diremos 15 espiras por polo.}$$

Para el devanado de estos polos usaremos una espiral de cobre desnudo que nos permita trabajar a una densidad de 2 a 3 amperios por  $\text{mm}^2$  para un aumento en temperatura de 45° C.

Tomando una densidad de 2,4:

$$\text{Sección del cobre} = \frac{720}{2,4} = 300 \text{ mm.}^2$$

La longitud del devanado después de descontar la zapata polar, y el aislamiento, es de 275 mm. (véase dibujo), luego el espacio que queda para cada espira es  $\frac{275}{16} = 17$  mm. (añadiendo 1 espira más para compensar por la espiral). Con un ancho de 5 mm. entre las espiras, nos quedan  $17 - 5 = 12$  mm. para el cobre. Luego:

$$\text{espesor del cobre} = \frac{300}{12} = 25 \text{ mm.}$$



Podríamos usar una lámina de cobre de  $12 \times 25$  pero es preferible usar en paralelo 5 espirales de  $12 \times 5$  mm. cada una.

Dejando  $\frac{1}{2}$  y 1 cm. para el aislamiento del polo auxiliar, las dimensiones interiores de la bobina serán  $5 \times 21$  cm.

Luego la longitud media de una vuelta será

$$2(21 - 5) + \pi(5 + 2,5) = 55,5 \text{ cm.}$$

Longitud total del cobre =  $8 \times 15 \times 0,555 = 67$  m.

Peso del cobre en los polos auxiliares = 181,82 kg.

Resistencia del devanado auxiliar (caliente)

$$= 0,02 \times \frac{67}{300} = 0,0045 \text{ ohm.}$$

Pérdida de tensión

$$= 720 \times 0,0045 = 3,24 \text{ voltios.}$$

Pérdida de energía en el devanado auxiliar

$$= 720 \times 3,24 = 2,333 \text{ vatios.}$$

### Rendimiento

Ya solo nos queda calcular la eficiencia o rendimiento de esta dinamo con diferentes cargas. La pérdida de energía en el hierro del núcleo y los dientes disminuye con la carga debido a la disminución del flujo.

La pérdida en el cobre de la armadura varía como el cuadrado de la carga excepto para los cambios de temperatura. La pérdida causada por el devanado excitador varía de 2,750 vatios a plena carga a 1,50 sin carga, y la del cobre en el devanado de los polos auxiliares sigue la misma ley. En el colector hay pérdidas debido a la resistencia del contacto entre escobillas y colector y la pérdida por fricción.

La primera suele ser de 1 voltio y la energía perdida con cualquier carga será, por lo tanto, 21 vatios.

La pérdida por fricción =  $0,81 \mu p a_b v_c$  vatios.

Sea:

$\mu$  = coeficiente de fricción = 0,1 — 0,2 para escobillas de carbón;

$p$  = presión específica de las escobillas sobre el colector y varía de 0,1 a 0,2 kg. por  $\text{cm}^2$ ;

$a_b$  = superficie total de las escobillas;

$v_c$  = velocidad de la periferia del colector en metros por segundo;

tomando:

$\mu = 0,15$  y  $p = 0,15$ ;  $a_b = 8 \times 3 \times 8 = 192 \text{ cm}^2$   
y  $v_c = 10$  metros por segundo

luego la pérdida de energía por fricción, es:

$$9,81 \times 0,15 \times 0,15 \times 192 \times 10 = 500 \text{ vatios aproximadamente.}$$

Ya solo queda tener en cuenta la resistencia del viento y la fricción. Estas pérdidas suelen ser de  $1\%$  o algo más de la potencia total de la dinamo, pero como nuestra dinamo da solo 200 revoluciones por minuto no excederán de  $\frac{1}{2}\%$  o sean 2,000 vatios cualquier carga.

CARGA	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{4}$	$\frac{1}{4}$
	Vatios	Vatios	Vatios	Vatios	Vatios
Pérdida en el hierro (núcleo + dientes)	3,800	3,600	3,400	3,200	3,000
Pérdida en el cobre de la armadura	15,40	9,850	5,540	2,460	610
Pérdida en el cobre de los polos inductores	3,150	2,750	2,400	2,100	1,800
Pérdida en el cobre de los polos auxiliares	3,650	2,350	1,310	580	150
Pérdida en el cobre del colector	1,800	4,440	1,080	720	360
Pérdidas mecánicas en el colector	500	500	500	500	500
Resistencia del viento y fricción	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
Pérdidas totales	30,300	21,400	16,230	11,560	8,428
Potencia útil	450,000	361,000	270,000	181,000	91,000
Vatios producidos	480,310	382,400	286,230	191,560	94,420
Rendimiento por 100	93,6	91,1	94,3	93,9	91,3

Vemos que el mayor rendimiento se ha obtenido un poco antes de llegar a plena carga, pues las pérdidas constantes, a causa de la poca velocidad de la dinamo, son relativamente pequeñas.

### Resumen de los datos obtenidos

Generador de corriente continua con excitación en paralelo y polos auxiliares

Potencia	360 kilovatios.
Tensión V	500 voltios, constante a todas las cargas.
Corriente A.	720 amperios.
Velocidad sin carga, $n$	206 revoluciones por minuto.
a plena carga, $n_0$	200

### Dimensiones principales

Número de polos inductores, $2p$	8
Diámetro de la armadura, D	130 cms.
Periferia de la armadura	408 "
Paso de los polos inductores	51 "
Entrehierro	0,6 "
Largo total del núcleo L	35 "
Largo efectivo del núcleo $L_h$	28 "
Canales para ventilación	4 cada uno de
Espesor de los discos del núcleo de la armadura	0,5 mm.
Diámetro del manguito	94 cm.
Velocidad periférica del inducido	13,6 m. p. s.
Frecuencia $f$	13,3 ~ p. s.
Coeficiente de potencia:	

$$C = \frac{360 \times 10^6}{(130)^2 \times 35 \times 3,33} = 18,3$$

### Culata

Acero fundido de	12 x 45 cms.
------------------	--------------

### Polos inductores

Acero fundido (diámetro)	33 cms.
Zapatillas polares: arco x longitud (laminadas)	37 x 35 "

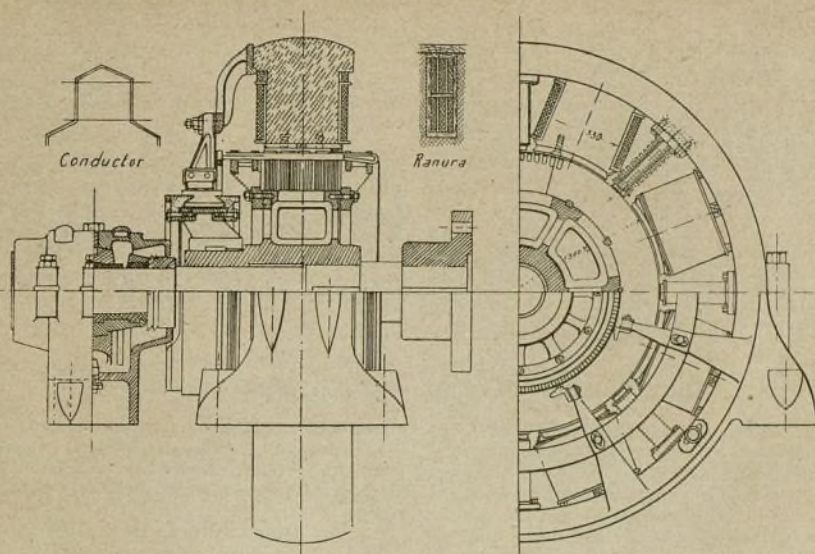
### Polos auxiliares

Polos	20 x 4,5 cms.
Zapatillas polares laminadas	20 x 7 "

### Canales en la armadura

Número de canales	114
Paso	3,58 cms.
Tamaño de un canal	42 x 15 mm.





Generador de corriente continua de 350 kilovatios, 500 vatios y 200 revoluciones por minuto.

**Carga específica**

Número total de amperio-conductores $Z A_a$ . . . . .	123, 120
Amperio-conductores por canal $n, A_a$ . . . . .	1080
Carga eléctrica específica $a, c$ . . . . .	301
» magnética » $B_{med} = \frac{11 \times 10^6}{V L} =$ . . . . .	6150

donde  $11 \times 10^6$  es el flujo por polo cuando  $V=500$  y  $n=200$

Amperio-espiras por par de polos en la armadura $Y_{ac}$ . . . . .	15,350
Coefficiente de potencia: $\pi^2 \times 6150 \times 301 \times 10^{-6} =$ . . . . .	18,3

**Devanado de la armadura**

Tipo de devanado . . . . .	ondulado, 4 circuitos, $a=2$
Corriente por circuito $A = \frac{720}{4}$ . . . . .	180 amperios
Número de conductores activos . . . . .	684
» inactivos . . . . .	ninguno
Espiras por bobina . . . . .	1
Número de canales o ranuras . . . . .	114
Número de láminas colectoras $C_c = \frac{Z}{2} =$ . . . . .	342
Conductores por ranura $= \frac{342}{114}$ . . . . .	3
Paso del colector $y_c$ . . . . .	85 delgas
» de arrollamiento, base posterior $y_b$ . . . . .	85
» anterior $y_f$ . . . . .	85
Aislamiento de un canal del inducido . . . . .	1 mm.
Sección de un conductor . . . . .	45 mm <sup>2</sup> .
Formado por láminas de cobre de . . . . .	$3 \times 15$ mm.
Densidad de corriente en el conductor . . . . .	4 amp. por mm <sup>2</sup> .
Longitud de un conductor . . . . .	100 cms.
Longitud total de los conductores, $L_c$ . . . . .	684 metros
Resistencia del arrollamiento (caliente) $R_a$ . . . . .	0,0190 ohmios
Aumento de temperatura del inducido, $t^\circ$ . . . . .	32,6°C.
Pérdida de tensión, $V_a = A_a \times R_a$ . . . . .	13,68 voltios.
Pérdida en el cobre, $P_a = A_a^2 \times R_a$ . . . . .	9,850 vatios

**Colector**

Diámetro $D_c = 0,73 D$ . . . . .	95 cms.
Periferia, $\pi D_c$ . . . . .	298 "
Longitud efectiva del colector . . . . .	15 "
Número de láminas, $C_c$ . . . . .	342
Paso de los segmentos o delgas $y_i$ . . . . .	8,7 mm.
Aislamiento . . . . .	0,7 "
Velocidad periférica del colector . . . . .	10 m p. s.
Tensión entre las láminas . . . . .	11,7 voltios

**Anillos igualizadores**

Paso de tensión, $y_p = \frac{C_c}{a}$ . . . . .	171 segmentos
Número de anillos . . . . .	9
Sección de los anillos . . . . .	20 mm <sup>2</sup> .

**Escobillas**

Número de porta-escobillas . . . . .	8
Corriente por . . . . .	$\frac{720}{4}$ 180 amperios
Carbones . . . . .	3
Tamaño de los carbones . . . . .	$25 \times 40$ mm.
Superficie de contacto por escobilla . . . . .	10 cm <sup>2</sup> .
Densidad de corriente . . . . .	6 amp. p. cm <sup>2</sup> .
Segmento del colector por escobilla $= \frac{25}{8,7}$ . . . . .	2,87 segmentos

**Devanado inductor**

Excitación . . . . .	en paralelo
Amperio-espiras por par de polos . . . . .	17,100
Diámetro de un polo con aislamiento . . . . .	34,5 cm.
Profundidad del devanado . . . . .	26,5 "
Espesor del devanado . . . . .	3,5 "
Longitud media de una espira, $l$ . . . . .	120 "
Sección del conductor, $a$ . . . . .	4,3 mm.
Diámetro con aislamiento . . . . .	2,7 mm.







18,68; pez 54,56; pérdidas 1,14. Destilando alquitrán purgado de agua, el consumo de carbón se reduce de 7  $\frac{1}{2}$  a 5 por ciento.

La elaboración de las cinco porciones obtenidas en la primera destilación del alquitrán, se efectúa del modo siguiente:

1.—Los aceites ligeros del alquitrán del gas del aluminado (A) son más ricos en benceno y tolueno que los procedentes del alquitrán de las fábricas de cok (B), como puede verse en los siguientes rendimientos obtenidos prácticamente sometiendo a la destilación fraccionada los aceites ligeros:

	A	B
Benzol bruto I (destila hasta 135 grados) . . . . .	36,12 %	12,66 %
Benzol . . . . .	15,59 %	16,42 %
Acetatos fenólicos . . . . .	18,01 %	18,47 %
Residuos (aceites medios) . . . . .	26,51 %	49,30 %
Agua y pérdidas . . . . .	3,67 %	3,00 %

Los gastos de destilación de 100 kilogramos de aceites ligeros serían los siguientes: 0,80 pesetas por mano de obra; 2 para combustible; 0,85 para vapor; 0,50 para reparaciones y 1,25 para amortización.

Los aceites ligeros se destilan y rectifican en aparatos de columna con calderas de velocidad de 100 a 150 quintales calentadas a fuego directo o con vapor indirecto recalentado y se recojen separadamente las tres primeras porciones (hasta 195 grados). Los benzoles brutos I y II se pueden purgar de los pocos fenoles que contienen lavándolos con sosa cáustica, que disuelve y arrastra los fenoles, y el benzol restante se rectifica nuevamente para separarlo del tolueno que está contenido a veces hasta 25 por ciento.

Los aceites fenólicos (destilados entre 165 y 195 grados) contienen algo de naftalina y por esto se elaboran ulteriormente junto con los aceites medios.

II.—Los aceites medios (o aceites de creosota) que se obtienen de la destilación directa del alquitrán del gas del aluminado, contiene aproximadamente 50 % de naftalina y hasta 25 % de aceites ácidos (fenoles), los cuales mantienen disueltas las otras impurezas y facilitan la separación de naftalina más pura cristalizada cuando el aceite medio bruto se deja en reposo en frío por algunos días en grandes cajas y luego se deja gotear bien por el fondo mientras se centrifuga la naftalina.

Los aceites medios del alquitrán de las fábricas de cok metalúrgico contienen aproximadamente 43 % de naftalina y solo 13 % de aceites ácidos, de suerte que muchas impurezas se depositan junto con la naftalina; por tal motivo, en vez de dejar enfriar la naftalina, se prefiere someter directamente el aceite medio a la destilación fraccionada, para obtener los siguientes productos (resultados de la práctica) que después dan más fácilmente naftalina pura:

Benzol bruto II (hasta 165 grados) . . . . .	4,15 %	1,78 %
Acetatos de fenoles (de 164 a 195 grados) . . . . .	21,77 %	19,91 %
Acetato de naftalina (de 195 a 220 grados) . . . . .	43,45 %	28,68 %
Residuo . . . . .	26,91 %	48,18 %
Agua y pérdidas . . . . .	3,72 %	1,45 %

El residuo se agrega a los aceites pesados de alquitrán que se laboran aparte. El aceite de naftalina y el de fenoles se envían a las cajas de enfriamiento, donde abandonan la naftalina en gruesas escamas que se pueden después purificar por presión con prensas hidráulicas mientras que el aceite restante, separado por goteamiento del fondo de las cajas, contiene la mayor parte de los fenoles, que se extraen disolviéndolos con sosa cáustica (y entonces se puede agregar la solución alcalina de los fenoles que se han separado del benzol bruto); se decanta y se trata la solución con ácido sulfúrico diluido, para poner en libertad al ácido fénico bruto (fenol), que forma un líquido negro y

denso, el cual, después de repetidas purificaciones (disolviéndolo en sosa y liberándolo con ácido) o mejor por destilación en 175 y 185 grados, da el ácido fénico purificado, que cristaliza por fuerte enfriamiento y los cristales blancos se separan de las últimas impurezas líquidas mediante centrifugación.

Si de los aceites medios de creosota no se extraen los fenoles, estos aceites se pueden emplear junto con los aceites pesados para la impregnación y conservación de la madera. Los gastos de beneficio de los aceites medios son casi iguales a los de los aceites ligeros.

De los residuos del ácido fénico, es decir, de la porción insoluble en sosa cáustica, se puede obtener todavía una pequeña cantidad de naftalina, destilando estos residuos junto con los aceites medios, tomando la precaución de calentar con agua caliente los serpientes de refrigeración, para evitar obstrucciones.

La purificación de la naftalina por medio de una solución de jabón de resina, dió por resultado el procedimiento excesivamente caro (de una naftalina centrifuga y que contenía todavía 7 % de aceites, con 5 % de colofonia y la correspondiente cantidad de solución cáustica, se obtenía 85 % de naftalina pura que tenía una temperatura de solidificación de 78,8 grados). La purificación de la naftalina comprimida se lleva a cabo con recipientes metálicos de fondo cónico, provistos de agitadores (reemplazados a veces por chorros de aire), a los cuales la naftalina llega fundida; se agita por 15 minutos con 5 % de ácido sulfúrico a 50 grados Beaumé (usado una vez), para desecar un poco la masa y purgarla de los compuestos pirídicos, se decanta el ácido, se agita de nuevo con 5 a 6 % de ácido sulfúrico a 60 grados Beaumé por media hora, se decanta, se lava con 4 % de agua caliente, luego con 4 % de sosa cáustica a 19 grados Beaumé (usada ya una vez), y por último aun con 2 % de agua caliente. Se deja en reposo para dactar bien el agua y después se destila la naftalina en grandes calderas de 100 a 150 quintales, provistas de columnas rectificantes de 2 a 3 metros de altura; primero destila el agua y después naftalina pura, que se recoge en cajas metálicas, se deja cristalizar en moldes, se granula con quebrantadores ordinarios; así se alcanza un punto de solidificación de 70,7 grados, y entonces destila el 97,5 % entre 216,6 y 218 grados. La naftalina más pura, en escamas grandes, brillantes, se obtiene por sublimación (en lugar de destilación) en una caldera abierta de 2 a 3 metros cuadrados de superficie, cubierta por un plano inclinado de madera y comunicante con una gran cámara de madera, de 20 a 25 metros cúbicos de capacidad. En el fondo de la caldera hay un serpentín cerrado al cual se hace llegar vapor a presión y entonces con el calor la naftalina sublima y se condensa en la cámara grande, formando sobre las paredes una gruesa capa de escamas blancas brillantes de naftalina pura.

Para evitar pérdidas y obtener un trabajo continuo, se hace entrar la naftalina en calderas largas, cilíndricas, muradas como las calderas de vapor y comunicantes con una gran cámara de madera (hasta 350 metros cúbicos) con el fondo provisto de oquedades cónicas que desembocan en sacos para descargar en ellos la naftalina a medida que se separa en escamas de las paredes (que se sacuden de vez en cuando); así se obtienen 70 kilogramos de naftalina pura cada 12 horas y por cada 100 metros cúbicos de capacidad. La naftalina pura se presenta en escamas lustrosas que funden a 79,6 grados y hierve a 218 grados.

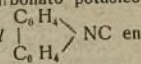
III.—El aceite pesado procedente del alquitrán de gas del aluminado contiene aproximadamente 28 % de naftalina, y 16 % de aceites ácidos (fenólicos), mientras que el de las fábricas de cok contiene aproximadamente 32 % de naftalina y 10 % de aceites ácidos.

El aceite pesado de alquitrán, cuando no se re-



destila en el vacío para obtener el antraceno, se emplea como aceite para el alumbrado o para obtener gas del alumbrado, para combustible o para impregnar la madera a fin de conservarla. Para obtener gas del alumbrado se deja caer en delgado chorro en retortas candentes (siguiendo el mismo procedimiento de Brackling para obtener los petróleos); se forma entonces carbón, gas del alumbrado y un aceite que contiene todavía mucho benceno. Cuando se usan estos aceites pesados directamente para calefacción, se envían a los

Para purificar el aceite de antraceno, se destila en retortas de hierro, agregando carbonato potásico para retener el abundante carbazol



forma de compuesto potásico



no volátil;

entonces se destila solamente antraceno y fenantraceno y este último se separa disolviéndolo en sulfuro de

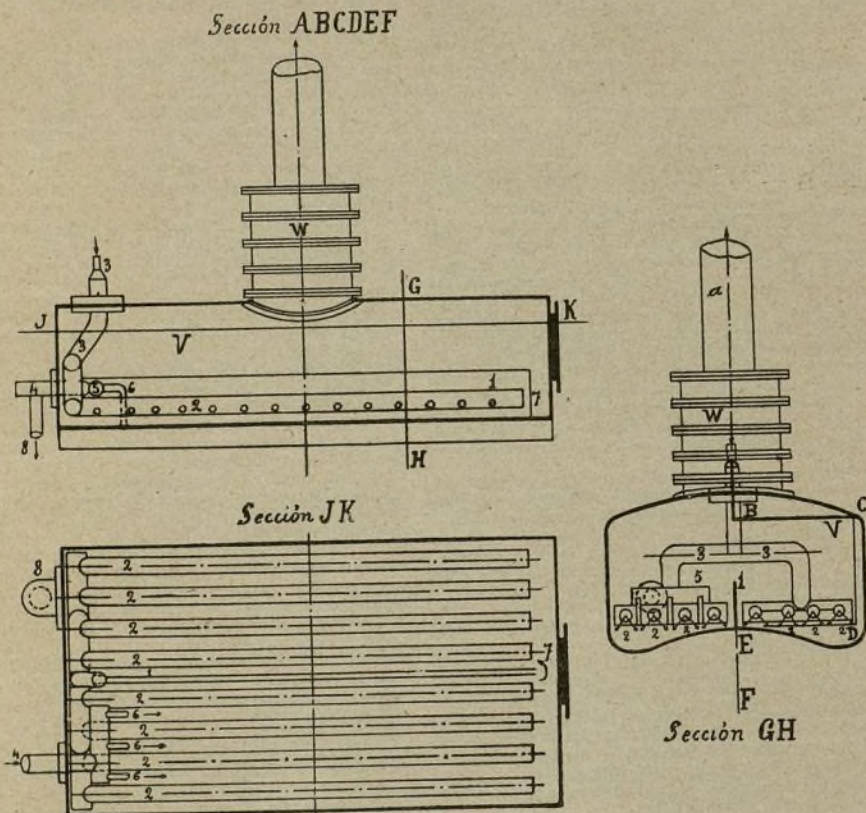


Fig. 1.—Aparato destilatorio Hircel para la preparación del benceno.

hogares pulverizándolos con un chorro de vapor que arrastra también la cantidad necesaria de aire. La gran fábrica de motores de gas *Deutz* de Colonia (Alemania) ha introducido con gran éxito el empleo del aceite pesado del alquitrán en los motores *Diesel*.

IV.—El aceite de antraceno, es la porción de alquitrán que destila por encima de 270 grados y que contiene la mayor cantidad de antraceno sólido, que se exprime, después de prolongado reposo, para purgarlo de las impurezas líquidas, mediante prensas hidráulicas o filtros prensas. Para separar mejor las porciones líquidas y también el fenantraceno que acompaña los cristales de antraceno, se lava con bencina. Así queda un antraceno al 50 %, estando el resto constituido por parafinas y algo de criseno, pireno, fluoreno, reteño, etc.

carbono eventualmente con ácido sulfúrico concentrado; según los procedimientos de las patentes alemanas y francesas, el residuo de antraceno se purifica cristalizándolo en bencina impura como hemos dicho y sublimándolo con vapor recalentado. Existe otro procedimiento de purificación del antraceno bruto (por ejemplo al 46 % y con 13 de carbazol) con nafta caliente y ácido sulfúrico que salifica y disuelve todas las sustancias básicas dejando inalterable el antraceno, que se separa por decantación; evaporando la nafta queda el antraceno al 84 % aproximadamente, y éste con benceno cristaliza al 95 % de pureza. Está formado por escamas brillantes, incoloras; funde a 216,5 grados y hierve a 351 grados. Como caso curioso hacemos constar que la luz solar lo transforma con lentitud en el polímero para-antraceno ( $\text{C}_{14}\text{H}_{10}$ ) 2.

El aceite verde de antraceno que no cristaliza,



se emplea para preparar *alquitrán regenerado* si se mezcla con pez, o bien se consume sin ulterior preparación para preservar la madera, con el nombre de *carbolineum*. El verdadero *carbolineum Avenarius alemán*, parece que no contiene aceite de creosota, naftalina, antraceno y fenoles. Para hacerlo más denso (peso específico 1.2), menos inflamable y de olor menos desagradable, se calienta ligeramente y se trata con una corriente de cloro; contiene también un poco de cloruro de cinc; se vende de 15 a 45 pesetas el quintal, según las clases.

V.— *La pez* que queda en las retortas de destilación, se separa con las precauciones ya indicadas para su encendido. Una vez fría resulta dura ya que actualmente se procura extraer antes la máxima cantidad posible de antraceno; si se desea después una pez menos dura, se mezcla con aceites pesados de mala calidad. Las *peces* de los diversos alquitranes (madera, lignito, carbón, etc), se distinguen entre sí por la diversa proporción de fenoles. La pez tiene muchísima importancia industrial. Se emplea como asfalto artificial en substitución del natural, y se mejora fundiéndola con azufre; mezclada con arena, como asfalto para el pavimento de las calles en las ciudades; para cartones alquitranados; para fabricar tubos de asfalto (con papel y arena); para fabricar briquetas (ladrillos aglutinados con pez) o aglomerados de polvo de carbón para preparar barnices negros para planchas de hierro y para maderas.

Vamos a describir ahora los aparatos para la rectificación del benzol. El de *Hirschel* de Leipzig consiste en una gran caldera B V (fig. 1) de fondo convexo, dividida longitudinalmente por un tabique metálico (1) que permite la comunicación por el extremo (7) entre las dos mitades de la caldera; el producto que debe someterse a la destilación entra por el tubo (4) que desemboca en el tubo horizontal (5), del cual desciende el líquido al fondo de la primera mitad de la caldera a lo largo de los tubos (6); el vapor recalentado llega por el tubo (3), que se bifurca hacia las dos mitades de la caldera y desemboca en una batería de tubos horizontales horadados (2) que recorren el fondo de la caldera. El líquido se mueve lentamente en una capa relativamente delgada, de la primera a la segunda mitad de la caldera, pasando por el espacio (7) y saliendo por el tubo (8); los vapores se recogen en cambio en el domo W, provisto de discos agujereados para condensar las gotitas arrastradas de rectificación o condensación fraccionada.

El aparato de *Heckmann* consiste en una caldera (1) figura 2, en donde se destila los productos para obtener el benzol, a la cual se envía por el serpentín perforado vapor recalentado de 150 a 195 grados y a la presión de media atmósfera, para evitar que la espuma sea arrastrada junto con vapor de agua y aceites ligeros, a los dos tercios de la caldera se dispone un disco taladrado (2) con tubo de desprendimiento. Los vapores salen por el tubo (3) y van a condensarse en el recipiente (4), calentado de 90 a 98 grados con vapor indirecto que circula por el doble fondo (5). Sobre el recipiente se eleva una columna de rectificación con desflamador (6) semejante a la empleada en el rectificador Savalle para el alcohol, pero mucho más baja.

Durante el proceso, y mediante una bomba aspi-

rente en (7), se efectúa también un poco el vacío en todo el aparato; del recipiente (4) continuará desprendiéndose especialmente vapor de agua con poco de benzol; éste se separa en la columna y en el alambique y vuelve al recipiente, mientras en el refrigerante (8) solo se condensa vapor de agua al cual se examina su densidad, color y sabor en la probeta (9) y luego se recoge en los recipientes (10). Por fin se halla en (4) el benzol de 80 a 95 por ciento.

El aparato de Savalle de rectificación se compone de una gran caldera de cobre o de hierro (1) figura 3 calentada por serpentín de vapor indirecto, sobre el cual se apoya la columna de rectificación de cobre (2); sobre ésta o a su lado se halla un gran desflamador (3) que funciona como calentabenzol y cuya importancia no depende tanto de condensar los productos menos volátiles, como de suministrar continuamente y en abundancia un líquido benzólico conveniente para lavar los vapores que llegan a lo alto de la columna; por esto es innecesario instalar varios desflamadores. Los vapores de benzol procedentes de la columna son

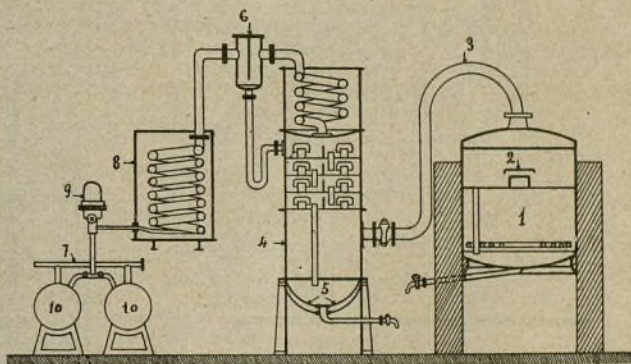


Fig. 2.—Aparato destilatorio de Heckmann

conducidos por el tubo (4) al desflamador (3), después de dejar un poco de flama y vuelven otra vez a la columna (2) por el tubo (5).

El benzol condensado en el calentabenzol (3) es fuertemente enfriado en el refrigerante subyacente (6) en el cual circula agua fría. Si el benzol que fluye por el calentabenzol se caldea hasta dar vapores, éstos pasan al pequeño desflamador (7), de donde el agua y el benzol condensados llegan a la columna por los tubos (8 y 9), mientras los vapores de benzol no conectados pasan por el tubo (9) al refrigerante (6) junto con el otro benzol. Cuando todos los platos de la columna están cubiertos de aceite de alquitrán, por abajo se hace llegar el vapor de agua, procedente del agua de los gases del benzol ya agotados, calentados por medio de un haz de tubos del calentador (10) por los cuales circula vapor a presión, procedente de una caldera o generador y regulado a la llegada por la espita (11) que a su vez está regida por el regulador automático (12). Cuando el benzol destilado sale por la probeta (13) se regula por la llave (14), de manera que la riqueza del benzol se mantenga constante.

Los aceites de alquitrán recorren en la columna un trayecto de más de 150 metros, presentando en conjunto una superficie de burbujeo de más de 200 metros; así, cada litro de aceite de alquitrán, antes de agotarse, se ha puesto en contacto con una columna de vapores de 200 metros de longitud. De esta manera se puede destilar más de 30000 kilogramos de aceite de alquitrán diariamente, sin interrupción de trabajo en



varios meses.

En la figura 4 exponemos con mayor claridad el calentador tubular de Savalle. El vapor a presión

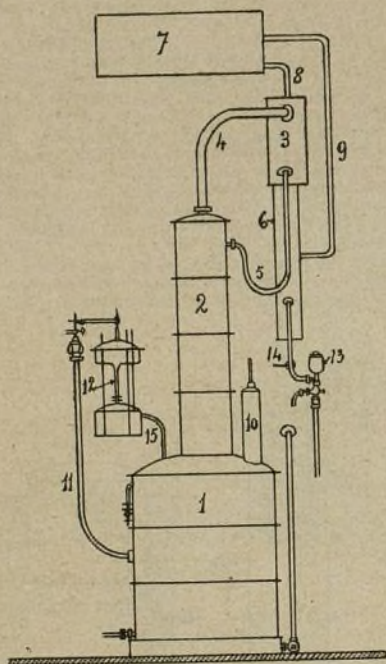


Fig. 3.—Destilatorio de columna de Savalle.

de los generadores ordinarios es conducido por el tubo (1) después de haber pasado por el regulador al

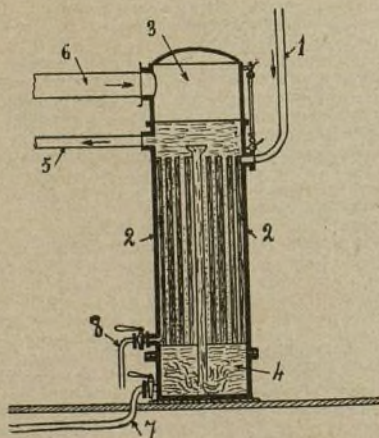


Fig. 4.—Calentador tubular de Savalle.

cilindro metálico (2), envolviendo un haz de tubos que éste contiene y que pone en comunicación la cámara superior (3) del calentador con la inferior (4), llenas

de aceite de alquitrán casi agotadas, procedentes de la parte inferior de la columna de Savalle por medio del tubo (5). Los aceites, ya muy calientes, se llevan de este modo fácilmente a una ebullición tumultuosa, purgándolos así de los últimos vestigios de aceites impuros que suben, junto con mucho vapor de agua, por la columna Savalle en el cual penetra por el tubo (6). Los aceites agotados se descargan continuamente por el tubo y llave (7), mientras por el otro tubo y llave (8) sale el vapor condensado que ha servido para calentarlo.

La figura 5, es el regulador automático de la presión del vapor en la columna de destilación y rectificación. El vapor, para vencer todas las capas líquidas que se hallan en los platos de la columna, debe hallarse a cierta presión en el interior de la misma columna. Esta presión aumenta o disminuye según que aumente o disminuya la cantidad y la temperatura del vapor, y cuanto más vapor llega tanto más diluido resulta el benzol. Si la columna se halla en comunicación con el regulador de presión por medio del tubo (1) o (15) (en la figura 3, aparato de columna de Savalle), cuando la presión aumenta, el agua de la cámara inferior (2) del regulador sube por el tubo (3) a la cámara su-

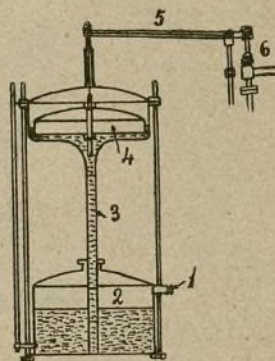


Fig. 5.—Regulador automático del aparato Savalle.

perior y eleva un flotador (4), que por medio de una palanca (5) puede cerrar en parte la llave o válvula (6) que envía el vapor al calentador y entonces, llegando menos vapor, disminuye la presión. Si después se efectúa el caso inverso, es decir si en la columna hay una presión menor que la establecida para la buena marcha de la destilación y que por consiguiente aumenta demasiado la densidad del benzol, medida en la probeta (13), figura 3, en perjuicio de la producción, el agua de la cámara superior del regulador desciende a la cámara inferior, la boya o flotador (4) baja de nivel y la llave de vapor (6) se abre y obra al mismo tiempo como válvula.

Con estos reguladores sensibles a variaciones de una milésima de atmósfera, la destilación se mantiene automáticamente regular, sin temor a explosiones ni precauciones exquisitas por parte del personal obrero.

La constancia de concentración del benzol destilado, mejor dicho, la riqueza en densidad del mismo, se efectúa por medio de la probeta (13), figura 3, en donde existe un benzo-decímetero, un manómetro y un termómetro conectados, que indican invariablemente la densidad de concentración, la presión y la temperatura del benzol o benceno que se obtiene.

ANGEL DE ARAMBURU Y GARCÍA.



## Accidentes de la industria

Las grandes transformaciones que viene sufriendo la industria en todos los países en guerra, y especialmente su extraordinaria intensificación, ofrecen para todos y en particular para los neutrales, sometidos fatalmente a esa influencia transformadora, un manantial fecundo de observaciones y lecciones útiles que los pueblos que no quieran ser *desechados* en la selección que podemos llamar cruenta de la *actual lucha económica*, deben recoger, estudiar y aquilatar con decisivo propósito de aprovechamiento.

Bajo este concepto creemos útil el conocimiento de una serie de observaciones prácticas recogidas en el curso de una investigación por el Dr. Vernon en la que se establecen ciertas correlaciones entre los accidentes que se producen en los talleres y en general en todos los centros del trabajo, y factores como el cansancio o agotamiento físico del obrero, la productividad, alumbrado, alcoholismo y las condiciones climáticas.

Es indudable que, en gran parte, los resultados de estas investigaciones, muy limitadas en tiempo y espacio, están muy expuestos a error y las únicas generalizaciones que legítimamente parece pueden establecerse son las relativas a la proporcionalidad de los accidentes en los diferentes periodos del curso solar, como el trabajo de día y el trabajo de noche.

Sin embargo los datos recogidos por el investigador como factores, están en perfecta y lógica concordancia con los hechos consecuentes y las verídicas conclusiones formuladas como provisionales en espera de mayor número de datos, dan base para elevar las hipótesis a verdades positivamente demostradas.

*La velocidad de producción es el factor esencial o fundamental como causa determinante de accidentes.*

*Un aumento en esta misma velocidad de un 10 por ciento produce un aumento de 50 a 100 por ciento en el número de accidentes.*

Además de estas aseveraciones categóricas resultantes de las investigaciones que glosamos, las estadísticas demuestran que al cambiar la producción en el periodo nocturno en el sentido de aumento respecto a la del día, cambia también el número de accidentes en el sentido de su minoración. De demostrarse las conclusiones del Dr. Vernon, la posición del asunto sería realmente importante. Hemos de notar, sin embargo, que la proporción de accidentes en los grandes talleres Ford, que han servido de base a estos y otros muchos estudios de esta naturaleza es, en cierto modo, anormalmente alta y dada la simpatía con que en ciertas esferas se tiene y mira el método de trabajo establecido en estos talleres, una relación tan alarmante entre el aumento de velocidad de producción y los accidentes de trabajo, difícilmente habría escapado a la observación de los numerosos críticos del sistema Ford.

Existen, además, dos grandes talleres que por su casi idéntica capacidad y naturaleza de producción han

sido también especial objeto de observación y estudio: cada uno de ellos emplea aproximadamente el mismo número de manos y ambos se dedican a tornear obuses de 9,2 pulgadas, pero en uno el trabajo se ejecuta por mujeres y en el otro por hombres. Pues bien, en el primero, la producción de estas pesadas piezas es casi doble que la del taller que podríamos llamar rival, en cuyo caso, si la observación del Dr. Vernon es exacta, la proporción de accidentes entre las mujeres debería ser extraordinariamente grave.

Como cuestión de hecho, existe por lo menos *a priori*, razón para creer que un efecto del aumento de velocidad de producción ha de ser la reducción de la proporción de accidentes. Así un ingeniero muy conocido aumentó la producción de un taller de obuses de un 50 a 100 por ciento disponiendo sencillamente que los cascos se entregaran a los operarios de los tornos a la altura de la mano en vez de hacerlo al nivel del piso. En otro caso, se consiguió un gran aumento de producción en la manufactura de cascos pesados, poniendo a los obreros *sobre la pieza*. Cada cuadrilla de trabajadores tenía una cierta serie de máquinas asignadas, según el número de cascos producidos. Como una consecuencia de este procedimiento los hombres adquirían el sentimiento y el estímulo de su trabajo y poniendo en él toda su atención y cuidado exigían de las máquinas su regular funcionamiento velando para que no se paralizaran por cualquier defecto intrínseco o extrínseco, reduciendo o eliminando el evento de su permanencia ociosa o por lo menos de perezosa labor.

El aumento de producción así obtenido era muy grande, pero no existe ninguna razón para creer que la proporción de accidentes consecuente de este acrecentamiento de velocidad es aun proporcionada a este aumento de producción, siendo solamente, cuando más de tres a cinco veces, como el Dr. Vernon presume estudiando sus datos.

Es naturalmente muy probable que el esfuerzo sea una causa de accidentes, pero no existe ninguna relación necesaria entre el esfuerzo y la productividad. El máximo de producción no se alcanza forzando la acción del hombre pero sí aplicando el pensamiento y el criterio a facilitar su trabajo.

En anteriores estudios el Dr. Vernon ha demostrado que la producción aumenta en algunos casos al reducir las horas de trabajo. El caso más notable es el de una mujer que rehusó por sí misma forzar su labor.

No obstante, durante un mes, que fué puesta a prueba esta mujer demostró una capacidad productora mucho mayor que la de cualquier otro empleado.

El Dr. Vernon afirma también que existe una relación entre la afición alcohólica y la proporción de accidentes. Esto es mucho más verdaderamente cierto pero no constituye una consecuencia directa de los datos aportados por sus investigaciones. Como una cuestión de hecho después de la restricción de la venta



de alcohol en 1917 en Inglaterra, la proporción de accidentes ha aumentado actualmente en este país y para presentar los hechos de acuerdo con la teoría ha fundado hipótesis sobre los posibles hábitos adquiridos por los obreros. En fin, en todo el conjunto del estudio, si el efecto aparente de los valores está en discordancia con los supuestos preferentes del investigador, algunas hipótesis tienen un fundamento perfectamente científico. Tyndall, discurría años hace ya, sobre las virtudes del empleo científico de la imaginación, pero difícilmente habría aprobado las tentativas del doctor Vernon para apropiarse el arte.

La falta de un hábito científico de observación está claramente demostrado en la afirmación del investigador de que «cuanto menos alcohol consume el obrero, tanto mejora la *calidad* y la cantidad de su trabajo». En cuanto respecto a la cantidad estamos de acuerdo con el Dr. Vernon y tenemos por exacta su afirmación. Trabajando muchas horas en faenas de desmontar, desarmar u obras de derribo se ha observado con

frecuencia que la distracción dura más que la no abstención, pero existe una distinta falta de evidencia que de abstinencia y está asociado comunmente el mayor grado de perfección en la calidad. La calidad no depende de la destreza manual, ni es una cuestión de paciencia, es sí una labor del gusto y de la inteligencia.

La investigación experimental llevada a cabo por el Instituto Carnegie en 1915, demostró que mientras las pequeñas dosis de alcohol «deprimen las más simples acciones reflejas, manifestándose con menos intensidad en las más complejas, en las operaciones que implican un trabajo mental el efecto es nulo o por lo menos se muestra muy desvanecido».

Estas contradictorias afirmaciones admiten evidentemente la necesidad de una observación rigurosa de los hechos antes de llegar a conclusiones demasiado definitivas revestidas del prestigio científico, en materias tan complejas y trascendentales para la economía de los pueblos.

A. M. C.

## La tracción automóvil sobre carreteras y terrenos agrestes

(Conclusión)

### PARTE II

**Tractores para cadena rastreadora.**—La invención de la rastra sin f.n. o medio mecánico que

demostrado la utilidad de estos vehículos para la tracción por todos estos terrenos.

Para facilitar a los tractores de cadena la marcha por terrenos blandos o pantanosos se ha reducido mu-

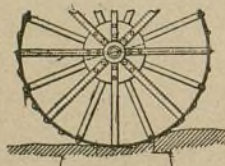


Fig. 24.—Rueda y cadena rastreadora, comparadas.

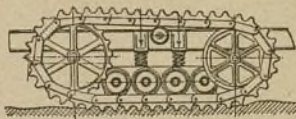


Fig. 25.—Cinturón de Boydell.

tiende su propio camino data de casi una centuria y media.

La primera mención de un proyecto semejante a los actualmente adoptados para variadas formas de tractores es debida a Richard Lovell Edgeworth (Febrero de 1770) por un camino de hierro portátil o camino artificial, aplicable a cualquier clase de vehículo. De hecho casi sin modificación se aplica hoy en día a la mayor parte de tractores de cadena rastreadora.

Este tipo de tractores debe su desarrollo a las dificultades que presentan los de ruedas en los malos caminos y en los terrenos agrestes y aun mucho mayores, sobre la nieve, el hielo, arena, arcilla y terrenos pantanosos o cenagosos, pues las condiciones de la tracción son entonces pésimas. La práctica ha

cho el peso muerto. En realidad cualquiera de estos vehículos puede marchar con seguridad sobre terreno pantanoso en que una persona se hundiría hasta la cintura. La presión que ejerce una persona cuando permanece calzada sobre el suelo, varía de modo considerable, (puede apreciarse entre unos 420 a 490 gramos por centímetro cuadrado). Algunos de los tractores de cadena construidos para terrenos blandos tienen un peso muerto menor de 2,80 gramos por centímetro cuadrado mientras otros destinados especialmente para la tracción por las nieves y dotados de bandas tractoras de anchos anormales ofrecen un peso muerto de solo 125 gramos por cm<sup>2</sup>. La diferencia entre los efectos de la carga sobre rueda y sobre cadena en terreno blando, se representan en la fig. 24.

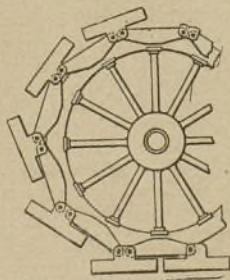


Fig. 26.—Cinturón para transporte pesado.



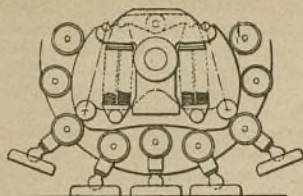


Fig. 27. — Forma primitiva, de Pedrail.

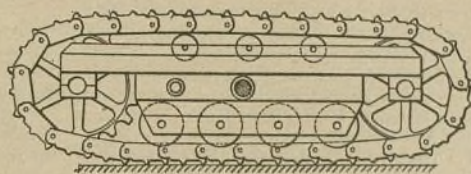


Fig. 28. — Grapa rastreadora conducida por cilindros de ejes fijos al bastidor del truck.

**Clasificación de los tractores de cadena rastreadora.**—Los diferentes sistemas de tractores pueden clasificarse como sigue:

a) Pies articulados por una rueda: en forma de cinturón como el tractor de Boydell, (fig. 25); cinturón ordinario (fig. 26); y el primitivo tractor de esta clase, debido a Pedrail (fig. 27).

b) Cadena rastreadora soportada por cilindros o rodillos con ejes fijos en relación con el bastidor del truck por el cual son conducidos. Son ejemplos de esta clase la oruga de Holt (fig. 30), la grapa rastreadora de Bullock (fig. 28) y otros.

c) Cadena rastreadora soportada por cadenas secundarias de rulos transportadores colocados como articulaciones o cadenas intermedias entre el truck y la cadena de rastra. Ejemplos de este tipo es el representado en la figura 29.

g) Rastra parcialmente montada sobre muelles; ejemplos: la oruga de Holt (fig. 30) y en toda su lon-

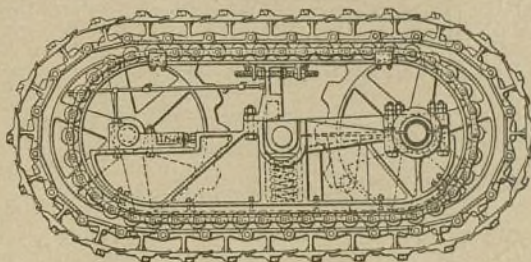


Fig. 29. — Cadena rastreadora con cadena secundaria de cilindros conductores.

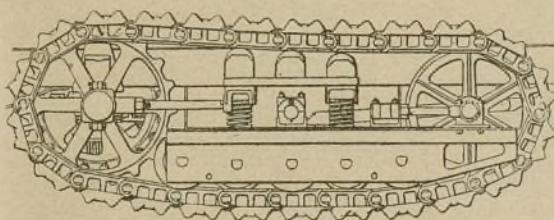


Fig. 30. — Oruga de Holt.

d) Cadena rastreadora soportada por hileras de bolas como el tractor de Juba.

Aparte del cinturón algunas veces adoptado, no existe en la actualidad ninguna aplicación representativa de los tractores de la clase a).

**Sistema de muelles empleados en los tractores de cadena.**—Cuatro distintos sistemas son los experimentados que se han adoptado en la práctica.

e) Pies de muelles. En este sistema los muelles están interpuestos entre el pie activo y los órganos conductores (fig. 27).

f) Rastra montada completamente sobre muelles; lo mismo que su propio eje.

gitud sobre cojinetes, como el tractor Clayton (figura 31).

h) Rastra de pivote de la que son ejemplos los tractores Best, Kilien-Strast y Juba.

Los sistemas de rastros de muelles están íntimamente asociados con los que se han adoptado para asegurar una distribución igual de carga sobre la cadena.

El sistema de apoyar el vehículo sobre muelles conducidos por el eje de la rastra, como la clase (f) requiere una cadena o una transmisión cardan conducida que permita la transmisión motriz cuando los muelles están cargados con desigualdad como al cruzar zanjas o fosos o marchando sobre terreno muy quebrado.

En algunos vehículos de la clase (g) la totalidad de la parte útil de la rastra es capaz de movimiento verti-

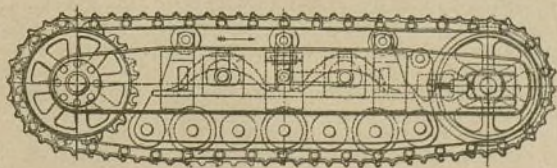


Fig. 31. — Cadena rastreadora montada totalmente sobre muelles y cojinetes Tractor Clayton.

cal como en el tractor Clayton (fig. 31) en el que una conexión articula el bastidor del truck con el de la rastra.



**Articulaciones entre el truck y la rastra.** — Los diversos sistemas adoptados para distribuir la carga del tractor sobre los elementos de la rastra, se pueden clasificar como sigue:

j) El armazón del truck y el de la rastra constituyen uno mismo. Esta disposición es la adoptada en la moderna forma del tractor Pedrail, en el Strait, Log-Hauler, Allis-Chalmers y otros.

k) Truck y rastra integrales. Esta forma de cons-

istema es el adoptado en el tipo de oruga representado en la figura 32 y facilita la distribución sobre superficies irregulares de la carga en la cadena rastreadora, para lo cual, esta rastra y el armazón del truck bajo la acción de los muelles, pueden por sí mismos adaptarse a todas las accidentaciones.

Cuando el armazón de la rastra pivota sobre el armazón principal, la longitud total de la superficie de apoyo de la cadena rastreadora es capaz de adaptarse por sí misma a grandes ondulaciones o irregularidades. Esta disposición es, por lo tanto, muy apropiada para la tracción por terreno ordinario, nieve, hielo, arena y limos. El armazón articulado del truck permite, por otra parte, una mejor distribución de la carga sobre los elementos de la cadena rastreadora al pasar por pequeñas irregularidades o accidentaciones como piedras y rocas, traviesas de ferrocarril, rieles, etc.

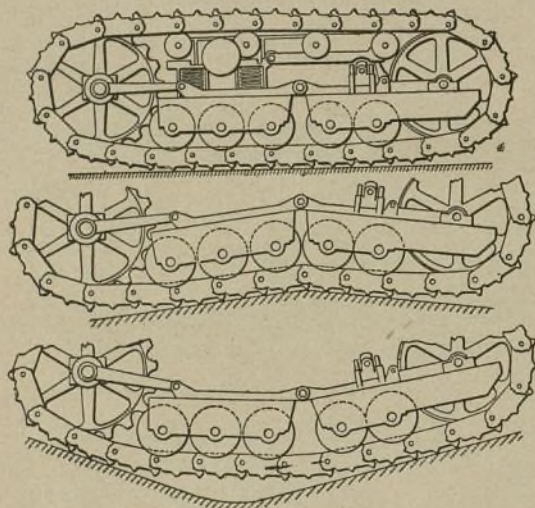


Fig. 32.—Armazón del truck, múltiple articulado.

trucción es muy parecida a la precedente estando representada por el tractor Tracklayer.

l) Armazón del truck de una pieza articulada por eslabones o guías con el de la rastra. Este es el procedimiento adoptado en el tractor Clayton (fig. 31).

m) Armazón del truck, múltiple, articulado y conectado por eslabones al armazón de la rastra. Este

**Maniobra de dirección.** — Los dispositivos adoptados para la maniobra de dirección de esta clase de tractores, varía considerablemente. En distintos modelos entre los que son ejemplos los tractores Centip y Creeping Grip, existen ruedas de gobierno del tipo Ackermann, ordinario; en otros la práctica ha impuesto el empleo de una sencilla rueda de dirección como en los tipos «Oruga» de Holt, de 18 y 45 H.P., Creeping Grip de 16 H.P. y F.C. Austin de 15 y 35 H.P. Los tractores son conducidos por completo por las dos rastras, efectuándose la dirección, soltando el embrague de la correspondiente a la parte interior de la curva que se ha de tomar y funcionando solo con la correspondiente a la parte exterior de la curva. En el tipo Burford-Cleveland, se aplica un freno por un lado y el otro se conduce aumentando la velocidad mediante una transmisión diferencial. En tractores, por ejemplo, el Juba, es posible hacer girar alrededor de su propio eje invirtiendo la dirección del movimiento de una de las cadenas rastreadoras.

## Marcha en monofase de un alternador trifásico

Los efectos desastrosos que resultan algunas veces de la marcha en monofase de un alternador trifásico han sido explicados por una autoridad en la materia en la forma siguiente;

Sin duda los efectos en cuestión se han observado en un alternador inductor giratorio, de polos resalantes de acero; el hierro del circuito de campo acusa en estas condiciones una elevación de temperatura exagerada.

Las razones de un fenómeno semejante son evidentes si se separan los flujos magnéticos de un alternador trifásico y los de un alternador de corriente alterna simple.

En un alternador polifásico, en efecto, la reacción

del inducido (o la fuerza magnetomotriz debida a la corriente) es de intensidad constante y fluye con una velocidad sincrónica en relación a la del inducido, es decir que es inmóvil en relación al inductor.

En un alternador monofásico, la reacción del inducido es pulsativo y su intensidad oscila entre 0 y  $n \sqrt{2}$  siendo  $n$  el número de espiras por polo e  $i$  la intensidad de corriente en amperios efectivos.

El flujo en las piezas polares, que es la resultante del campo constante de excitación y de la reacción del inducido pulsativo, equivale por consecuencia a un flujo pulsativo de una frecuencia doble de la máquina.

Por consecuencia el campo de un alternador de corriente alterna simple, será el asiento de pérdidas



por histéresis de valor doble (o correspondientes a una frecuencia doble de la de la máquina) si no se apela a métodos de una u otra naturaleza para reducir el valor.

Para satisfacer esta condición se emplean, en los alternadores de corriente alterna simple, inductores de núcleos formados por láminas o de circuitos pesados amortizadores dispuestos de manera que reduzcan el efecto pulsativo de la reacción de inducido.

Como la ausencia de tales medios de reducción hace inevitables las pérdidas excesivas debidas a la histéresis por consecuencia de la pulsación del flujo, se proveen las máquinas por construcción misma de uno o de otro de los medios indicados y aún de los

dos simultáneamente.

Si se emplea en monofase un alternador polifásico cuya construcción no presenta estos caracteres, es inevitable que la reacción del flujo pulsativo se manifieste por una elevación considerable de temperatura, lo cual será imposible remediar sin reconstruir la máquina.

Esto es lo que da lugar a que empleando en estas condiciones un alternador trifásico de construcción corriente, no se pueda contar con un funcionamiento satisfactorio a carga normal, no siendo ésta si no muy reducida que se la puede hacer así funcionar sin apelar a una modificación o reconstrucción del alternador.

S. ANDREU, Ingeniero.

## Método de hallar el peso de los cables y alambres rápidamente

Para saber el peso por braza de los cabos de cáñamo, tómese el cuadrado de la circunferencia o mena del cabo, multiplíquese por 0'24, y divídase por el número constante 2'2 y se tendrá el peso en kilogramos por braza. Ejemplo: un cabo de cáñamo de 8 pulgadas de circunferencia:

$$\frac{8 \times 8 \times 0.24}{2.2} = 4.98 \text{ kilogramos.}$$

Para los cabos de Manila o abaca, tómese igualmente el cuadrado de la circunferencia o mena del cabo, multiplíquese por 0'17 y divídase por la constante 2'2 y se tendrá el peso en kilogramos por braza. Ejemplo: un cabo de Manila o abaca de 8 pulgadas de circunferencia:

$$\frac{8 \times 8 \times 0.17}{2.2} = 4.94 \text{ kilogramos.}$$

Para los cabos de coco, tómese también el cuadrado de la circunferencia o mena de cabo, multiplíquese por 0,13 y divídase por la constante 2'2 y se tendrá el peso

en kilogramos por braza. Ejemplo: un cabo de coco de 8 pulgadas de circunferencia:

$$\frac{8 \times 8 \times 0.13}{2.2} = 3.78 \text{ kilogramos.}$$

Para los alambres de hierro tómese el cuadrado de la circunferencia o mena del alambre, multiplíquese por 0'87 y divídase por la constante 2'2 y se tendrá el peso en kilogramos por braza. Ejemplo: un alambre de 2 pulgadas de circunferencia:

$$\frac{2 \times 2 \times 0.87}{2.2} = 1.58 \text{ kilogramos.}$$

Para los alambres de acero, tómese el cuadrado de la circunferencia o mena del alambre, multiplíquese por 9'89 y divídase por la constante 2'2 y se tendrá el peso en kilogramos por braza. Ejemplo: un alambre de 2 pulgadas de circunferencia:

$$\frac{2 \times 2 \times 9.89}{2.2} = 1.81 \text{ kilogramos.}$$

## Método para determinar la dureza del acero

En el método de Brinell para probar la dureza del acero se somete una bola de este metal a una carga o presión hidráulica, siendo el número representativo de la dureza el cociente de la carga aplicada en kilogramos, dividida por la superficie esférica de la impresión producida por la bola. Para llegar a valores numéricos, se mide bien la amplitud o el diámetro de la impresión o huella; es preferible esta última medición.

En la práctica de los laboratorios, ordinariamente se carga con 3.000 kgs. una bola de acero de 10 mm. de diámetro, haciendo la medición al cabo de 5 minutos. La práctica varía, sin embargo. Este ensayo es muy apreciado en la fabricación de municiones; pero en un ensayo que se haya de repetir cientos de veces en un día, 5 minutos representan demasiada pérdida de tiempo, en circunstancias excepcionales como las actuales de la guerra, no admitiéndose en Francia para esta cla-

se de pruebas, en las fábricas de municiones, más de 10 segundos, con una incorrección o error de medidas de un 8 por ciento. El graduado aumento de la impresión sobre un material duro dependerá de la rapidez con que se verifique la puesta en carga o compresión de la bola objeto de ensayo. Por lo tanto, variando esta proporción de carga, las cifras o valores de Brinell estarán sujetas a una fluctuación. Mr. Guillery ha publicado recientemente los siguientes valores en relación con la influencia del grado de la carga aplicada. Las columnas indican:

- A, el grado o proporción de carga aplicada, en kilogramos por segundo;
- D, diámetro de la impresión en milímetros;
- B. H., número de Brinell que representa la dureza;
- R. S. resistencia a la tensión en kilogramos por milímetro cuadrado.



Las columnas intermedias indican los errores y la última columna da el tanto por ciento de error.

I, columna horizontal relativa a los ensayos con acero dulce.

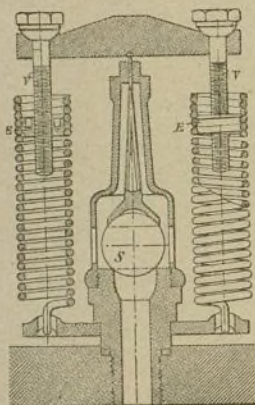
II, columna horizontal relativa a los ensayos con acero semi-duro.

A.	D.		D. B.		R. T.		Por 100
0	4.74	0	150	0	55.6	0	0
12.5	4.72	0.02	161	2	56.3	0.7	1.2
25	4.70	0.04	163	4	57.0	1.4	2.4
1500	4.60	0.13	171	8	59.8	4.2	7.1

0	4.094	0	212.5	0	74.3	0	0
12.5	4.074	0.020	217	4.5	76.0	1.7	2.2
25	4.059	0.35	221.5	9	77.7	3.3	4.3
1500	3.975	0.118	227	14.5	79.4	5.4	7

Mr. Guillery elimina estos errores por un sencillo medio mecánico que se basa en las consideraciones



siguientes: Si la presión se descarga inmediatamente después de alcanzar el valor máximo de 300 kgs., el diámetro medido será demasiado pequeño conforme a la cantidad diferencial  $dD$ ; si, por otra parte, la carga aumenta hasta 3000 +  $dP$  el diámetro será demasiado grande. Por el incremento  $dP$ , el error resultante de la duración insuficiente del efecto compresor, puede ser compensado por la igualación de las dos relaciones:

$$\frac{dP}{3000} = 2 \frac{dD}{D}$$

En el caso en que la carga se aplique en proporción de 1.500 kgs. por segundo (cuarta línea de la columna horizontal I),  $dD$  es 0,14, y por lo tanto:

$$dP = 3.000 \times 2 \times \frac{0,14}{4,74} = 177 \text{ kgs.}$$

Para efectuar esta compensación, esto es, para regular la presión máxima, automáticamente, en concordancia con la proporción de carga, así como para poder obtener resultados exactos en una rápida proporción, Mr. Guillery ha ideado el aparato que se reproduce en sección vertical en la figura anexa.

Mediante este mecanismo, la presión se aplica por medio de un pistón hidráulico, cuya acción se limita con la válvula de bola S. Los muelles espirales son opuestos al levantamiento de la válvula S, la cual puede ajustarse de dos maneras: primero, mediante los tornillos V y en segundo lugar por medio de las tuercas E que en las circunferencias exteriores o periferias están entalladas para servir de asiento a las espiras del muelle. La tensión se modifica ajustando el tornillo V y la posición de la tuerca E que girando hacia arriba o hacia abajo se coloca y ajusta a la altura del muelle espiral que convenga. El operador determina las impresiones que, en el caso de un acero dado, son normales a dos proporciones de carga, variando éstas en la razón de 1 a 30; el aparato se ajusta entonces, también para una proporción de carga intermedia, entre los límites adoptados. Así ya no tiene importancia el que la carga se aplique como en la práctica ordinaria, poco más o menos rápidamente. Los valores siguientes demuestran la exactitud que se ha logrado con la ayuda de este aparato. La línea superior indica la proporción de carga aplicada, en kilogramos por segundo; la inferior el diámetro correspondiente de la impresión producida, en milímetros.

100	200	300	600	1,000	1,500	3,000 kg.
4.38	4.37	4.40	4.39	4.40	4.39	4,39 mm.

La concordancia resulta satisfactoria. En rigor, se deberá hacer un nuevo ajuste para cada clase de metal. Sin embargo se ha hallado que es suficiente el mismo ajuste para los aceros ordinarios y especiales que hayan sido sometidos al mismo tratamiento térmico. Guillery da los siguientes valores de diámetros, en apoyo de esta razón.

La primera línea indica la proporción de carga aplicada en kilogramos por segundo; la última columna es el resultado tipo de la prueba de Brinell.

	12.5	100	600	3,000	Standard
Acero dulce.	5.67	5.66	5.67	5.68	5.66
Acero semi-duro.	4.40	4.36	4.36	4.36	4.36
Acero cromo-níquel	3.63	3.60	3.59	3.62	3.58
El mismo recalentado.	2.61	2.62	2.62	2.63	2.60

Mr. Guillery confirma que el aparato ha funcionado durante varios meses en perfectas condiciones. Con muestras de forma semejante, se han verificado con toda facilidad 600 pruebas por hora, empleando 8 de los 10 segundos de cada ensayo para las manipulaciones y 2 segundos para la puesta bajo presión.

A. MENENDEZ CABALLERO, Ingeniero.



## Distribuidores de vapor cilíndricos y planos de doble orificio para locomotoras

Los talleres Baldwin han aplicado estos distribuidores de doble orificio especialmente a los cilindros de

buidor están calzadas en la envoltura y escariados en seguida a su diámetro exacto.

El émbolo se compone de un cuerpo hueco terminado por cada extremo por un sombrerete y se mantiene en la varilla del distribuidor que tiene un cuello en un extremo y en el otro una rosca: el orificio cilíndrico de la mitad superior se prolonga de un extremo al otro del pistón: éste lleva en cada extremo tres pares de segmentos en forma de Z cuya rotación se impide por medio de una clavija o taco de 9,5 mm. de diámetro; todas estas clavijas se encuentran sobre la generatriz inferior; los anillos intermediarios entre los segmentos se mantienen en su lugar por los sombreretes y su rotación se impide por una clavija sujeta entre ellos y el cuerpo del distribuidor; asimismo se impide la rotación de los sombreretes mediante dos clavijas ajustadas contra la varilla del distribuidor.

Los segmentos son desde luego torneados de un diámetro de 305 mm. + 1,6 mm., después entallados con un juego de 4,7 mm. aproximados y en fin, torneados exactamente al diámetro de 305 mm.

Aunque todas las piezas que componen este distribuidor se pueden construir con facilidad al torno, son muy numerosas en cambio y para remediar este inconveniente los talleres Baldwin han imaginado el tipo de distribuidor plano equilibrado que se representa en las figuras 4 y 5, en el cual los orificios extremos y el orificio central se comunican entre sí y con el escape, mientras que los orificios intermedios comunican por

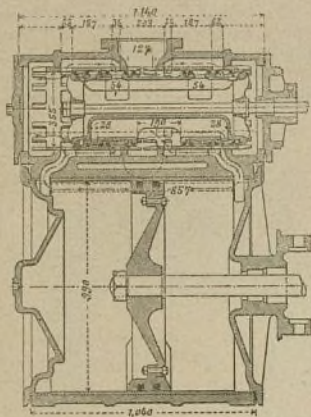


Fig. 1.— Distribuidor cilíndrico de doble orificio para cilindro de baja presión de 990 mm. de diámetro.

baja presión de las potentes máquinas Mallet americanas. La figura 1 representa un distribuidor cilíndrico

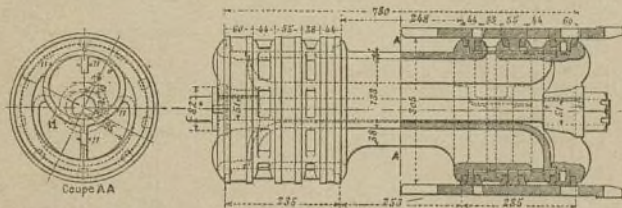


Fig. 2 y 3.— Detalles del distribuidor cilíndrico de doble orificio.

para cilindros de 990 mm. de diámetro. Como puede observarse el cilindro motor está guarnecido de una camisa interior; el émbolo está formado de un disco calzado en la varilla y de un anillo unido con pernos al disco; el anillo que lleva los segmentos tiene un espesor reforzado por debajo de manera que disminuye la presión por unidad de superficie, y por consiguiente el desgaste y evita el empleo de las contravarillas.

El distribuidor (figs. 2 y 3) es un pistón hueco dispuesto de manera que permite el paso del vapor de escape que procede del segundo orificio. La admisión se efectúa por las aristas exteriores, al contrario de lo que es habitual en la práctica. Las camisas del distri-

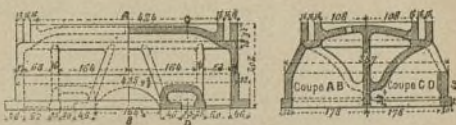


Fig. 4 y 5.— Distribuidor plano equilibrado de doble orificio.

el orificio de equilibramiento con el vapor vivo que envuelve el casco de la caja del distribuidor.

E. LOZANO, Ingeniero.



## Engrasador automático Kling-Pribil, para locomotoras

Uno de los problemas más interesantes que se presentan en las máquinas es el problema de engrase. Las soluciones adoptadas son variadas y los ingenieros no

produce una variación de carga que influye desfavorablemente en su gasto.

Todos estos inconvenientes son evitados con el empleo del engrasador que describimos a continuación.

El sistema Kling-Pribil consiste, como puede verse en las figuras, en interponer una pequeña esfera bien pulimentada entre el depósito del lubricante y el canal de engrase. Durante la marcha de la locomotora, la esfera se separa de su asiento y el lubricante desciende

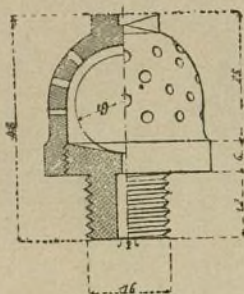


Fig. 1. — Tamaño natural del engrasador Kling-Pribil.

están conformes en todas las soluciones encontradas. Unos prefieren engrasadores que sean abiertos al principio de la jornada por el personal que conduce las máquinas, y vigilados durante el trabajo regulando su gasto según las necesidades del consumo; otros prefieren un engrase automático y que no haya de vigilarse

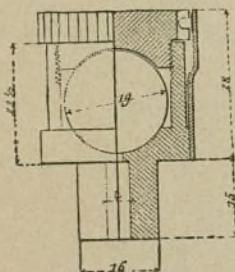


Fig. 2. — Tamaño natural del engrasador para excéntricos, cabezas de biela, etc.

cuando al engrasador se le ha regulado su gasto al estrictamente necesario. Esta solución, que cuenta con muchos partidarios, no es siempre fácil de realizar por la diferente fluidez de los lubricantes en tiempos diferentes del trabajo y por el desgaste o cambios que necesariamente se producen en los órganos que constituyen el engrasador.

El personal de la tracción sabe por experiencia lo difícil que es regular el gasto de lubricante y por lo tanto la dificultad en la obtención de primas sobre todo cuando los engrasadores funcionan con mechas; la capilaridad de éstas disminuye poco a poco y compromete la regularidad del engrase tan necesaria en la tracción de los trenes, y sobre todo en los trenes expresos por su velocidad de marcha y por sus pocas paradas. Otras veces la altura del lubricante en su depósito

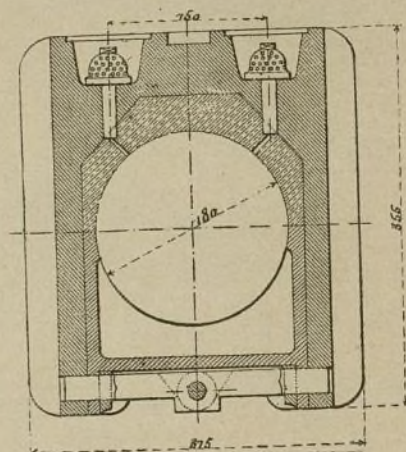


Fig. 3. — Aplicación del engrasador a una caja de grasa  
Escala 1:5

por el canal de engrase obedeciendo a la gravedad al punto de utilización.

Este es el principio del aparato; pero su acción es

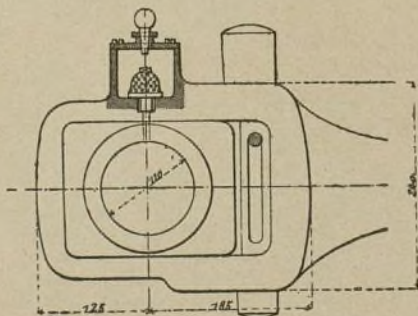
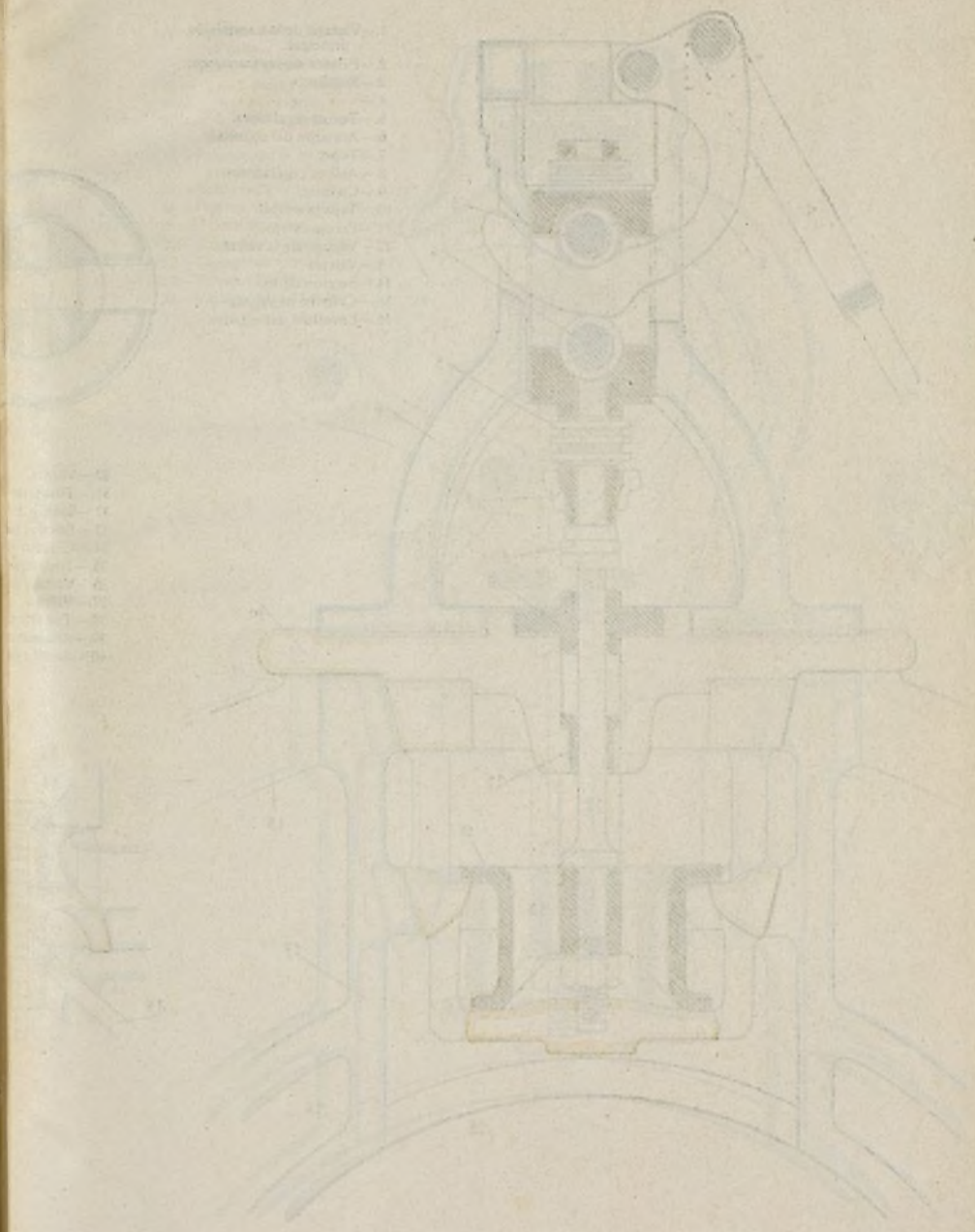


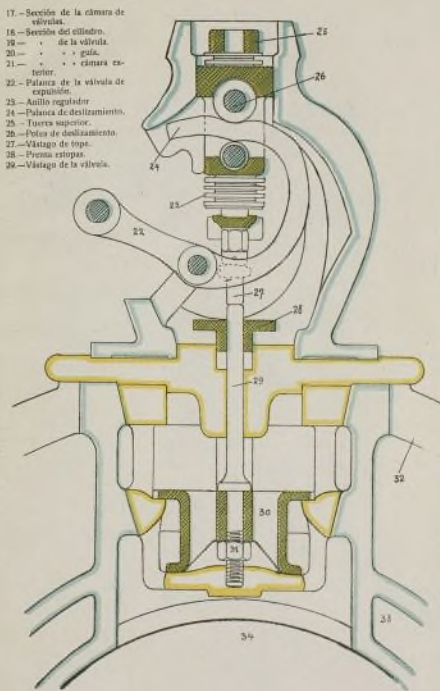
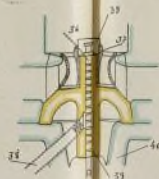
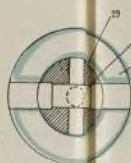
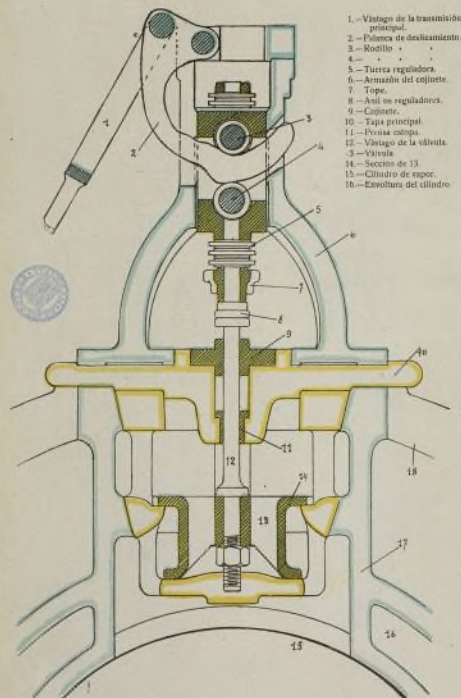
Fig. 4. — Aplicación del engrasador a una cabeza de biela  
Escala 1:5

más compleja y singular pues en la mayoría de los casos no es suficiente la separación de la esfera de su asiento para que descienda el lubricante. Casi siem-

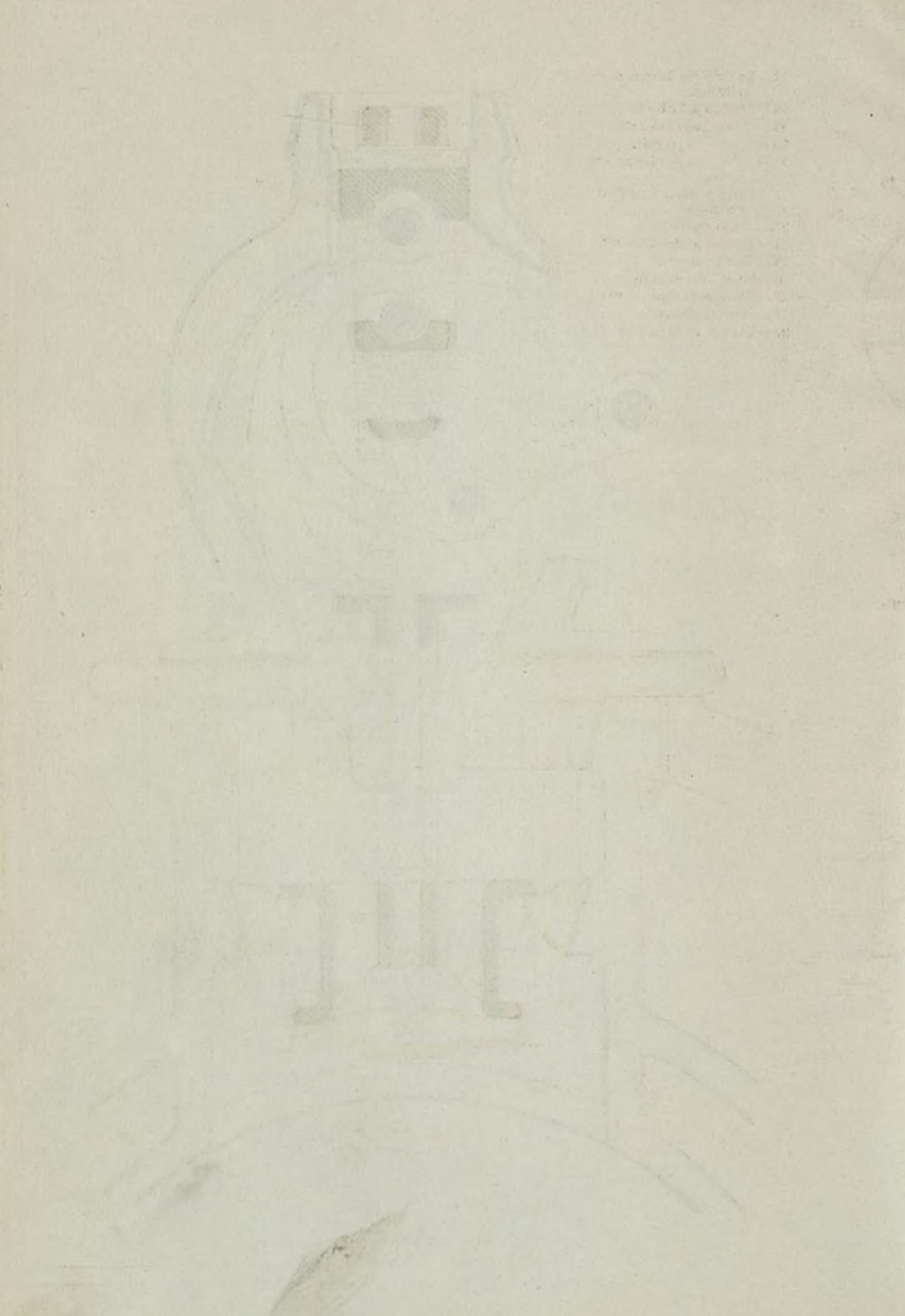












pre ha  
sar y  
se con  
En  
fiada  
impele  
cante  
Es  
causa  
valor  
Me  
visto  
el dep  
pende  
propon  
De  
veloci  
dado,  
do la  
asient  
suprim  
un seg  
los órg  
somet  
las pi  
corred  
por un  
plazan  
metro  
con to  
espes  
esto e  
motor  
varian  
las ma  
pende  
por lo  
ciales  
Kling

No  
emple  
la cua  
El  
verifi  
en un  
El  
medic  
por e  
ción  
La  
jada e



pre hay que impulsar éste hacia las superficies a engrasar y esto es lo notable del engrasador, pues la esfera se comporta como si fuera un pistón compresor.

En efecto: a cada vibración, la esfera que está bañada de lubricante, gira un poco sobre sí misma e impele al canal de engrase la pequeña capa de lubricante correspondiente a la parte desplazada.

Este caso curioso, repitiéndose continuamente, es causa de que la impulsión del lubricante alcance un valor elevado.

Medida la altura de impulsión así obtenida se le ha visto alcanzar 8 cm. sobre el nivel del lubricante en el depósito. Es un hecho muy significativo y que depende del estado de pulimento del engrasador y de las proporciones de sus órganos.

De la naturaleza de las superficies a engrasar, de su velocidad y del número de vibraciones en un tiempo dado, dependen las dimensiones del engrasador. Estando la locomotora parada la esfera descansa sobre su asiento y cierra el canal de engrase, con lo cual queda suprimido el gasto del lubricante. El engrasador de un seguro funcionamiento permite su instalación sobre los órganos de engrase de todos los cojinetes, aun los sometidos a vibraciones imperceptibles al tacto. Para las piezas en movimiento, como bielas, excéntricos, correderas, etc., el gasto del lubricante se regula por un tapón roscado el cual permite limitar los desplazamientos de la esfera hasta un veinte avo de milímetro. El engrasador descrito da excelentes resultados con toda clase de lubricantes. Lo mismo lubricantes espesos como fluidos son impulsados por la esfera, y esto es muy importante para los órganos de las locomotoras expuestos a la intemperie; con él no hay que variar por medio de mezclas (como hace el personal de las máquinas) la fluidez de los lubricantes, la cual depende en su estado normal de las estaciones del año y por lo tanto de la temperatura ambiente. Ensayos oficiales hechos en concurrencia entre el engrasador Kling-Pribil y otros sistemas han dado la superioridad

al descrito y cuyos resultados reproducimos a continuación:

*Término medio del consumo kilométrico obtenido para 1000 km. en la Compañía de ferrocarriles del Mediodía (Francia).*

	Cajas de ejes	Excéntricos
Máquina con engrasadores Kling-Pribil	1,7 gr.	0,2 gr.
ordinarios	3,6 »	0,6 »

*Resultados obtenidos en los caminos de hierro del Estado Austriaco*

Año 1912	Locomotora 5690 y tender 3156 con engrasador Kling-Pribil			Todas las otras locomotoras con tender de la misma serie con engrasadores de mechas.		
	Km. recorridos	Acetate consumido	Consumo por 100 km.	Km. recorridos	Acetate consumido	Consumo por 100 km.
Mayo. . . . .	3,327	25	0,700	38,065	470,5	1,230
Junio. . . . .	3,219	21	0,660	32,259	429	1,300
Julio. . . . .	3,529	23	0,660	24,745	393,5	1,590
Agosto. . . . .	3,550	24	0,700	25,870	385	1,500
	13,655	93	0,650	120,939	1,678	5,620

El gasto con el engrase ordinario es por término medio 1,405 gr. por 100 k.  
El gasto con el engrase Kling-Pribil es por término medio 650 » » 100 »  
La economía obtenida con el Kling-Pribil es de un . . . 54 por 100

Dada la escasez de lubricantes y su elevado precio, sería conveniente que las direcciones de los ferrocarriles españoles, siempre celosas de la mejora de su material de tracción, adoptaran el engrasador descrito o ensayaran su aplicación (cosa que ignoramos se haya hecho) con lo cual se obtendría una no despreciable economía, no solamente en engrase, si que también la economía representada por la supresión de averías por calentamientos debidos a fuerza mayor, y nunca originados por descuido del personal de tracción consciente de su dignidad profesional, como algunos pretenden.

FRANCISCO LACOMBA GARCÍA.

Perito Agregado al M. y T. de los ferrocarriles de M. Z. A.

## Construcción de las válvulas sistema Sulzer

(VÉASE EL PLANO DE LA LÁMINA CENTRAL)

Nuestra lámina central se refiere a la construcción empleada para las válvulas del sistema «Sulzer», por la cual se han interesado varios de nuestros lectores.

El abrir o cerrar la válvula de entrada del vapor se verifica por medio de palancas curvadas que se apoyan en un punto o eje de giro de las mismas.

El accionamiento de estas palancas se verifica por medio de unos vástagos que reciben su fuerza motriz por excéntricas adecuadas sujetas al eje de distribución de la máquina de que se trate.

La admisión se verifica por la válvula primera dibujada en la lámina y la expulsión por la segunda.

Las curvas que forman el perfil de las palancas (2 y 24) sobre las que se deslizan las poleas indicadas en la lámina, proporcionan una abertura rápida de la válvula y un cierre también rápido pero sin golpe en la misma.

En esta construcción puede adaptarse una gran velocidad en la máquina siendo ésta la principal ventaja del dispositivo «Sulzer».

Como quiera que el funcionamiento de este dispositivo es sobradamente conocido y solo se trataba de dar a conocer la construcción interna del sistema, creemos concluida nuestra misión.

SANTIAGO LÓPEZ TAPIAS, Ingeniero.



## Métodos modernos de aplicación práctica a la industria en general

### Procedimiento para la regeneración de las sustancias, cambiando su base

Este nuevo procedimiento de regeneración de las sustancias se funda en el cambio de su base, tales como, por ejemplo, las zeolitas naturales y artificiales, los metalatos-silicatos, los silicio-aluminatos, los aluminatos-silicatos, los aluminos-silicatos, los silicatos-hidrosos y todas las demás combinaciones químicas análogas, algunas veces consideradas como elementos coloides o en estado coloidal; a esta clase de compuestos que tienen la propiedad de cambiar su base, pertenece el aluminato-silicato de sodio. Estas sustancias se han utilizado en cierta medida, en las artes, en particular en el procedimiento de suavización del agua y en los análogos en que es necesario un cambio de bases para realizar las reacciones deseadas.

Para mayor comodidad, cuando en lo sucesivo hablemos de dichas sustancias, emplearemos la palabra «sustancias que cambian su base».

En la descripción del procedimiento nos referiremos especialmente a las sustancias que cambian su base de sodio, una zeolita artificial o un metalato-silicato con una base de sodio. Se comprenderá que se pueden utilizar sustancias que cambian su base conteniendo bases diferentes o mezclas de diferentes bases; en este caso, solo es necesario en este procedimiento emplear una base o bases correspondientes, en los reactivos empleados en el curso del procedimiento de regeneración.

Para suavizar el agua por dicho procedimiento mostraremos las aplicaciones de estas sustancias en las que se ha reconocido que se produce un cambio de bases y que las sustancias que producen la dureza tales como las sales de calcio o de magnesio, cambian sus bases con el sodio en las sustancias que operan esta transformación o bien son sustituidas por las sustancias que cambian su base, y por consiguiente transforman el agua dura en agua dulce.

Después que se ha tratado una cantidad considerable de agua, la propiedad de cambiar las bases o de absorber los constituyentes que producen la dureza del agua, disminuye las sustancias que cambian su base, siendo finalmente necesario regenerarlas.

Esta regeneración, habitualmente, se ha realizado tratando la sustancia que cambia su base, consumida, por soluciones de ciertas sales, por ejemplo, el cloruro de sodio si se ha de regenerar una sustancia que cambia su base a base de sodio. Se cree desde luego que este tratamiento produce una regeneración completa, o cambia en retroceso, de las bases y que la sustancia que cambia su base, así tratada, recobra su fuerza primitiva.

Cuando el procedimiento se ha puesto en práctica industrialmente, en escala un poco extensa, se ha reconocido que la regeneración no ha sido completa, pues, de un cierto número de regeneraciones, la sustancia que cambia su base pierde gradualmente su fuerza y finalmente se vuelve inservible para extraer del agua los constituyentes que producen la dureza. Este hecho

se opone al desarrollo del empleo de una sustancia que cambia su base, en las instalaciones industriales, pues se ha reconocido necesario renovar con frecuencia esta sustancia.

En la práctica de este procedimiento se ha reconocido que introduciendo una nueva operación en el procedimiento de regeneración o de revivificación, la sustancia que cambia su base puede mantenerse indefinidamente bajo la forma por la cual presenta su fuerza normal.

También se ha reconocido que la sustancia que cambia su base que se ha regenerado tratándola por una solución salina y que eventualmente ha perdido su fuerza, puede ser prácticamente restablecida en su fuerza original sometiéndola a la nueva operación del procedimiento.

Se trata desde luego la sustancia que cambia su base consumida por una solución de una sal de igual base o iguales bases que esta última. La sustancia que cambia su base se lava completamente y en seguida se completa el procedimiento de regeneración tratando la sustancia que cambia su base por una solución acuosa de un hidróxido de la base o de las bases correspondientes. Gracias a esta operación se ha reconocido que la sustancia que cambia su base no pierde su propiedad y que conserva su fuerza durante un tiempo mucho más largo. Cuando se trata la sustancia que cambia su base consumida que se ha tratado ya por la solución salina a fin de regenerarla, se trata simplemente esta sustancia consumida por una solución acuosa de un hidróxido de igual base o de las mismas bases correspondiente a la base o a las bases que cambian su base (es decir que, con una sustancia a base de sodio, se utiliza un hidróxido de sodio).

*Ejemplo:* El agua dura se pasa desde luego a través de un filtro que contenga la sustancia que cambia su base, sea a base de sodio (o bien se puede conducir sin contacto íntimo con esta sustancia) continuándose este tratamiento hasta que la sustancia que cambia su base se vuelve inactiva en cierta medida o bien hasta que no cambia o no absorba más las bases en cantidad suficiente para reducir el agua dura al grado máximo de dureza necesaria (por ejemplo 0°). La sustancia que cambia su base inactiva se trata entonces por una solución al 7 por 100 de cloruro de sodio. Este tratamiento se continúa hasta que la sustancia que cambia su base inactiva se ha regenerado en la proporción posible debido al empleo de la solución de cloruro de sodio. La sustancia que cambia su base se lava entonces completamente hasta que el agua de este lavado aparezca prácticamente exenta de cloruro. El procedimiento de regeneración de la sustancia que cambia su base se completa en seguida tratándola por una solución de 1 por 100 de hidróxido de sodio. Este tratamiento se continúa hasta que la sustancia que cambia su base no retiene más sodio. Finalmente esta sustancia se puede lavar, si se desea, para extraer



todo el hidróxido de sodio libre. La importancia de esta operación final de lavado depende del procedimiento al cual es aplicado el residuo del tratamiento de la sustancia. Esta última está de nuevo pronta a cambiar las bases y a extraer del agua los constituyentes que producen la dureza.

Se comprende que la fuerza o concentración de las soluciones puede modificarse entre límites extensos, habiéndose, en efecto, utilizado soluciones de cloruro de sodio cuya fuerza alcanzaba al 40 por 100 y se han empleado soluciones de hidróxido de sodio cuyas fuerzas variaron de  $\frac{1}{4}$  por 100 a 45 por 100. En el ejemplo que hemos dado, se comprende que las fuerzas de las soluciones se han dado sencillamente a título explicativo. Son sin embargo las que en la práctica se han reconocido como más ventajosas.

Por lo dicho, fácil es deducir que en este procedimiento de regeneración, pueden sustituir al cloruro de sodio otras sales de la misma base. También fácil es comprender que cuando se hace uso de una sustancia que cambia su base teniendo una base distinta del sodio, la sal que contenga la base correspondiente debe utilizarse en la segunda operación del procedimiento. Si se emplea una sustancia que cambia su base, a base de potasio, por ejemplo, se puede utilizar una solución de cloruro de potasio para la primera operación de regeneración y una solución de hidróxido de

potasio se utilizará en la segunda operación. Todas las demás sustituciones análogas, se ofrecerán naturalmente a un químico experto en el arte.

La experiencia ha mostrado que se puede emplear una sustancia que cambie su base presentando una combinación de diferentes bases. El reactivo que se ha de emplear debe corresponder a una o a muchas de estas bases comprendiendo igualmente este caso el procedimiento que describimos.

Los términos y las frases empleadas en esta descripción son a título explicativo y no a título limitativo. Este procedimiento tiene pues por objeto la regeneración de las sustancias susceptibles de cambiar su base, que se han consumido cambiando su base contra otras bases y que han perdido así su propiedad de cambiar su base, y consiste en las operaciones siguientes:

Tratar desde luego la sustancia que cambia su base por una solución acuosa de una sal de una base correspondiente a la base original o a las bases originales de la sustancia, lavar entonces, completamente la sustancia resultante para librarla de los cloruros solubles; tratarla en seguida por una solución acuosa de un hidróxido de la misma base o de las mismas bases que ella, o las bases originales de la sustancia que cambia su base, a fin de completar la regeneración para extraer el exceso de hidróxido.

### Procedimiento para la preparación de compuestos cianógenos

El nuevo procedimiento que vamos a exponer tiene por objeto la producción de compuestos alcalinos del cianógeno. En él se utiliza como primera materia alcalina, silicatos alcalinos, nativos o artificiales, que se caldean con carbón o con cualquier otro agente reductor, en un horno eléctrico, exponiéndolos por lo tanto a la acción del ázoe. La temperatura de reacción se mantiene en el horno en un punto tan elevado que los compuestos cianógenos formados en el curso del procedimiento pueden sacarse bajo la forma de vapor o de humo con el óxido de carbono y otros gases formados en el procedimiento, mientras se hace fluir en estado líquido, de la manera usual, la escoria formada.

Se ha probado ya producir compuestos cianógenos en un horno a cuba empleando, como materia primera, un silicato alcalino; pero esto no ha dado un buen resultado. El calor necesario para poner en marcha la operación conforme a este procedimiento, siendo engendrado por combustión, precisa la insuflación de aire lo cual es desventajoso para la formación de compuestos cianógenos, en el sentido que el ácido carbónico ( $\text{CO}_2$ ) que entonces se forma tiene por efecto descomponer una parte del producto, sin contar que la cantidad relativamente grande de gas que así se forma hace difícil condensar y recoger los productos cianógenos formados. Poniendo el procedimiento en práctica en un horno eléctrico, se evitan los inconvenientes en cuestión y se consiguen grandes ventajas sobre el procedimiento empleado hasta el presente; este método que exponemos constituye un señalado progreso desde el punto de vista técnico sobre los procedimientos del mismo género.

Por la utilización de un horno eléctrico en este

procedimiento es igualmente posible regular, sin ninguna dificultad, la temperatura al objeto de que los compuestos cianógenos formados puedan, como se ha dicho, extraerse del horno bajo la forma de vapor, o de humo al mismo tiempo que otros gases formados en el curso del procedimiento mientras se opera la colada de la escoria de la manera acostumbrada.

La adición de cal o de un compuesto que contenga  $\text{CaO}$ , hace más fácil la separación del álcali del silicato. Como la escoria que así se obtiene contiene óxido de calcio, se puede utilizar para la fabricación de cemento.

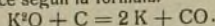
Como silicatos alcalinos convenientes que se pueden utilizar para poner en práctica el procedimiento, se pueden, a título de ejemplo, mencionar diversos géneros de feldespatos y de mica así como ciertas clases de rocas o productos debidos a la acción del tiempo, que contienen estos minerales; pero también se pueden emplear con más o menos ventajas, toda clase de minerales o rocas o productos artificiales que contengan silicatos alcalinos. Una materia que en ciertas circunstancias es muy adecuada a este empleo, es la ampelita aluminosa que se encuentra en abundancia en la naturaleza. Como esta materia contiene con mucha frecuencia una cantidad considerable de carbono, la cantidad de carbón que además se deberá añadir a la carga, puede, por el empleo de esta materia, reducirse bastante lo cual constituye una economía. Los hidrocarburos y los productos del mismo género contenidos en la ampelita aluminosa, pueden recogerse, si se cree procedente, o utilizarse en el curso del procedimiento.

Para hacer éste más fácil de comprender, he aquí a título de ejemplo, como se puede producir un cianuro



alcalino (cianido) utilizando como materia primera el feldespato. Para mayor simplicidad, se supondrá aquí que la primera materia consiste en feldespato potásico puro (ortosa)  $K_2O$ ,  $Al_2O_3$ ,  $CSiO_2$ .

Se reduce el feldespato a fragmentos de tamaño conveniente y se mezcla con carbón y con bastante cal para obtener una escoria que funde con rapidez; después se carga la mezcla en un horno eléctrico y se calienta a una temperatura conveniente por medio de la corriente eléctrica. Una parte más o menos grande del álcali se reduce según la fórmula:



El metal reducido se combina con el carbono y el ázoe para formar el cianuro de potasio,  $CAzK$ , que al mismo tiempo que otros gases formados durante la operación bajo la forma de vapor o de humo, se escapan del horno y se recogen. La alúmina y el ácido silícico contenido en el feldespato forman, con la cal mezclada a la carga, una escoria que se cuela de la manera corriente.

No será necesario decir que la práctica del procedimiento en una escala industrial, no seguirá un proceso exactamente igual. La materia primera que se emplea contiene siempre, por decirlo así, más o menos

impurezas que tienen su influencia sobre el procedimiento; el compuesto cianógeno no siempre se obtiene bajo la forma de cianuro; se puede igualmente formar otros compuestos cianógenos, por ejemplo, cianatos.

El procedimiento comprende:

1.º La preparación de compuestos cianógenos consistente en cargar un silicato alcalino (nativo o artificial) con otras materias necesarias para poner en práctica el procedimiento, como el carbón y otros agentes reductores así como la cal u otros productos que contengan  $CaO$ , echándolos en un horno eléctrico, exponiéndolos a la acción del ázoe, calentándolo todo a una temperatura tal que se formen los compuestos cianógenos que emanan del horno con los productos gaseosos y recogiendo los mientras se cuela la escoria en estado fluido.

2.º a) En la utilización como primera materia alcalina de la ampelita aluminosa con el objeto de utilizar o recoger eventualmente los hidrocarburos y otras sustancias del mismo género contenidas en la ampelita en cuestión.

b) En la adición a la carga de una cantidad de cal tal que la escoria formada es adecuada para la fabricación de cemento.

## Los progresos de la metalurgia: EL MONAL

Este nuevo cuerpo químico es una aleación natural, tanto en su estado nativo como refinado. Presenta el aspecto del níquel y se compone de un 67 por 100 de níquel, un 27 por 100 de cobre y un 6 por 100 de manganeso y hierro. La resistencia a la tensión del metal fundido es de 4,800 kilogramos por centímetro cuadrado, llegando a unos 7,000 kilogramos si ha sido estirado.

Puede ser soldado eléctricamente, forjado y trabajado; su empleo es muy conveniente para toberas de turbinas, propulsores y otras piezas metálicas que deban permanecer sumergidas en aguas del mar, en contacto con vapor a la alta temperatura, etc.

Según algunos metalógrafos, el tanto por ciento de cobre sobrepasa en la proporción que indicamos, llegando al 30; pero su composición exacta es cuestión secundaria, puesto que la índole de la aleación, tal como se encuentra en la naturaleza, cumple su objeto y sus aplicaciones.

Se obtiene el monal de un mineral de níquel que se explota en gran escala en Ontario. Durante los procedimientos de fusión y purificación el níquel y el cobre conservan sus proporciones relativas. El mineral se llama *pirrotita*, es un sulfato de cobre, níquel y hierro y se encuentra mezclado íntimamente con rocas graníticas, formando una masa aglomerada. Para fundirlo se emplean los altos hornos, y los convertidores Bessemer. Los procedimientos de purificación para su aplicación industrial presentaban grandes dificultades que solo recientemente han sido resueltas pues hasta hace cuatro años, y después de numerosos y largos experimentos, no fué posible presentar al mercado este moderno metal.

No cabe duda que industrialmente es un importante producto; su hermoso color (blanco de plata) permite distinguirlo con facilidad del níquel puro y adquiere un

brillante bruñido que conserva indefinidamente. Después de larga permanencia al aire libre o de calentarlo durante algún tiempo, la superficie toma un valor grisáceo, pero puede recobrar su primitivo aspecto frotándolo con un paño. El metal monal se funde a los 1,360 grados centígrados, es más duro que el cobre y es, sin embargo, tan dúctil, que se puede fabricar con él alambres extremadamente delgados. Las uniones se hacen fácilmente por el procedimiento de soldadura ordinaria con llama oxiacetilénica. Al igual que el hierro y el acero se obtiene en forma de lingotes, cabillas y planchas; además se trabaja con mucha facilidad.

Su tenacidad y resistencia a la corrosión son los dos factores principales que hacen de esta aleación un metal utilísimo en la construcción de máquinas. Sometido al laminado y al temple, goza las mismas propiedades que el acero y el níquel. En la mayor parte de los casos en que los aceros y broncees resistentes a los ácidos, son atacados, el monal permanece prácticamente indemne. Se hizo una prueba sumamente interesante y concluyente que consistió en sumergir el monal durante largo tiempo en ácido sulfúrico y después en hervir virutas del mismo por espacio de cuarenta y ocho horas. El único resultado obtenido fué un 0,5 por 100 de pérdida al hervir en tales condiciones el metal en pequeñas partículas; por lo tanto, es casi inatacable. Aparentemente este metal es inalterable al agua del mar; mientras que el bronce, el cobre y el hierro en las mismas condiciones presentan en seguida corrosiones; tampoco parecen ejercer acción sobre él los vapores químicos. En algunas fábricas en que se han empleado recipientes de este metal para contener productos químicos, han dado excelentes resultados.

Hace muy pocos años que el gobierno de los Estados Unidos, por medio del Ministerio de Marina, dispuso hacer unas pruebas que le hicieron tomar un



acuerdo decisivo. Dicha marina, tomando como base estas pruebas, exige actualmente que los accesorios de las bombas de todos sus buques sean de metal *monal*. Cuando los asientos de bronce o acero de las válvulas están en contacto con el vapor a muy altas presiones, como ocurre en los buques en que se emplea el vapor recalentado, se producen alternativas de calor y de frío

que determinan en ellos una estructura quebradiza, pero cuando se usa la aleación natural ya mencionada no se nota la menor alteración. Su resistencia a los agentes naturales y el no ser atacado por los ácidos lo hace uno de los más interesantes metales que existen hoy en el mercado mundial.

E. DE MIQUEL, (Perito Químico).

## ULTIMAS INVENCIONES

### Bombas de combustión interna

El perfeccionamiento del sistema de ignición en los motores de combustión interna, bombas o compresores, por medio de una mezcla combustible comprimida por el curso interior de un émbolo y que entra en ignición en una cámara separada de la cámara principal de combustión, consiste en cerrar la comunicación entre las dos cámaras durante una parte o partes del ciclo cuando tal comunicación puede comprometer la ignición siguiente.

En la figura, el elemento señalado (1) es la cámara de combustión que comunica por el paso (2) con la cámara de combustión (3), regulando esta comunicación la válvula (4). Esta válvula es accionada por la varilla de conexión (10), la palanca (11), varilla (12), palanca (13), resortes (15) y (16) y aro (14), el cual solo se representa en parte. Cada uno de los muelles (15) y (16) está unido por un extremo al aro (14) y por el otro a la palanca (13).

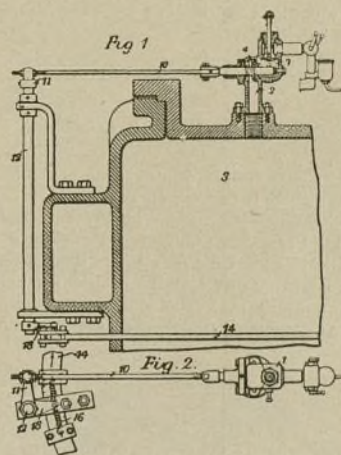
La bomba, de la que (3) es la cámara de combustión, es de cuatro ciclos, produciéndose la presión en la cámara de combustión por compresión y por ésta la ignición de la carga combustible y además por la compresión de los gases elásticos en la cámara de combustión, inmediatamente después de la expulsión de los productos quemados, existiendo entre tales elevaciones de presión un curso interior y exterior de la columna de agua.

El aro (14) que se extiende axialmente alrededor de la cámara de combustión, acciona las válvulas de admisión y expulsión de la bomba, moviéndose en la dirección de la flecha cuando la compresión se eleva sobre la compresión del vapor elástico y en la dirección opuesta, en la ignición de la carga combustible. El dispositivo para mover el aro forma parte del mecanismo ordinario de la bomba, no estando representado en la figura.

Suponiendo que los gases elásticos están completamente comprimidos, el arco se mueve en la dirección indicada por la flecha. Este movimiento aumenta la tensión del muelle (15), tendiendo así a hacer girar la palanca (13) en sentido contrario al del reloj (fig. 2). El aumento de tensión del muelle (15) tiende a hacer mover la varilla de conexión (10) hacia la izquierda, así como para abrir la comunicación entre la cámara de ignición (1) y la cámara de combustión (3) moviendo la válvula (4) en el mismo sentido. Mientras el vapor elástico se comprime, sin embargo, la presión en la cámara de combustión (3) se ejerce contra la válvula (4) oprimiéndola contra su asiento a despecho de la tendencia del

muelle (15) a abrirla. La expansión subsiguiente del vapor elástico hace que la columna de agua de la bomba se mueva hacia el exterior y caiga, en su consecuencia, la presión en la cámara de combustión y tan pronto como la presión en la cámara de combustión (3) es suficientemente baja, su acción sobre la válvula (4) obra por la tensión del muelle (15) que así la obliga a abrirse.

El movimiento continuado hacia el exterior de la columna de agua causa una reducción de la presión en la cámara de combustión (3) utilizándose ésta para in-



roducir una nueva carga de combustible en la cámara (3) así como el aire carburado necesario, desde el carburador, en la cámara de ignición (1) y si conviene en el paso (2).

Durante el curso de carga no existe ninguna tendencia de limpia y la cámara de combustión permanece seca. Habiendo la columna de agua de su curso hacia el exterior impulsado una carga de combustible hacia el interior de la cámara (3), al moverse en este sentido lo hace comprimiendo esta carga. La presión en la cámara (3), paso (2) y cámara (1), se eleva de nuevo y en el momento deseado se produce una descarga eléctrica por los medios conocidos en la recámara de chispas (20), poniendo así en ignición el combustible que contiene la cámara (1) y sucesivamente la carga de la cámara (3). La elevación de la presión obliga al aro (14)



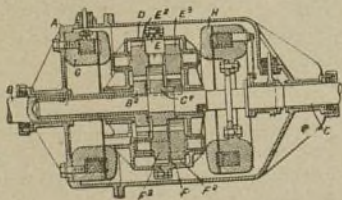
a moverse en la dirección opuesta a la indicada por la flecha aumentando así la tensión del muelle (16) y disminuyendo la del muelle (15); el efecto es excitar la válvula (4) hacia la derecha. No es conveniente, sin embargo, que la válvula se mueva sino hasta después de la ignición y un medio de asegurar este efecto es ajustar el dispositivo que acciona el anillo (14) de manera que el movimiento no se produzca hasta que la presión se haya elevado por encima de la previamente determinada para la ignición. Otro medio es emplear un muelle flojo (16) adecuado, de manera que la presión de la cámara (3) actúe sobre la válvula (4) y tendiendo a mantenerla hacia la izquierda es mayor que la presión ejercida por el muelle (16) hasta que la presión en la cámara (3) desciende lo suficiente durante la expansión.

Con la primera alternativa, la válvula (4) puede cerrarse inmediatamente después de la ignición debido al movimiento del aro (4) y la tensión del muelle (16) cerrar la válvula. En la segunda alternativa la válvula (4) se cerrará un poco más pronto y durante la expansión de los gases de ignición en la cámara (3).

En ambos, casos la válvula (4), se cerrará aislando la cámara (1) de la (3) durante la última parte del curso de impulsión de la columna de agua y durante el siguiente curso de inversión que expelará los productos de la combustión comprimiendo los vapores elásticos como se ha dicho.

### Engranaje para cambio de marcha

Este nuevo cambio de marcha es aplicable a los sistemas en que la transmisión de la potencia se verifica por dos ejes, en combinación co-axial, motriz y conducido B, C, (véase la figura) de una caja o rueda de engranaje, conductora A, montada concéntricamente, de suerte que los ejes B y C giran en sentido opuesto, a la misma velocidad (o aproximadamente a la misma velocidad), de modo que cuando la caja A per-



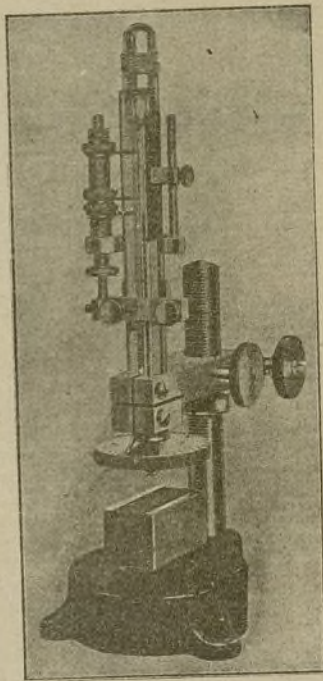
manece estacionaria, un embrague G electromagnético acopla la caja A al árbol motor B haciendo jugar entre sí las transmisiones y un freno estacionario H electromagnético el cual, alternativamente, contiene la caja de manera que las transmisiones giran sobre sí.

En una construcción más perfeccionada, la transmisión comprende una caja D, uno o más pares de ejes intermedios E, F conducidos por la caja D y paralelamente a los ejes motor y conducido B, C, un engranaje F<sup>3</sup> en cada eje intermedio de un par enlazado con un engranaje F<sup>2</sup> del otro y un segundo engranaje E<sup>2</sup>, F<sup>1</sup>,

en cada eje intermedio acoplado al primero y enlazado respectivamente con engranajes B<sup>1</sup>, C<sup>2</sup>, de los ejes motor y conducido.

### Calibrador fluido Prestwich

Este moderno aparato sirve, para medir con gran exactitud las dimensiones de pequeños objetos en sucesión rápida. Este calibrador no solo aprecia si un objeto, por ejemplo, una clavija, está comprendido entre límites de tolerancia, sino que registra exacta-



mente la distancia en que termina la dimensión precisa sea dentro o fuera de la divergencia permitida. El aparato es muy sólido y usándolo con el debido cuidado es de larga duración.

El principio en que se funda dicho calibrador ha sido, ya hace tiempo, utilizado en América en la construcción de máquinas de ensayo quedando establecido su valor y utilidad.

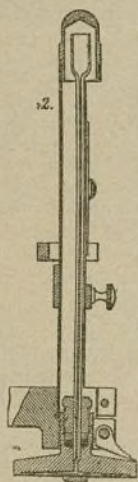
Una pequeña cantidad de fluido está encerrado en una cámara cuya cara inferior está formada por un diafragma flexible de metal que conduce un botón o tubo en su centro. Por la parte superior de la cámara se alza un tubo de vidrio, semejante al de un termómetro, el cual está parcialmente ocupado por el mismo fluido de la cámara expresada.

Cualquier presión ejercida sobre la cara flexible de



la cámara obligará al fluido a subir por el tubo y como el ánima hueca de éste tiene una relación conocida respecto a la capacidad de la cámara, la cantidad o proporción de movimiento del diafragma podrá leerse en una escala aumentada. Este aumento depende del hueco del tubo y puede variar según se desee entre 500 y 1.200.

A cierta distancia por debajo de la cámara, existe un yunque de acero templado sobre el que se coloca el objeto cuyas dimensiones se han de medir. La distancia entre el yunque y el botón del diafragma puede variarse mediante una cremallera y un piñón que mueven la cámara y el diafragma, hacia arriba o hacia abajo según se desee o sea necesario, después que se han fijado firmemente. Existen tres indicadores o estiletes ajustables sobre un soporte vertical situado al lado del tubo. El indicador inferior está colocado al



nivel del líquido del tubo y acusa si es necesario verificar cualquier corrección debido a variaciones de temperatura, en el curso de la operación. Los otros dos estiletes indican los límites de tolerancia y cuando se pasa por el yunque una pieza patrón, el líquido se elevará a un nivel medio entre estos dos estiletes.

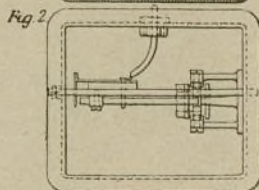
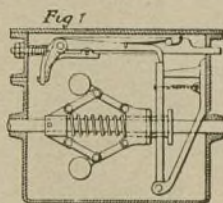
En una escala colocada a lo largo y por la parte exterior del tubo se puede leer apreciando hasta 5 diezmilésimas de milímetro.

Este instrumento tiene, pues, un amplio campo de utilidad y aplicación pudiéndose emplear para la calibración de cualquier clase de trabajos, disponiendo de la variedad necesaria de yunques.

### Reguladores de velocidad

Este nuevo mecanismo es aplicable para prevenir la velocidad excesiva de los vehículos de motor del tipo en que un regulador centrífugo va montado sobre un eje y que se acciona mediante un órgano del automó-

vil que marcha a una velocidad en función o relación conocida respecto a la de las ruedas de arrastre, estando el regulador dispuesto en forma que al exceder ésta de cierta velocidad, se desconecte un elemento, produciéndose entonces la magneto en corto circuito y

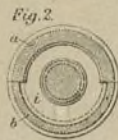
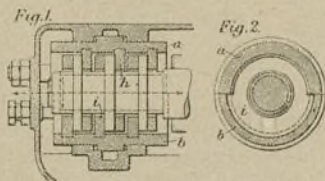


la transmisión de la corriente eléctrica al mecanismo de chispas.

En el aparato perfeccionado que nos ocupa el circuito freno comprende una palanca de dos brazos montado en pivote en un eje que puede ajustarse axialmente para facilitar al aparato el funcionamiento a varias velocidades. Un brazo de la palanca del freno, después de quedar en libertad por la acción del mecanismo regulador, se adapta al corto circuito del magneto, mientras el otro brazo queda en forma que se puede hacer funcionar desde el exterior para facilitar la recomposición del dispositivo y volver a poner en marcha el vehículo.

### Cojinetes

Es este nuevo cojinete, ajustable con un bronce de apoyo dividido, cuyas partes *a*, *b*, están condicionadas para ajustarse independientemente en el sentido axial y conducir los anillos *h*, *i*. Con arreglo a este disposi-

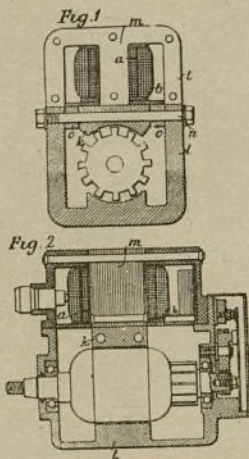


tivo, un grupo de anillos *h* se fija únicamente en la mitad *a* y el otro grupo de anillos *i* se fija solo a la otra mitad *b* del bronce, siendo tal su colocación que los anillos circundan el árbol de manera que las superficies de cada uno de los dos grupos de anillos retenedores reciben los retenedores axiales del árbol en una forma perfectamente centrada.



### Nueva combinación en el devanado de las máquinas

Se ha introducido una modificación en las máquinas eléctricas en que el devanado de campo del generador



se combina con un devanado adicional que sirve como secundario de un sistema de ignición de alta tensión y

un mecanismo de contacto que funciona sincrónicamente con la máquina para abrir y cerrar el circuito por intermitencias del devanado de campo.

Consiste esta modificación (que constituye un importante perfeccionamiento en este tipo de máquinas) en dotar a éstas de una derivación magnética o circuito de filtración común al flujo del polo devanado y el flujo opuesto asociado a la armadura. El devanado ordinario de campo *a* está rodeado por otro devanado *b* que sirve como secundario de un sistema de ignición de alta tensión.

Para evitar la interferencia excesiva con la formación de la chispa por la fuerza electromotriz de la armadura que opone la fuerza electromotriz del devanado de campo, se dispone una derivación magnética entre cada lado de la pieza polar *k* y el lado adyacente del armazón *l*. Esto asegura un flujo suficiente, en todas las circunstancias, en el núcleo *m* del devanado de campo para producir la chispa cuando éste se interrumpe.

El flujo debido a la fuerza magnetomotriz opuesta de la armadura puede entonces concurrir a la producción de la chispa.

En la disposición descrita, el núcleo *m* es laminado y forma parte integrante de la parte laminada del armazón *l*. Esta parte es desmontable uniéndose a la parte principal *l* del armazón en la forma más conveniente. La pieza polar *k* se asegura a la parte principal del armazón por pernos *n*.

### Bronce manganoso

La adición de manganeso al bronce fundido produce un efecto semejante al del fósforo, aunque algo más débil; los óxidos disueltos son descompuestos y precipitado el protóxido de manganeso.

Este es empleado, como el fósforo, bajo la forma de una aleación obtenida fundiendo en crisol, a elevada temperatura, cobre, óxido de manganeso y carbón, y cuya riqueza en manganeso equivale generalmente a un 30 por 100.

El bronce muéstrase blanco cuando la proporción de manganeso es considerable; si se le reduce, la aleación se torna amarillenta. He aquí, por otra parte, el resultado de varios análisis:

	Aleación amarillo-blanca	Aleación amarillo-gris
Manganeso. . . . .	16'86	13'48
Cobre . . . . .	81'03	83'45
Hierro. . . . .	1'67	1'24
Carbono. . . . .	0'06	0'11

Para preparar el bronce manganoso se principia por fundir los trozos viejos de metal con el cobre y el cobre manganoso en el crisol. El estaño no es agregado hasta después. Agítase vivamente con un vástago de grafito de retorta. Durante la fusión, el contenido del crisol debe ser recubierto, como el bronce fosforoso, con polvo de carbón.

La proporción de cobre manganoso empleada depende naturalmente de su riqueza en manganeso. Si sólo se trata de eliminar el oxígeno, con 3 a 6 por 100 basta; y en tal caso, el bronce no contiene sino huellas de manganeso.

Un exceso de éste causa menos perjuicio a las propiedades de una aleación que un exceso de fósforo; obra más bien como el estaño; aumenta la dureza y la resistencia sin provocar tanta friabilidad como el fósforo.

El bronce manganoso ha sido utilizado para la confección de órganos especiales de maquinaria; pero su empleo no se ha extendido tanto como el del bronce fosforoso.

Esto ha obedecido a varias causas.

En primer lugar, si se persigue la eliminación del óxido disuelto en el bronce, la cantidad de manganeso que hay que emplear es cuatro veces más importante que la de fósforo y, a pesar de lo económico que resulta el manganeso, el precio de coste de la aleación aumenta.

En segundo término, la sustitución por el manganeso del estaño (a veces empleada) resulta aún menos económica, por ser el coste del cobre manganoso que entonces hay que emplear muy superior al del estaño.

Por último no debe olvidarse que la presencia del estaño disminuye el punto de fusión de la aleación, mientras que la del cobre la eleva, lo que hace que el bronce estannífero sea más fusible que el manganoso.

La adición de manganeso al bronce, por lo general hace su resistencia eléctrica casi independiente de la temperatura. Sin embargo, ciertas aleaciones presentan el fenómeno opuesto. La siguiente es una de ellas:

Cobre. . . . .	70
Hierro manganoso. . . . .	25
Niquel. . . . .	5



## Desorientación científica

Cuando los futuros historiadores traten de elucidar las causas de perturbación o desorientación en esta edad inquieta, si pueden conseguirlo, habrán de prestar mayor atención a la influencia de la ciencia de la que en el pasado se ha dado al proceso de la sociedad humana.

La historia no se ha desarrollado con independencia de la ciencia, tanto cuando el progreso se ha desarrollado de un modo gradual o precipitado, como en los periodos de renovación. La estabilidad social ha sido esencialmente influida por el desarrollo de la ciencia aplicada derivada del progreso científico general y de la ingeniería.

Cuando el conocimiento científico y las ventajas y superioridad que él confiere en el comercio humano, constituía el privilegio y el patrimonio de una casta, las vidas humanas no tenían valor moral y las masas se criaban en la más abyecta miseria hasta que alguien les demostraba que las cadenas rotas de su esclavitud y abyección, podían constituir un arma poderosa con la posesión de la ciencia. No necesitamos remontarnos a la edad de las Pirámides, cuando cientos de seres humanos tan pronto eran obligados a mover inmensos bloques de piedra como a sacrificar pacíficos prójimos, para confirmar con ejemplos aquel estado. Los periodos de relativa libertad y tranquilidad general, no forman la historia, ni engendran progresos extraordinarios. Pero una edad en la que los hombres aprenden a volar, se envían mensajes instantáneos al través de los continentes y de los océanos, se diseña el átomo, se construyen casas que se elevan por encima de los más altos campanarios y buques capaces de albergar y conducir la población de una capital a cuyo lado o desde una nube dispone del medio de destruir estas mastodónticas estructuras en un instante, una edad semejante debe estar bien segura de su inquietud, de su descuido, de su desorientación y debilidad.

Lord Salisbury dirigiéndose a una ilustre Asociación científica en 1894, dijo que «consagraba sus observaciones a un examen, no de nuestra ciencia, sino de nuestra ignorancia». Lodge consideraba los progresos rápidos en relación con el escepticismo fundamental, como característica de las esperanzas, aunque perturbando los tiempos en que vivimos. La verdadera ciencia es siempre escéptica y recelosa ante el temor de afirmar más de lo que los hechos autorizan. Pero la ciencia se había vuelto también dogmática en la pasada centuria y el estudiante hallaba demasiado ortodoxo el púlpito de la silla profesoral. La discusión científica pura degeneró en pequeñas controversias personales y los jóvenes aspirantes a la sabiduría científica empezaron a dudar de sus maestros mientras guardaban sus respetos para los más eminentes directores del pensamiento científico. El maravilloso desarrollo de la maquinaria eléctrica inspiró especialmente al trabajador la confianza en sí mismo. Es ésta una ciencia que aparte ciertas ramificaciones, parece

exclusivamente limitada al gabinete y al laboratorio y en la actualidad ha conquistado el taller, la calle y nuestras moradas.

La química es para el público en general, una materia que le infunde confusión y asombro más bien que su apreciación inteligente. No obstante las audaces obras de la ingeniería que nos es más familiar, como la construcción de puentes, diques, presas y canales, el aprovechamiento de saltos de agua, el saneamiento de territorios enteros sometidos por largos siglos a la influencia perniciosa de las fiebres, etc., impresionan más a las masas, quizá porque frecuentemente cuenta menos con el ingeniero y con la extensión del proyecto, que con los problemas efectivos resueltos. Con el perfeccionamiento de los motores de combustión interna, el hombre-máquina surca el aire y el antiguo sueño del género humano se ve realizado: el hombre vuela. Los accidentes terribles no han amenguado su entusiasmo.

Otros sueños maravillosos se han visto realizados. Si la transmutación de los metales básicos en oro no se ha realizado todavía, se continúa la investigación de transformaciones extraordinarias. Los metales degeneran probablemente de un modo rápido en su forma de existencia y generan un nuevo gas; la constancia de masa está perdida, y hasta los niños de la escuela explican a sus padres que el átomo fundamental de su existencia se transforma para convertirse en un pequeño y complejo universo. Nosotros no debemos disimular que estos descubrimientos son en realidad mucho menos revolucionarios de lo que denota su apariencia. Todavía pensamos que las leyes de Newton son únicamente aproximaciones y que las líneas paralelas pueden hallar su intersección. Euclides ha sido sepultado hace tiempo; la fé en las autoridades científicas vacila y un profundo escepticismo se pronuncia en arrolladora marea ascendente. En conjunto esto son signos saludables. Cuando un hombre tan eminente como Poincaré habla en esta forma: «los principios son convenciones y definiciones disfrazadas», nos complace sostener la afirmación de que una rigurosa ortodoxia, en la ciencia, no es razonable, siendo siempre injustificable. Pero la complacencia con que las teorías más apreciadas, aquellas que habían sido acogidas con más entusiasmo, son abandonadas y la facilidad con que el pensamiento científico por sí mismo se adapta a cualquier novedad, no es enteramente un laudable signo. La crítica es con frecuencia demasiado dócil a la ironía siendo bajo este aspecto simplemente destructiva y no constructiva. La razón de por qué una antigua teoría decae, no embarga a la investigación de la crítica con el trabajo de proclamar rápidamente una nueva y mejor teoría. Los reformadores que substituyen la infalibilidad contra las que ellos mismos protestan, por sus propias inflexibles doctrinas, no ayudan a la ciencia, y la veracidad científica no mejora en solidez, siendo arrollados en el concepto difamante de la nueva teoría. Es ciertamente ventajoso condu-



cir una investigación y, si es posible, ordenar diversas orientaciones de la investigación, con el objeto de probar hechos desde ciertos puntos de vista especiales; pero el investigador no debe dejarse conducir siempre por sus propios argumentos, como si su hipótesis fuera el centro indefectible de aquel punto.

Nuestra época se halla dominada por un gran espíritu de desorden y confusión; multitud de escritos dirigidos a doctas sociedades y publicaciones sin fin demuestranlo dolorosamente. La actividad científica quizá nunca ha sido más general y más fecunda y el hecho de que las instituciones consagren sus estudios a la elucidación de problemas demasiado arduos para un trabajador y el tiempo que dura una existencia, es una de las mejores garantías de un sólido progreso.

Para esconder la luz de calcio por miedo a que se alcen otros profetas y salvaguardar la prioridad, el hombre de ciencia popular vierte hileras de escritos sobre investigaciones incompletas y defectuosas suplementándose y modificándose unos a otros, pero raramente admitiendo y rectificando errores y conclusiones prematuras. El público desorientado nunca está mejor servido que cuando menos se escribe.

Nos referimos todavía a dos ejemplos de otros géneros de desorientación y desorden científicos.

Hace diez años se promovió una gran agitación con motivo de las tablas internacionales anuales de constantes físicas y tecnológicas. El objeto era digno de alabanza, pero para fijar los valores de las constantes se produjo y prevaleció una gran confusión proponiéndose en algunas publicaciones nuevos valores y determinaciones. Pero es un error la publicación de un grueso volumen cada año; implica por de pronto un gran gasto y supone una carga pesada sobre los hombros de unas cuantas personas consagradas a la ciencia; algunos valores que no tienen derecho a la categoría de constantes, han sido también incorporados sin embargo a las tablas.

El segundo ejemplo, se refiere a una clase especial de constantes que abona nuestro argumento contra los cambios precipitados de valores. El acuerdo sobre los pesos atómicos es imperativo en cualquier trabajo químico, sea científico o comercial. De aquí el nombramiento de un comité internacional para el examen de todas las nuevas determinaciones y para publicar las tablas internacionales anuales de los pesos atómicos. El comité lo forman los profesores F. W. Clarke de Washington, W. Ostwald de Leipzig, T. E. Thorpe de Londres y G. Urbain de París. El octavo Congreso Internacional de Química aplicada, reunido en Nueva York en 1912, reconoció la necesidad de frecuentes cambios pero recomendó, no obstante, que no se verificara ninguno antes del noveno Congreso que se ha-

bía de celebrar en 1915, excepto en el caso de absoluta necesidad. La guerra ha impedido la reunión de este Congreso lo mismo que la libre comunicación entre los miembros del comité. Con todo, Clarke, Thorpe y Urbain propusieron en 1916, nuevos valores para los pesos atómicos de diez elementos. Entre los más importantes cambios se encuentra el valor correspondiente al plomo, de 207,2 contra 207,1 antiguo y el del radio de 226,0 en vez de 226,4. Estos valores están basados en diferentes investigaciones independientes por profesores de distintos países. El caso de los cambios propuestos para el carbono, 12,005 en vez de 12,00 y para el azufre 32,06 contra 32,07, es diferente, pues están sugeridos puramente en rigurosas determinaciones verificadas por Th. W. Richards y C. R. Hoover. Pero hasta aquí el hidrógeno ha sido el único elemento, cuya determinación del peso atómico se ha considerado seguro hasta la tercera cifra decimal ( $H = 1,008$ ). En la actualidad se ha fijado la tercera cifra decimal del carbono, no habiéndose fijado los de la plata y el sodio, elementos principalmente relativos a la nueva determinación y todos estos contra la resolución del Congreso.

El profesor Ostwald, en su informe de 1916, establece que el antiguo cuadro de valores debe necesariamente persistir por no haber podido el comité tomar ninguna resolución; esto, añade, parece lo más conveniente. Algunos profesores distinguidos en este campo de investigaciones, han protestado muy enérgicamente en 1916 y 1917 contra la forma con que se han adoptado aquellos cambios en general y contra la alteración del peso atómico en particular que parece envolver un error numérico. Los miembros criticados del comité no han replicado. En los cuadros para 1917 hacen un nuevo cambio en el caso del columbio; el cuadro para 1918 no se ha publicado todavía.

Las conferencias internacionales han actuado algunas veces con harta precipitación cuando tan madura reflexión requieren los problemas y cuestiones sometidas a su juicio y resolución y teniendo en cuenta que su misión no es solo deliberativa sino legislativa y definitiva.

¿Continuará la ciencia avanzando en una acelerada y aun revolucionaria proporción? ¿Se detendrá esta marcha ascendente del conocimiento, se paralizará el progreso y sobrevendrá una reacción? El cotejo histórica de la última centuria sugiere la general reacción. Las guerras de la revolución francesa de 1789 duraron veinticinco años: surgieron como guerras de liberación, degeneraron en guerras de conquista, terminaron en guerras de liberación y condujeron a un largo período de reacción.

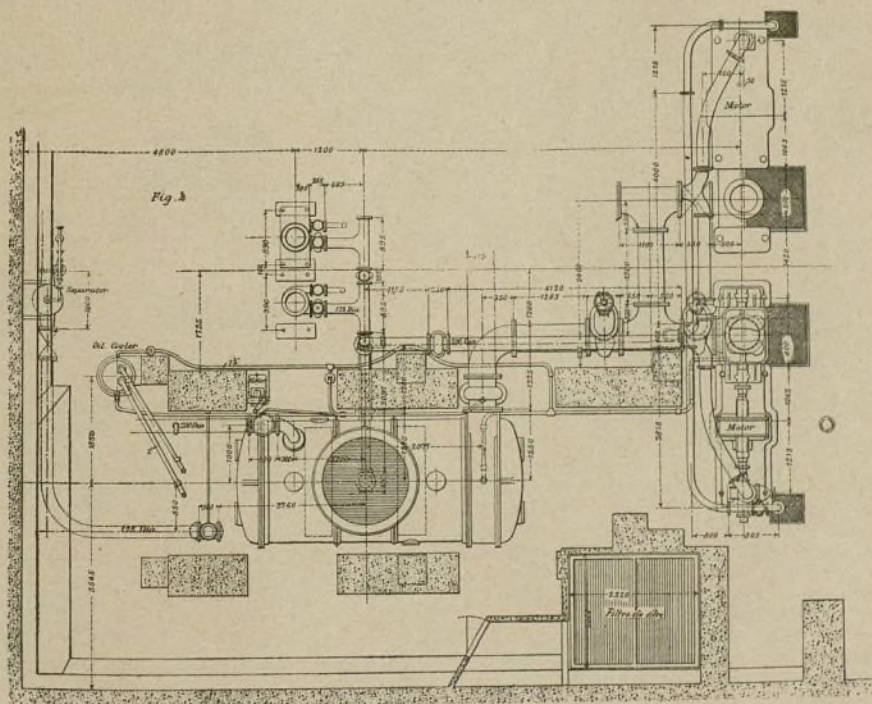
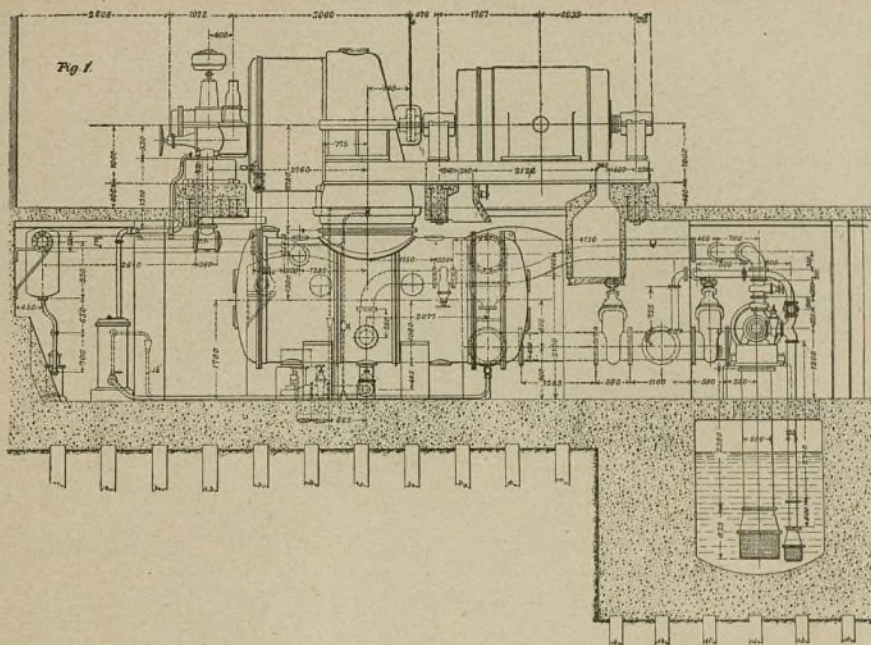
A. MENÉNDEZ CABALLERO.

## Turbina de vapor compound de Laval

Hemos hoy de dar conocimiento de un nuevo notable modelo de turbo-generator de vapor, construido por la Compañía de turbinas de vapor Laval de Estocolmo, para la estación central de fuerza de Gutemburgo. La turbina se ha proyectado para funcionar a 1500 revoluciones por minuto, moviendo un generador

trifásico de 3.000 kilovatios, librándose la corriente a 6.000 voltios con una periodicidad de 25 ciclos por segundo. Puede mantener una sobrecarga permanente de 20 por 100. Las características generales de la máquina están claramente manifestadas en la figura 1, representándose en la figura 3 una sección longitudinal







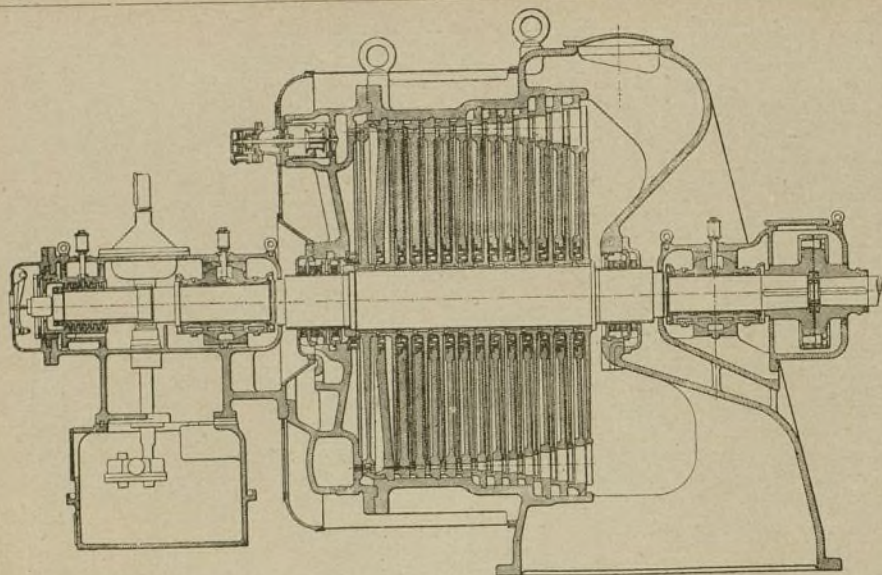


Fig. 3.

de la turbina, por la que se ve que ésta es de compartimiento, del tipo de impulsión compuesta.

El armazón de cubierta es de hierro fundido, empleándose una clase especial para la cubierta extrema de la presión intermedia. Las cajas de las bocas son exteriores a esta cubierta, disponiendo de válvulas para la marcha independiente por lo que el número de bocas en función puede ajustarse a la carga del generador.

Los diafragmas son de hierro fundido contruidos en mitades con nervios y acanaladuras en la junta de

de gran diámetro, descansando en cojinetes y asientos de ruedas de acero forjado tratado a la calda. Estas ruedas no están montadas directamente sobre el eje sino sobre asientos desmontables en un pequeño cono, externo y sujetas las ruedas a presión sobre estos asientos.

Las paletas del disco se representan en la figura 4, siendo del tipo de regulación de Laval introducidas a presión en ranuras en la periferia de la rueda.

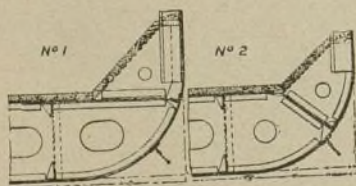
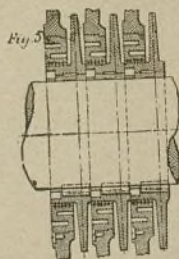


Fig. 4.—Disposición de los pantoques alternados.

la forma corriente. Para moderar la pérdida de vapor en la periferia interior, los diafragmas están provistos de collarines o casquillos del tipo representado en la figura 5. En concordancia con el principio de Parsons, la guarnición de la junta se efectúa por las aletas, las cuales son conducidas por las expansiones del cubo de las ruedas. El montaje de las aletas está dotado de cierta elasticidad no sobre los verdaderos diafragmas sino sobre bujes de acero, contruidos en forma de Z como muestra la figura 5. En los pasos del eje por el armazón de cubierta se emplean para empaque, casquillos de carbón, pero para reducir la presión de éstos existen otros, suplementarios, semejantes a los adoptados para los diafragmas, con este carácter.

El árbol motor es de acero forjado, siendo corto y



Los cojinetes principales tienen 175 mm. de diámetro por 225 mm. de longitud y juegan en bronce de asiento esférico revestidos de metal blanco. El aceite de lubricación de estos cojinetes llega a ellos a una presión de 500 a 600 gramos por centímetro cuadrado, por medio de la bomba representada en la figura 3, situada al pie del regulador, el cual es movido por una transmisión espiral ordinaria. El regulador obra directamente sobre la válvula sin la mediación de un relai.

Como se representa en la figura 1, la turbina va montada directamente por encima de su condensador. En la figura 2 se reproduce una planta del condensador. Existen además dos juegos de bombas cada uno de los cuales puede suministrar 24 metros cúbicos de agua por minuto.



## Estabilidad de los aeroplanos

### Introducción

Las condiciones de estabilidad de un aeroplano en vuelo horizontal sin deslizamiento lateral son conocidas hace tiempo. Fueron estudiadas y establecidas por Bryan (1911), Bairstow, Jones y Thompson (1912-13), por Page (1916) y finalmente por Hursaker (1916-17). Especulando con la teoría dinámica todos estos autores emplean el método de los ejes en movimiento con el cual no están muy familiarizados muchos ingenieros, imaginando algunos que la teoría de la estabilidad ofrece tales dificultades matemáticas como si se encontrara más allá de los límites del conocimiento medio de los estudios técnicos. No concordamos en estas líneas con ese punto de vista; por lo contrario, juzgamos que las dificultades no existen precisamente en el problema en sí mismo sino en el incómodo mecanismo matemático que hasta aquí se ha empleado para su solución.

El objeto del presente artículo es dar, mediante el empleo de las leyes del movimiento de Newton y de ejes fijos en el espacio, una prueba sencilla y directa de las ecuaciones fundamentales de estabilidad que confiamos que cualquier lector técnico le será fácil seguir y repetir sin dificultad. No intentamos en él la discusión de las consecuencias prácticas de las ecuaciones de estabilidad; éstas han sido hábilmente expuestas por los autores mencionados. Para facilitar nuestro propósito, la notación aquí adoptada es la típica con la sola simple excepción de introducir el original convencionalismo matemático por el cual todos aquellos autores parten del principio de que el aeroplano se traslada con una velocidad negativa.

El sistema de unidades empleado en estos cálculos es el *slug-pie-segundo* (1).

### Vuelo estable

Supongamos un aeroplano cuya masa es  $m$  slugs (2) en marcha igual, sin perturbaciones hacia el Sur con una velocidad uniforme de  $U$  pies por segundo.

Tomemos un sistema de ejes *fijos en el espacio*, en esta forma (véase la figura).

- $Ox$  en dirección Norte;  
 $Oy$  en dirección Oeste;  
 $Oz$ , hacia el Cenit.

En vuelo estable, el peso del aeroplano está equilibrado por el empuje de la hélice y las fuerzas del aire que obran sobre el aparato.

Hemos de suponer que, en vuelo estable, como decimos, el curso del vuelo es un eje principal de inercia del aeroplano. Este supuesto probablemente no introduce ningún error apreciable.

Sean  $m k_x^2$ ,  $m k_y^2$ ,  $m k_z^2$ , en unidades *slug-pie<sup>2</sup>*,

(1) Hemos considerado procedente conservar el sistema de medidas empleado por los autores para no alterar su originalidad y la estructura de las fórmulas al traducirlas al decimal y más teniendo en cuenta que el técnico no ha de encontrar en la práctica dificultad alguna para verificar las reducciones, que necesite.

(2) El *slug* es una medida equivalente a 32,2 libras inglesas.

1 libra inglesa = 0,454 kgs.  
 1 pie = 0,3048 m.  
 1 pie-libra = 0,138 kilogrametros.

los momentos de inercia del aeroplano alrededor de sus tres ejes principales, que en vuelo estable son paralelos a  $Ox$ ,  $Oy$ ,  $Oz$ .

### Vuelo perturbado

Consideraremos *pequeñas* perturbaciones a partir del estado del aeroplano en vuelo estable y supondremos que el empuje de la hélice permanece constante.

Sea ahora la velocidad del centro de gravedad del aeroplano, en pies por segundo:

$$(-U + u, v, w)$$

paralelas a

$$Ox, Oy, Oz$$

y sea el desplazamiento angular del aeroplano alrededor de los ejes en radianes (1):

$$(\Phi, \Theta, \Psi)$$

alrededor de:

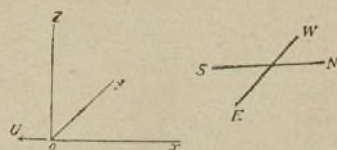
$$Ox, Oy, Oz$$

siendo:

$\Theta$  = ángulo de *cabeceo*, elevando la proa.

$\Phi$  = ángulo de *balanceo* levantando el ala derecha.

$\Psi$  = ángulo de *guiñada* aproando hacia la izquierda.



Sean las velocidades angulares del aeroplano alrededor de los ejes en radianes por segundo:

$$(p, q, r)$$

de suerte que:

$$p = \frac{d\Phi}{dt}, \quad q = \frac{d\Theta}{dt}, \quad r = \frac{d\Psi}{dt}$$

Supongamos, también, que  $u, v, w, \Phi, \Theta, \Psi, p, q, r$ , son todas cantidades pequeñas cuyos cuadrados y productos son despreciables.

Aplicando las leyes del movimiento de Newton podemos establecer la ecuación de la fuerza en función del cambio de su movimiento en las tres direcciones  $Ox, Oy, Oz$ ; y la del torque en función del momento angular alrededor de los tres ejes  $Ox, Oy, Oz$ , obteniendo seis ecuaciones de movimiento.

### Cambio de momento

La proporción de este cambio es:

$$m \frac{du}{dt} \text{ lb. paralelo a } Ox,$$

$$m \frac{dv}{dt} \text{ lb. paralelo a } Oy,$$

$$m \frac{dw}{dt} \text{ lb. paralelo a } Oz.$$

con dos términos adicionales como siguen:

(1) 1 radian = Arco igual radio:  $57^\circ 17' 44''$ .



Debido al cabeceo en un ángulo  $d\theta$ , el momento  $mUd\theta$  vertical, se crea en el tiempo  $dt$ .

Luego existe una razón de cambio de momento:

$$-mU \frac{d\psi}{dt} = -mUr \text{ lb.}$$

paralelo a  $Oy$ .

Por lo tanto, la razón total de cambio de momento es:

$$\left. \begin{aligned} m \frac{du}{dt} \text{ lb. paralelo a } Ox. \\ m \left( \frac{dv}{dt} - Ur \right) \text{ lb. paralelo } Oy. \\ m \left( \frac{dw}{dt} + Uq \right) \text{ lb. paralelo a } Oz. \end{aligned} \right\} (1)$$

Proporción de cambio del movimiento angular.  
Este es:

$$\left. \begin{aligned} mk_{\lambda}^2 &= \frac{dp}{dt} \text{ lbs.-pies alrededor } Ox. \\ mk_{\lambda}^2 &= \frac{dq}{dt} \text{ lbs.-pies alrededor } Oy. \\ mk_{\lambda}^2 &= \frac{dr}{dt} \text{ lbs.-pies alrededor } Oz. \end{aligned} \right\} (2)$$

Existen también términos giroscópicos debidos a la rotación del momento angular, tales como, por ejemplo:

$$mk_{\lambda}^2 qr \text{ lbs.-pies, alrededor } Ox$$

y

$$mk_{\lambda}^2 r, \text{ alrededor de } Oz,$$

rodeando el eje  $Oy$  en el grado  $q$ .

Pero todos estos términos giroscópicos, comprenden productos de las pequeñas cantidades  $p, q, r$ , siendo por lo tanto despreciables, como ya antes hemos dicho, de modo que las expresiones (2) son correctas.

Debe notarse que algunos de los términos giroscópicos tienen un efecto importante sobre la estabilidad del vuelo en espiral.

### Fuerzas

Éstas son debidas a dos causas:

(I) Aun cuando las resistencias del aire permanezcan constantes, éstas y el empuje de la hélice, la cual conserva una actitud constante relativa al aeroplano, no equilibrarán por más tiempo el peso de éste que, naturalmente, todavía obra verticalmente hacia abajo.

Existen de hecho fuerzas en desequilibrio:

$$\left. \begin{aligned} mg\Theta \text{ lbs., paralelas a } Ox \\ mg\Phi \text{ lbs., paralelas a } Oy. \end{aligned} \right\} (3)$$

(II) Las resistencias del aire han cambiado ligeramente.

Las pequeñas partes desequilibradas de las resistencias del aire son:

$$\left. \begin{aligned} m(uX_u + wX_w + qX_q) \text{ lbs. paralela a } Ox. \\ m(vY_v + pY_p + rY_r) \text{ lbs., paralela a } Oy. \\ m(uZ_u + wZ_w + qZ_q) \text{ lbs., paralela a } Oz. \end{aligned} \right\} (4)$$

en que  $X_u$ , etc., son las llamadas *derivativas de resistencia*. Los métodos para hallarlas por teoría o experimentalmente para cualquier aeroplano están ex-

puestas y explicadas de modo muy sencillo en las obras de los mencionados autores.

### Torques

Éstos son debidos a los cambios ligeros en las resistencias del aire y se pueden plantear en esta forma:

$$\left. \begin{aligned} m(vL_v + pL_p + rL_r) \text{ pies-lbs. alrededor de } Ox. \\ m(uM_u + wM_w + qM_q) \text{ pies-lbs. alrededor de } Oy. \\ m(vN_v + pN_p + rN_r) \text{ pies-lbs. alrededor de } Oz. \end{aligned} \right\} (5)$$

en que  $L_v$ , etc. son derivadas de resistencia.

### Ecuaciones de movimiento

Aplicando las leyes de movimiento de Newton, podemos igualar (1) a la suma de (3) y (4) e igualar asimismo los valores (2) y (5).

Hemos de suponer que los casos ordinarios para pequeñas perturbaciones, que  $u, v, w, \theta, \phi, \psi$  y por lo tanto también  $p, q$  y  $r$ , son proporcionales a  $\lambda^t$ , en que  $\lambda$  es una constante a determinar.

$$\therefore \frac{du}{dt} = \lambda u, \text{ etc.}$$

y

$$\theta = \frac{q}{\lambda}, \quad \phi = \frac{p}{\lambda}, \quad \psi = \frac{r}{\lambda}$$

Las seis ecuaciones de movimiento son.

$$\left. \begin{aligned} u(\lambda - X_u) - wX_w - q\left(\frac{g}{\lambda} + X_q\right) &= 0 \\ -uZ_u + w(\lambda - Z_w) + q(U - Z_q) &= 0 \\ -uM_u - wM_w + q(\lambda k_{\lambda}^2 - M_q) &= 0 \end{aligned} \right\} (6)$$

para perturbaciones longitudinales y:

$$\left. \begin{aligned} v(\lambda - Y_v) + p\left(\frac{g}{\lambda} - Y_p\right) - r(U + Y_r) &= 0 \\ -vL_v + p(\lambda k_{\lambda}^2 - L_p) - rL_r &= 0 \\ -vN_v - pN_p + r(\lambda k_{\lambda}^2 - N_r) &= 0 \end{aligned} \right\} (7)$$

para perturbaciones laterales.

Pero las ecuaciones (6)  $u, w$  y  $q$ , se eliminan con facilidad y la ecuación resultante para  $\lambda$ , se puede escribir:

$$A_1 \lambda^4 + B_1 \lambda^3 + C_1 \lambda^2 + D_1 \lambda + E_1 = 0. \quad (8)$$

Semejantemente, la eliminación de  $v, p$  y  $r$  mediante las fórmulas (7) conduce a una ecuación para  $\lambda$  que puede escribirse:

$$A_2 \lambda^4 + B_2 \lambda^3 + C_2 \lambda^2 + D_2 \lambda + E_2 = 0. \quad (9)$$

Bairdow ha demostrado que las ecuaciones (8) y (9) se pueden resolver en factores aproximados con suficiente exactitud práctica como sigue:

Partiendo de la ecuación (8).

$$\left( A_1 \lambda^2 + B_1 \lambda + C_1 \right) \left[ C_1 \lambda^2 + (C_1 D_1 - B_1 E_1) \lambda + E_1 C_1 \right] = 0 \quad (10)$$

para perturbaciones longitudinales.

Partiendo de la fórmula (9):

$$\left( \lambda + \frac{E_2}{D_2} \right) \left( \lambda + \frac{B_2^2 - A_2 C_2}{A_2 B_2} \right) \left[ \lambda^3 + \left( \frac{C_2}{B_2} - \frac{E_2}{D_2} \right) \lambda + \frac{B_2 D_2}{B_2^2 - A_2 C_2} \right] = 0 \quad (11)$$

para perturbaciones laterales.

Las ecuaciones (10) y (11) son las ecuaciones fundamentales de la estabilidad longitudinal y lateral, respectivamente.



## Medición de la fuerza efectiva de las máquinas de vapor marinas

Por fuerza efectiva en H.P. de una máquina se entiende el rendimiento resultante después de deducir de la fuerza inducida las pérdidas por rozamientos en la máquina y en la conducción del eje. En las máquinas marinas es, por lo tanto, la fuerza necesaria para poner en marcha la hélice o lo que es lo mismo la que se necesita para frenar el eje estando desacoplada la hélice.

A causa de los altos potenciales de las máquinas marinas y debido a que la colocación incómoda de un aparato de freno excluye su empleo a bordo, resultan muy difíciles las mediciones del rendimiento efectivo por medio del freno y hasta hace poco nos teníamos que contentar con apreciaciones más o menos aproximadas.

Ultimamente se ha podido lograr la medición exacta de la fuerza efectiva; para esto se tenía en cuenta la observación de que los ejes se suelen torcer a causa

Para el material usual de los ejes (acero Siemens-Martin de una resistencia de 45 kg./mm<sup>2</sup> y 20 % de dilatación) tenemos según las últimas observaciones para  $G = 828.000$  kg./cm.

El movimiento rotativo es por término medio:

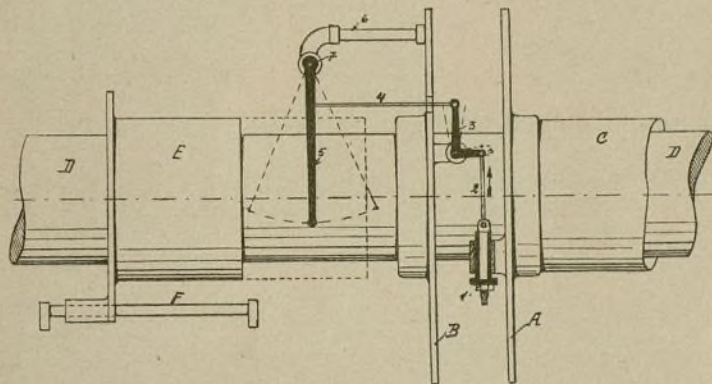
$$M_{cm./kg.} = 71.620 \frac{N_e}{n}$$

$N_e$  = fuerza efectiva en H.P., y

$n$  = revoluciones de la máquina por minuto.

Ahora tenemos:

$$\begin{aligned} s/cm. &= 71.620 \cdot \frac{N_e}{n} \cdot \frac{L \cdot R}{828.000 \cdot O} \\ &= \frac{71.620}{828.000} \cdot \frac{N_e}{n} \cdot \frac{L \cdot R}{d^4 \cdot \frac{\pi}{32}} \end{aligned}$$



de la influencia de los momentos rotativos que ejerce la máquina. Dos radios, antes paralelos, que se encuentran en diferentes secciones del eje llegan a formar, a causa de la torsión, un ángulo que se llama ángulo de torsión y cuyo número de grados son proporcionales a los momentos rotativos de transmisión.

Sea por ejemplo:

$s/cm.$  = el arco de torsión correspondiente al ángulo de torsión, medido en la distancia  $R/cm.$  del centro del eje;

$M$  = el momento rotativo ejercido sobre el eje en  $cm./kg.$ ;

$L$  = la longitud del eje en  $cm.$

$O$  = el momento polar de inercia del corte del eje en  $cm^4$ ;

$G$  = el coeficiente impulsivo de elasticidad del material del eje en  $kg./cm.$

Ahora podemos decir:

$$s/cm. = \frac{M \cdot L \cdot R}{G \cdot O}$$

$$= 0,88 \cdot \frac{N_e}{n} \cdot \frac{L \cdot R}{d^4}$$

y esta fórmula representa el arco de torsión medio durante una revolución.

Desarrollándose la fuerza motriz por turbinas o electromotores, el momento rotativo  $M$  y, por lo tanto, también el arco de torsión  $s/cm.$ , es constante, mientras que en las otras máquinas marinas el momento rotativo sufre trepidaciones durante cada revolución.

Midiendo el arco de torsión durante las diferentes posiciones de la manivela se puede calcular fácilmente el correspondiente momento rotativo.

Siendo  $s/cm.$  el arco de torsión medio obtenido de los diagramas y  $n$  el número de las revoluciones de la máquina, obtendremos, según las fórmulas antedichas:

$$M = s \cdot \frac{G \cdot O}{L \cdot R} \text{ cm./kg.}$$

y la fuerza efectiva:

$$\begin{aligned} N_e &= \frac{M \cdot n}{71.620} \\ &= s \cdot n \cdot \frac{d^4}{0,88 \cdot L \cdot R} \end{aligned}$$



Quedando ahora siempre *constante* el factor  $\frac{d^4}{0,88 \cdot L \cdot R}$ , en la misma máquina, podemos decir sencillamente:

$$N_e = s \cdot n \cdot \text{constante.}$$

Para el cálculo experimental del arco de torsión se emplea ahora el indicador de torsión inventado por el ingeniero Foettinger, cuyo aparato anota el curso de las trepidaciones automáticamente.

#### Descripción del aparato

El aparato cuyo esquema representa la adjunta figura consiste en un tubo bipartido (C) colocado en el eje (D) cuya parte delantera va bien sujeta al eje. En su parte trasera lleva dicho tubo el disco (A). En frente de este disco hay un disco semejante (B) fijo en el eje. Dos puntos de los discos A y B que estaban en frente, estando el eje parado, se desvían de su lugar en un pequeño espacio (s de la fórmula) a causa de la torsión del eje durante su funcionamiento.

Esta pequeña separación de A respecto a B (ca

1,4 — 2,5  $\frac{m}{m}$ ) con ayuda de un juego de palancas se hace hasta 18 a 28 veces más grande. La varilla (2) está unida por el tornillo (1) al disco A y mueve el brazo más corto de la palanca acodada (3) cuyo eje descansa en el disco B. En el brazo más largo de la palanca está fijada la varilla de conexión (4) la cual mueve la palanca indicadora (5). Esta palanca gira en el punto (7) dentro de una horquilla que está fijada en el disco B por medio de un soporte (6). El final de la palanca (5) lleva un lápiz cuya punta se dirige al centro del eje.

Al funcionar la palanca va girando en relación con el momento rotativo. El juego de palancas, los discos y el tubo bipartido giran con el eje.

Para el trazado de cuantos diagramas se deseen se desplaza el cilindro E revestido de papel, mediante el carro F, en dirección del eje.

El lápiz traza la curva del arco de torsión. Un segundo lápiz, que no se ve en la figura, traza la línea normal.

El cilindro E se puede correr hacia la izquierda para cambiar el papel sin peligro alguno.

CARLOS KOPPE, Ingeniero.

### Doble pulsómetro a vapor. (Véase modelo desmontable)

De todas las clases de aparatos que se utilizan para elevar agua por la acción directa del vapor, solamente han alcanzado importancia los *pulsómetros*. En estos aparatos se origina un efecto de succión y otro de presión lo mismo que si se tratara de bombas ordinarias. El efecto de succión se origina por la condensación del vapor y por lo tanto por reducción de la presión hasta ser inferior a la atmosférica.

El efecto de presión se verifica por la presión misma del vapor.

Los *pulsómetros* pueden construirse de simple o de doble efecto; en el primer caso consta de un solo recipiente en el cual se suceden el efecto de succión y el de presión; en el otro caso los recipientes son dos, asociados de tal forma que en uno de ellos es absorbido el líquido al mismo tiempo que en el otro el líquido que ya estaba absorbido es impulsado por el tubo de ascensión.

Los *pulsómetros* de simple efecto hoy ya casi no se emplean porque no ofrecen ventaja alguna en comparación con los de doble efecto.

Estos últimos en cambio son muy utilizados. Nuestro modelo desmontable presenta uno de ellos principalmente utilizado en minas, en estaciones de ferrocarriles, en buques, para llenar recipientes y en general tienen también una gran aplicación para trabajos en los que se trate de aguas sucias.

El funcionamiento de este aparato es el siguiente: La entrada del vapor es distribuida automáticamente por medio de la válvula de péndulo (18); el vapor entra por la válvula (7). Al lado de la cámara (19) en cuyo

cuello se hallan las válvulas de aire (8), se encuentran también las válvulas de succión (13) las de presión (4) y los tubos (1) y (5) correspondiendo respectivamente a la succión y presión. El dispositivo de chorro está constituido por dos tubos (15) y el órgano de distribución (3) y (22); este órgano deja entrar en la cámara el agua dando todo el tiempo necesario para la compresión del vapor. Al mismo tiempo por el otro tubo entra agua en la cámara de aire conectada al mismo (4); vuelve a ser expulsada al exterior cuando el órgano de distribución ha cambiado automáticamente a su otra posición.

Los *pulsómetros* se construyen de diferentes tamaños llegando hasta 10 metros cúbicos por minuto la cantidad de líquido que pueden suministrar.

Cuando el agua sea fría y empleando vapor seco puede obtenerse una altura de succión de 8 metros. La altura de presión a que puede suministrar el agua depende solamente de la presión del vapor que se utilice.

Generalmente no funcionan más que a 50 metros siendo conveniente el empleo de varios pulsómetros escalonados, cuando se trate de alturas mayores.

En comparación con las bombas de vapor, el pulsómetro necesita mucha mayor cantidad de vapor. Según estudios se necesita un kilo de vapor por cada 700 metros-kilogramos.

Los pocos gastos y la rapidez con que puede instalarse, hacen recomendable estos aparatos principalmente cuando se trata de instalaciones provisionales.

SANTIAGO LÓPEZ TAPIAS, Ingeniero E. y M.

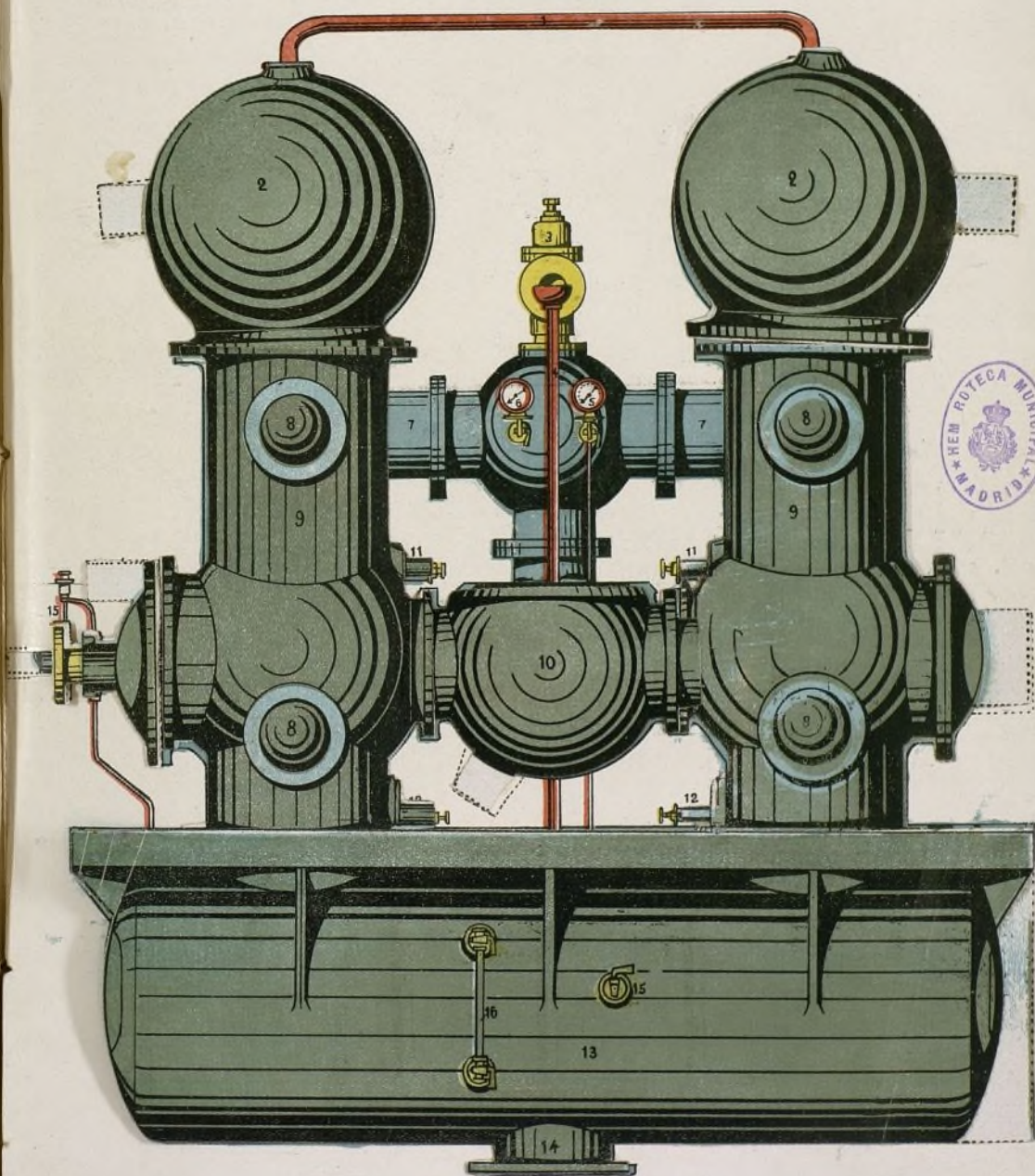


# BOMBA REGULADORA DE ALTA PRESIÓN N.º 79.

- 1.—Tubo de regulación.
- 2.—Recipientes de presión de aire.
- 3.—Válvula de seguridad.
- 4.—Tubo para el sobrante.
- 5.—Vacuómetro.
- 6.—Manómetro.
- 7.—Tubería de presión.
- 8.—Orificios de examen.
- 9.—Recipientes de presión.

- 10.—Recipiente abierto para agua.
- 11.—Válvulas en los tubos de presión.
- 12.—Válvulas en los tubos de succión.
- 13.—Recipiente de succión.
- 14.—Acoplo para el tubo de succión.
- 15.—Orifo para la salida del aire.
- 16.—Tubo de nivel.
- 17.—Tubos de succión.

- 18.—Costillares.
- 19.—Válvulas de succión.
- 20.—Válvulas de presión.
- 21.—Émbolo diferencial.
- 22.—Vástago del émbolo.
- 23.—Caja de estopas.
- 24.—Interior de 10.
- 25.—Engrase del vástago del émbolo.





I  
ciert  
elec  
dena  
gües  
por  
cho,  
zac  
proc  
o m  
fond  
el p  
de E  
men  
geor

I  
adap  
nicac  
inter  
de r  
cien  
*rela*  
solu  
de  
teji

col  
en l  
copi  
por  
les  
ban  
*mil*  
men  
está  
los  
SI =  
des  
tura  
*ción*  
ción  
foto  
y D  
SP  
men  
divi  
y C  
gen  
*rela*  
nota  
inte  
dec

de c



## Sobre algunas propiedades geométricas del haz de los tubos de rayos X

### Aplicación a la localización de los cuerpos extraños introducidos en el organismo

Las exigencias de la cirugía de guerra ha dado cierta actualidad a las investigaciones tendentes a la elección y después a la determinación métrica de coordenadas algebraicas apropiadas, situando sin ambigüedad los cuerpos extraños intraorgánicos, revelados por las imágenes radiográficas o radioscópias. De hecho, se han ideado numerosos métodos para la *localización radiológica*, según el vocablo adoptado. Los procedimientos operatorios de estos métodos son más o menos ingeniosos pero bastante semejantes en el fondo, pues todos están comprendidos, en suma, en el principio impuesto en 1896 por el descubrimiento de Busquet y Gascard utilizando las relaciones segmentarias suministradas por la similitud de figuras geométricas adecuadas.

Desde un punto de vista más general, se pueden adaptar las propiedades de simetría, sensiblemente cónica, de la emisión anticatódica a la organización de interesantes *manipulaciones matemáticas*, ilustrando de una manera inesperada muchos capítulos de esta ciencia. En particular las curiosas propiedades de la *relación anarmónica* y de la *homografía* dan una solución sencilla y muy elegante de la *localización* de los proyectiles alojados en la profundidad de los tejidos.

Sea O (véase la figura), la sección de un órgano colocado sobre la mesa radiológica AB, y que contiene en P un cuerpo extraño. Con el auxilio de un radioscopio se alinean sobre la perpendicular a AB, pasando por P (rayo de incidencia normal) dos pequeñas señales de plomo C y D: la señal C fija a la piel por una banda adhesiva y la señal D sostenida por un *gramil* T; la varilla graduada de este gramil da directamente la distancia  $CD = h$ . La placa fotográfica  $\varphi$  está dispuesta entre O y AB. El punto de emisión de los rayos X está colocado en S a una altura conocida  $SI = H$ , por encima de AB; esta posición de S es desde luego arbitraria en el plano horizontal de altura H; es suficiente que no esté sobre la *prolongación de la recta virtual* CD. Después de la excitación del tubo, se obtiene en C, E, F, las impresiones fotográficas de las señales y del cuerpo extraño C, P y D, suministradas por los rayos proyectores SC, SP y SD. Sobre el cliché revelado, se miden los segmentos  $CE = m$ ,  $EF = n$  y SR, paralela a AB. Las divisiones CPDR y CEF de las transversales CR y CF que cortan el haz de las cuatro rectas convergentes SR, SD, SP, SC, están en *perspectiva*; su *relación anarmónica* es constante; pues, según la notación admitida (CPDR) =  $(CEF \infty)$ , haciendo intervenir el punto al infinito de la división CEF, es decir, en valor absoluto (omitiremos los signos)

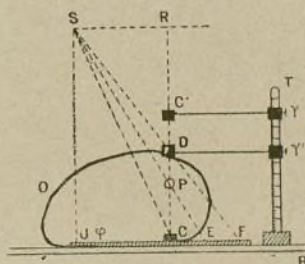
$$\frac{PC \cdot RD \cdot EF}{PD \cdot RC \cdot CE} = 1,$$

de donde

$$PD = x = \frac{h(H-h)}{m(H-h) + Hn},$$

fórmula fácil de calcular con los datos o valores conocidos, apesar de su complicación aparente. Se presta, desde luego, esta fórmula tan fácilmente como cualquiera otra, a los *cálculos gráficos* y a la construcción de *tablas*, *baremos* y aun *nomogramas*, dando por simple lectura los valores de  $x$ . La relación precedente puede todavía obtenerse directamente aplicando el *teorema de Menelaüs* al triángulo DCF cortado por la transversal SPE.

Para todas las posiciones de S en un mismo plano horizontal, la relación  $\rho$  de los segmentos  $m$  y  $n$  es constante y varía cuando S se desplaza según una vertical. Existe una posición de S para la cual  $\rho = 1$ , siendo entonces *armónico* el haz de las cuatro rectas SR, SD, SP, SC (esta consideración facilita la aplicación del método a la radioscopia). Si P coincide con



el centro de CD, no es posible formar un tal *haz armónico*, siendo S, en este caso, rechazado al infinito; si PD es superior a la mitad de CD, el haz no puede ser *armónico* no estando S por debajo de AB. Se puede calcular un valor teórico de H con un *error* mínimo relativo de la expresión  $x$ ; es suficiente para esto escribir que la relación  $\frac{dH}{dx} : x$  es nula. Un *error*

*sistemático* grave se introduce por la compresión de los tejidos en los decúbitos sobre la mesa de apoyo y contrariamente a la afirmación prematura de ciertos autores, este error no se elimina eligiendo, para la incógnita  $x$ , el segmento PD hacia la cara libre del órgano en lugar de PC hacia la cara apoyada; existen todavía otras causas de *errores sistemáticos* (asimilación del impacto a un punto geométrico; paralelismo y perpendicularidad aproximadas de las líneas de construcción; dimensiones notables de las imágenes que desvían más o menos los rayos protectores). El emplazamiento de la señal C al contacto de la placa fotográfica puede suscitar algunas dificultades de manipulación que se evitan fácilmente empleando una caja portaplacas; por lo demás, este emplazamiento no es obligatorio, siendo indiferente colocar C en C', en el espacio por encima de D y sobre el *rayo normal* PD; en este caso, C' está fijo a una corredera del



gramil y se toma para  $h$ , la distancia de las dos correares, que conducen las señales  $\gamma\gamma'$ .

La teoría de la *homografía* todavía permite simplificar la solución precedente empleando una sola señal D.

Dos divisiones que tienen la misma relación anarmónica y están conjugadas homográficamente forman así las divisiones CEF y CPDR. Luego R es en la división CPDR, el homólogo del infinito en la otra división; en una palabra, éste es el foco de aquél; el foco de CEF es el pie J de la perpendicular bajada de S sobre la mesa AB, y, por consiguiente, si se hace

$JE = \mu$ ,  $JF = \nu$ ,  $\frac{\mu}{\nu} = \rho$  y como antes  $PD = x$ , se tiene inmediatamente

$$RP + JE = RD + JF,$$

de donde

$$x = (H - h) \left( \frac{1}{\rho} - 1 \right).$$

Desplazando la única señal D sobre la trayectoria del *rayo normal* PD, se puede hallar una posición de D para la cual  $\rho' = \frac{1}{2}$ ; en este caso:  $x = H - h$ . La

investigación de esta posición se facilitará disponiendo sobre la pantalla fluorescente un pequeño *panógrafa* que permitirá sorprender fácilmente el instante en que E coincidirá con el centro de JF; es en efecto muy penoso medir los segmentos siguiendo exactamente sus variaciones al fulgor verdoso del platinocianuro.

Para obtener durante la *pose* fotográfica, una imagen del foco J, bastará adaptar al diafragma del *porta-*

*ampolla* un cruzamiento de alambres de plomo o un alambre de plomo centrados sobre el anticátodo, dejándolos durante la excitación del tubo.

Uno de los *puntos dobles* de las dimensiones homográficas está en C; el otro par se obtiene en la intersección de cada transversal CR y CF por la bisectriz del ángulo recto JSR. Estos *puntos dobles* son reales; no pueden existir otros, pues de lo contrario las dos divisiones serían idénticas.

En la práctica es cómodo utilizar estas dos soluciones: el documento radiográfico necesario estará completo con una sola *pose* fotográfica. La prueba radioscópica, también fácil en las posiciones en pie o acostado del paciente y con todos los *cuadros portampollas* ordinarios no exigirá más que una simple mirada sin desplazamiento del órgano en dos sentidos diferentes: ventaja importante, pues que todas las regiones del organismo no se prestan a un examen de frente y de perfil, sobre todo cuando se trata de la raíz de la pierna, del abdomen o del tórax. Además, desde el punto de vista geométrico, estas soluciones confirman que las propiedades de los haces anarmónicos constituyen de todos los métodos de *investigaciones* «tal vez el más general y el más luminoso» según la expresión del geómetra Rouché.

En fin, este procedimiento de localización permite el empleo de todos los *compases* o *indicadores* actualmente conocidos; se presta además a la construcción de un instrumento *indicador* muy económico para las instalaciones cuyas fuentes son inseguras o débiles: es suficiente procurarse el instrumento conocido de los dibujantes y de los estudiantes bajo el nombre de *panógrafa* para hacer un excelente *compás radiológico* improvisado.

## Métodos modernos de aplicación práctica a la industria en general

### Procedimiento y aparato para la ejecución de reacciones químicas por el empleo de arcos eléctricos difundidos por un efecto magnético

Se ha reconocido la conveniencia de envolver la superficie comprendida entre los electrodos, integralmente por arcos voltaicos, de modo que se obtenga una llama envolvente delgada y sin discontinuidad para la ejecución de reacciones, al fin de realizar el máximo de utilización y un rendimiento tan favorable como sea posible.

El procedimiento que vamos a exponer resuelve este problema en el sentido de que, en el procedimiento para la ejecución de reacciones químicas por el empleo de arcos voltaicos difundidos por un efecto magnético, los arcos voltaicos difundidos son adecuados a la constitución de una llama envolvente sin discontinuidad y sin boquetes, de una forma siempre invariable y haciendo actuar un flujo gaseoso a la vez sobre las dos caras de la llama, es decir de los arcos voltaicos desparramados.

Las ventajas particulares que se obtienen por este procedimiento, consisten en primer lugar en que debi-

do al movimiento determinado de los flujos gaseosos, que están sustituidos por sustancias que se han de someter a la reacción, la descarga de los arcos voltaicos se confina por ejemplo en el interior del horno en un espacio determinado de poco espesor, que tengan la forma de un disco o parecido a un cuerpo de rotación. Sobre el paso de la corriente determinado por los electrodos, se encuentran cantidades suficientes de gas yonizado que facilitan el paso de la corriente. Por este hecho se realiza una estabilidad no obtenida todavía hasta el presente, de la forma de la llama, lo que permite adoptar una tensión de llama relativamente baja y trabajar con un factor de reducción elevado entre la tensión del horno y la tensión de llama.

El segundo efecto original que permite obtener el presente procedimiento, consiste en que las materias que se han de someter a la reacción no penetran más que una sola vez, pero sobre una superficie tan extensa como es posible, en la llama formada, y que pueden,



inmediatamente después de su salida de la llama, ser refrigeradas por medio de gases de refrigeración a baja temperatura.

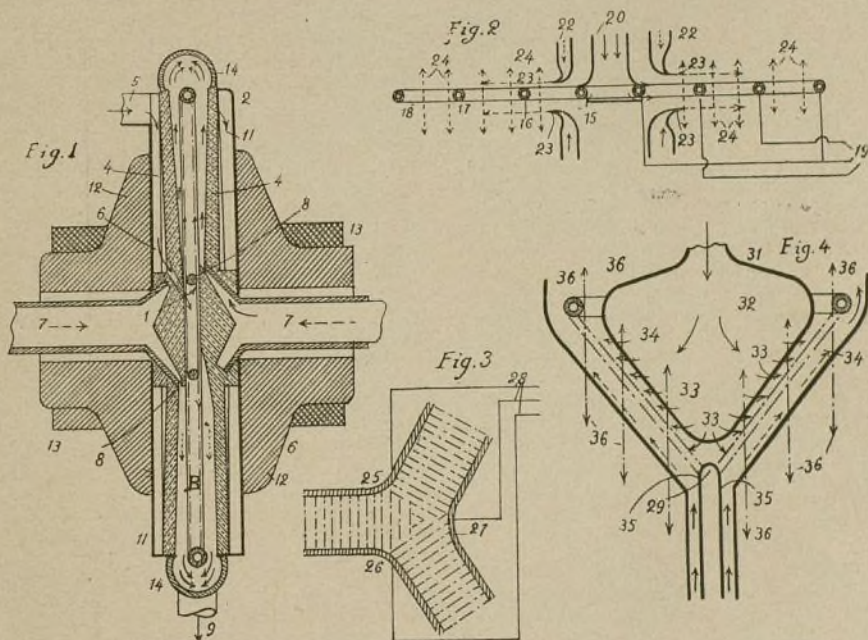
Esta refrigeración se efectúa entonces igualmente sobre una gran superficie por un contacto íntimo de las sustancias de reacción con las sustancias refrigerantes y por una mezcla gradual de las dos. De este modo se obtienen por este procedimiento de mezcla gaseosa después de la reacción, concentraciones del producto de reacción superiores a las alcanzadas hasta aquí en la práctica industrial. Esta ventaja es de una importancia considerable para la producción, por ejemplo, del óxido de azoe por medio del aire atmosférico.

En tercer lugar, el modo de operar según este pro-

cedimiento afluyen por un lado de la llama y los gases de refrigeración por el lado opuesto, siendo entonces los primeros arrastrados a través de la zona más caliente por medio de una aspiración producida por los segundos. También la aducción de los gases de reacción y de los gases refrigerantes puede verificarse por el mismo lado de la llama extendida de tal manera que los primeros proceden directamente de la zona más caliente y se enfrían enseguida por el flujo de los gases de refrigeración que encuentran.

Este enfriamiento puede tener lugar sea por un lado de la llama sea por los dos lados.

El gas de refrigeración insuflado permite determinar una gran caída de temperatura entre la zona de



cedimiento impide la vuelta de los productos de reacción a la llama y una permanencia prolongada de estos productos en la llama, de tal suerte que, gracias al gran descenso de temperatura que se conserva entre la zona de reacción y la zona de refrigeración, se evita una redisociación del producto o una disociación de los cuerpos que no han tomado parte en la reacción.

Según la naturaleza respectiva del doble cambio que se trata de obtener en el horno eléctrico entre las sustancias que se han de insuflar, se pueden distinguir dos grupos: los gases de reacción propiamente dichos entre los cuales debe efectuarse el doble cambio y los gases de refrigeración cuya insuflación no tiene más objeto que un enfriamiento lo más rápido posible de los primeros por debajo de la temperatura de disociación del producto obtenido. La aducción de estos gases en la llama al objeto de darle su forma, puede entonces tener lugar de tal manera que los gases de reac-

ción y la zona de refrigeración, sea de un lado de la llama formada por arcos voltaicos sea por dos lados de la llama. La gran caída de temperatura que produce el gas de refrigeración, ofrece cierta ventaja que las paredes del horno, es decir los materiales con que está construido el horno, no han de sufrir el calor directo de los arcos voltaicos, sino que se encuentran así protegidos y duran en consecuencia mucho más tiempo.

La refrigeración puede tener lugar en muchos puntos a la vez y la evacuación de los productos obtenidos fuera del radio de la zona de reacción puede hacerse en un solo punto o en muchos.

Para la refrigeración, en vez de un gas enfriado o de un gas de una composición idéntica a la de la mezcla del gas primitivo (el aire atmosférico, por ejemplo cuando se trata de producir óxidos de azoe) o el que ofrezca un contenido inferior al de la mezcla gaseosa primitiva en sustancias utilizadas en la reacción (los



gases residuarios de la fabricación del ácido prúsico y de otras reacciones que se efectúan según un ciclo) se pueden insuflar también sustancias en forma de polvos mezclados, por ejemplo, a un gas: Estas sustancias pueden, por ejemplo, formar compuestos con las sustancias de reacción.

Al enfriamiento convienen igualmente compuestos halógenos, óxidos metálicos y otros compuestos similares que se disocian por el calor con desprendimiento de gas o de vapor útiles para la reacción y que, al disociarse, absorben calor.

El desparramamiento de los arcos en llama y su reunión en una cortina de llama de poco espesor y sin discontinuidad, presentan la gran ventaja de permitir ramificar un cierto número de electrodos paralelos (electrodos anulares o en forma de barras) que se pueden disponer en un plano único o en varios planos paralelos, por ejemplo, sobre las diversas fases de un sistema polifásico, sin temor a una carga desigual de las diferentes fases ni extinción de la llama.

Las figuras anexas representan a título de ejemplo varias formas de ejecución del procedimiento que describimos.

La figura 1 representa un corte vertical según el eje longitudinal de una primera forma de ejecución.

La figura 2 representa un corte vertical esquemático según el eje longitudinal de una variante.

La figura 4 muestra un corte vertical esquemático según el eje longitudinal de una tercera variante.

En la figura 1, dos electrodos anulares metálicos, 1 y 2, se montan concéntricamente en un plano vertical. Estos dos electrodos anulares se hallan colocados entre dos discos (4) que preferentemente son de arcilla refractaria, alojándose en una cámara (11). Las sustancias de reacción que se han de tratar se introducen en esta cámara por medio de un tubo (5), pero por la parte exterior de los discos refractarios (4) y por las aberturas 6 en forma de ajustadores de la parte central de los discos 4, en el espacio interior del electrodo anular interno (1). La cámara (11) se halla colocada entre dos piezas polares (12) cada una de las cuales está provista de un arrollamiento de excitación (13). Dos tubos (7) refrigerados por circulación de agua, están fijos respectivamente a los centros de las piezas polares (12) que lindan con dos orificios en forma de tubillo adicional, (8), que alternan con los orificios (6) de la parte central de los discos (4) y que vienen a terminar junto al electrodo (1), en el espacio (3) situado entre los dos electrodos anulares (1) y (2). Exteriormente, el espacio comprendido entre los dos discos (4) está cerrado por una doble envoltura (14) de circulación de agua y contiene un tubo de escape (9). La envoltura (14) se puede también proveer de varios de estos tubos de escape.

Con este aparato el procedimiento se ejecuta de la manera siguiente:

Se disponen uno o varios arcos voltaicos entre los electrodos (1) y (2), por ejemplo, mediante un cortocircuito o por otros medios conocidos; con la ayuda de un campo magnético generado por los electroimanes (12) y (13), se imprime un movimiento giratorio muy rápido, o un movimiento oscilatorio de una gran amplitud, de tal manera que resulta un disco homogéneo y espacido formado por el arco voltaico. Durante sus desplazamientos los arcos voltaicos encuentran por

todas partes una distancia uniforme de los dos electrodos entre sí, lo que facilita su conservación. A este disco de llama, se llevan entonces los gases de reacción que penetran por el tubo (5) en la cámara (11) en donde se recalientan y desde allí a los adicionales (6) en el espacio interior del electrodo anular interno (1), para venir a lamer los dos lados del disco formado por los arcos voltaicos.

Los gases de refrigeración, destinados a asegurar la de los gases de reacción se inyectan a una gran velocidad a través de los tubos (7) y los adicionales (8), en la cámara de reacción entre los discos (4) pasando a rozar la capa de gas de reacción del lado opuesto al disco formado por los arcos voltaicos. La acción combinada de los dos flujos de gas diferente, tienen por resultado evitar que los arcos voltaicos se muevan perpendicularmente al disco que éstos forman obligándolos, por el contrario a conservar la forma de un disco delgado. En la periferia exterior del disco formado por el arco voltaico, los gases de refrigeración se mezclan con los gases de reacción en el recinto que encierra la doble envoltura (14), del cual se escapa la mezcla o es aspirada a través del tubo (9).

El conjunto del dispositivo permite dar al disco formado por el arco voltaico y a la zona de reacción, un espesor relativamente pequeño (de algunos centímetros solamente) y mantener el disco de llama en el mismo plano sin ninguna desviación lateral. De esto resulta, entre la zona de reacción y la capa de gas de refrigeración, una estrecha capa de separación. Debido a la acción aspirante de los grifos de gas de refrigeración, que se pueden regular a voluntad, los gases de reacción al atravesar la capa de separación, se enfrían siendo rechazados hacia la periferia exterior. La penetración gradual del gas de reacción que acaba de ser tratado en la zona de reacción, se efectúa entonces, por decirlo así, en las zonas de refrigeración, de una manera uniforme sobre toda la superficie del disco formado por el arco voltaico.

Según la naturaleza respectiva de la muestra de los gases que se han de tratar, los tubitos adicionales (8) pueden colocarse sobre una periferia de un radio más grande o más pequeño. El horno puede funcionar bajo presión o a vacío parcial. Cuando se trata de ejecutar una reacción química entre gases y sustancias en estado de polvo, el electrodo central se provee preferentemente de un dispositivo anular en forma de ventanilla, o dispositivos separados, a través de los cuales el polvo se insufla en el disco formado por el arco voltaico con la ayuda, por ejemplo, de un gas bajo presión.

En la figura 2 un disco horizontal formado por un arco voltaico se mantiene entre electrodos anulares (15), (16), (17) y (18), que se ramifican en un sistema monofásico o polifásico (19). Un conducto (20) indicado esquemáticamente en la figura, desemboca en la proximidad de los adicionales (21) situados en la proximidad del electrodo interior, y sirve para la aducción de los gases de reacción recalentados que llegan de cada lado del electrodo interior (15). Los gases de refrigeración se insuflan por conductos (22) que desembocan en adicionales separados (23) dispuestos circularmente. Las flechas (24), perpendiculares al plano de los electrodos indican la dirección del campo magnético pulsatorio o constante. En lugar de los cuatro electrodos anulares pueden ser solo tres y el sentido



del movimiento de los gases de refrigeración, en vez de ser paralelo a los electrodos, como se indica en la figura, puede también ser oblicuo en relación a los electrodos ya sea convergente o divergente en relación a estos últimos; por encima de los electrodos, por ejemplo, se aproximan oblicuamente a éstos y por debajo de los mismos se separan oblicuamente. La ejecución del procedimiento con este dispositivo se verifica del mismo modo que con el aparato de la figura (1) como hemos descrito.

La figura 3, es una forma de ejecución de un dispositivo para la verificación del mismo procedimiento, en el cual los electrodos horizontales (25), (26) y (27) están conectados con un sistema trifásico y tienen la forma indicada en el dibujo, estando las separaciones de los electrodos entre sí poco más o menos comprendidas en la zona de reacción. Los electrodos pueden también estar inclinados bajo dos ángulos iguales con relación al plano horizontal. Por la acción de un campo magnético, e introduciendo los gases de reacción y los de refrigeración exactamente como en el dispositivo según la figura 2, se obtiene en las zonas de reacción un disco homogéneo y delgado formado por el arco voltaico.

Los dispositivos representados en las figuras 2 y 3 pueden montarse en varios pisos, unos encima de los otros para obtener un horno de gran rendimiento en un bloque de materiales refractarios. La insuflación a través de los tubitos adicionales para el gas de refrigeración de las figuras 1 y 3, puede también hacerse en sentido opuesto y según direcciones oblicuas entre sí. Estos adicionales, en vez de colocarse en el centro del horno, pueden también adaptarse a su periferia exterior y ser dirigidos contra la corriente por relación a los gases de reacción.

La forma de ejecución de un dispositivo para la

ejecución de este procedimiento con el aparato representado en la figura 4, comporta un electrodo en forma de barra (29) y un electrodo anular (30), opuesto. Los gases de reacción penetran en (31) en una cámara (32) en donde se recalientan a una alta temperatura. Los orificios (33), que están repartidos de una manera apropiada en la pared de esta cámara, dejan pasar los gases de reacción al compartimiento de reacción 34 que envuelve a la cámara (32). Un tubo adicional anular (35), que abraza el electrodo (29), permite insuflar en la cámara de reacción (34) gas de refrigeración, frío.

Un electroimán (que no está representado en la figura) ejerce sobre los arcos voltaicos una atracción magnética; las flechas de puntos (36) indican el campo magnético. Las líneas de fuerza magnéticas pueden sin embargo tener en todas las formas de ejecución una dirección cualquiera; importa solamente que corten la figura formada por los arcos voltaicos.

Encendidos los arcos voltaicos entre los dos electrodos (29) y (30), cuya separación entre sí es en todos sentidos aproximadamente uniforme, y obrando el campo magnético sobre los arcos voltaicos, se determina la formación de una llama cónica. El gas de reacción pasa a través por los orificios (33) de la cámara (32) en donde se ha recalentado, viniendo a atravesar la llama cónica formada por arcos voltaicos, debido en parte a la acción aspirante que ejercen los gases de refrigeración insuflados por el adicional anular (35). En este dispositivo la dirección separada imprimida a los gases, impide igualmente que los arcos voltaicos, que constituyen aquí un cono luminoso homogéneo, se separen por el lado del cono que puede suponerse existe entre los dos electrodos. Los gases de refrigeración desempeñan aquí el mismo papel que en el aparato representado en la figura 1.

## Las aleaciones modernas

Debemos, ante todo, decir que las aleaciones se preparan fundiendo primeramente el metal, que con más dificultad se liquida; se deja enfriar hasta alcanzar su punto de solidificación, directamente se añade el de más fácil liquidación o bien previamente fundido, se calienta después de cada nueva adición de metal a temperatura muy elevada y se agita continuamente toda la masa metálica con una barra o palo de madera, dura y resistente; se deberá abstenerse de usar barras o palos de composición de hierro u otras de composición metálica para evitar reacciones y alteraciones durante el proceso de las aleaciones. Por la fusión las aleaciones quedan uniformes, pero si se funden repetidas veces cambian radicalmente sus propiedades. Sobre éstas influye mucho la manera como ha sido preparada la aleación de tal modo que el conocimiento u origen de la composición de una aleación no siempre es suficiente para poderla imitar. Ciertos técnicos metalúrgicos preparan una aleación fundiendo un metal con el óxido del otro, y añadiendo carbón. Otros la preparan haciendo actuar los vapores de un metal sobre otro metal (latón, cobre y vapores de cinc); finalmente otros siguen por vía galvanométrica, por ejemplo, una capa de latón o bronce sobre otros metales. En la gran

industria moderna, es decir, en la actual, la contemporánea, las aleaciones son muchas y de infinitas aplicaciones: el cobre blanco, el latón, el metal de campanas, el bronce, el bronce de cañones (*Geschütz-metal*), bronce de cojinetes (*Lagermetalle*), el exorbitante número de aleaciones del estaño, metal para tipos de imprenta, metal de espejos son de aprovechamiento ilimitado e imprescindible. La operación que se efectúa por enfriamiento lento de metales, es con el objeto de separar la plata del plomo y para la purificación del estaño. Se ha logrado hacer aleaciones para termómetros, cambiando y modificando las proporciones de los componentes que integran, dando por resultado una serie muy notable de aleaciones cuyos puntos de fusión difieren regularmente de una aleación a otra en determinado número de grados; poniendo pruebas de estas aleaciones en un aparato apropiado como por ejemplo, en una estufa, se puede conocer su temperatura fijándose en el número de la aleación fundida y en el de las de punto de fusión determinado, como aparato de seguridad.

Vamos a exponer con sus fórmulas las aleaciones que la industria metalúrgica ha lanzado al mercado, notablemente modificadas y transformadas:



**Aleaciones de antifricción.**—Estas son las que sirven para el revestimiento de los cojinetes o bien se utilizan de sostén al eje o árbol de una pieza rotativa. Estas aleaciones han de reunir seis condiciones: 1.ª Resistir el empuje que sobre ellas se transmite, que suele ser de 25 a 28 kilogramos por centímetro cuadrado. 2.ª Que no sean difícilmente fusibles. 3.ª Que no se calienten rápidamente. 4.ª Que ofrezcan la menor resistencia posible al rozamiento. 5.ª Que no se desgasten rápidamente. 6.ª Que sean lo más económicamente posible.

Por el cuadro que sigue indicamos las fórmulas de composición de los metales de antifricción:

Nomenclatura de las aleaciones	Estáño	Cobre	Cinc	Plomo	Antimonio	Hierro	Fósforo
Metal antifricción . . .	98,13	1,60	—	—	Indicados	—	—
Metal blanco . . . . .	—	—	—	87,92	12,08	—	—
Metal que sirve para recubrir las piezas de bronce	Indicados	—	—	84,87	15,10	—	—
Metal Delta . . . . .	2,37	92,39	—	5,10	—	—	—
Metal Magnolia . . . . .	—	—	Indicados	83,55	16,45	—	—
Metal Ajax . . . . .	10,98	81,24	—	7,27	—	—	—
Metal americano . . . . .	8,00	76,89	—	15,00	—	—	0,20
Metal de Hooghe . . . . .	—	5,00	—	—	10,00	—	—
Metal de Hooghe . . . . .	70,30	9,75	—	—	19,52	—	—
Metal inglés número 1 . . . . .	50,00	92,52	—	2,00	4,00	—	—
Metal de Babbit, número 1 . . . . .	82,00	1,00	—	—	11,00	—	—
Bronce al tungsteno . . . . .	9,58	5,00	—	—	—	—	0,94
Bronce fosforoso . . . . .	10,22	79,17	—	9,61	—	—	—
Aleación de Fenton n.º 1 . . . . .	14,50	5,50	80,00	—	—	—	—
Aleación para grifos de bombas . . . . .	21,00	7,00	72,00	—	—	—	—
Aleación para cojinetes . . . . .	29,30	4,20	66,50	—	—	—	—
Ferrocarriles de Westfalia . . . . .	82,00	7,00	—	—	11,00	—	—
del Rhin . . . . .	82,00	6,00	—	—	12,00	—	—
de Hannover . . . . .	86,81	5,57	—	—	7,62	—	—
de Baviera . . . . .	90,00	2,00	—	—	8,00	—	—
de Lyon . . . . .	—	—	—	80,00	20,00	—	—
de Orleans . . . . .	20,00	—	—	60,00	20,00	—	—

**Aleaciones antimagnéticas.**—Estas aleaciones tienen por objeto evitar la influencia magnética que sobre los objetos con ellas construidas pudieran ejercer la maquinaria eléctrica, colocadas a poca distancia de los mismos. Se emplean principalmente para la construcción de cronómetros, relojes, etc. El coeficiente de elasticidad de las aleaciones utilizadas para construir los resortes en espiral, debe por lo menos ser de igual valor que el del acero templado, y para el péndulo deben estar perfectamente definidos sus coeficientes de dilatación. Para esta clase de aleaciones indicaremos las fórmulas que preceden:

Fórmula de Pallard	IV
I	Paladio . . . . . 45 a 50
Paladio . . . . . 60 a 75	Cobre . . . . . 15 a 25
Cobre . . . . . 15 a 25	Oro . . . . . 2 a 5
Hierro . . . . . 1 a 5	Níquel . . . . . 2 a 5
II	Platino . . . . . 2 a 5
Paladio . . . . . 50 a 75	Acero . . . . . 2 a 5
Cobre . . . . . 20 a 20	Plata . . . . . 15 a 25
Hierro . . . . . 5 a 20	
III	Fórmulas de Asterman y Lacroix
Paladio . . . . . 65 a 75	Oro . . . . . 30 a 40
Cobre . . . . . 15 a 25	Paladio . . . . . 30 a 40
Oro . . . . . 1 a 25	Rodio . . . . . 0,1 a 5
Níquel . . . . . 1 a 5	Cobre . . . . . 10 a 20
Platino . . . . . 15 a 2	Plata . . . . . 0,1 a 5
Acero . . . . . 1 a 5	Manganeso . . . . . 0,1 a 5
Plata . . . . . 3 a 10	Platino . . . . . 0,1 a 5

La aleación denominada *woltina* es una composición de tungsteno (Wolfram) y platino que se utiliza para la construcción de péndulos.

**Aleaciones para resistencias eléctricas.**—Los alambres empleados en las bobinas de resistencia, volímetros, reductores, etc., deberán tener una resistencia invariable a la temperatura. La aleación debida y aconsejada por Weston es la siguiente: cobre de 70 por 100 y de ferromanganeso de 30 por 100. Otra aleación es la de cobre 65 a 70 partes, ferromanganeso de 25 a 50 partes y níquel de 2,5 a 10 partes; esta aleación ofrece una resistencia menor cuando la temperatura se eleva. En vista de la importancia que la industria eléctrica requiere, varios metalúrgicos se dedicaron a estudiar sobre esta clase de aleaciones que dieron lugar a nuevas aleaciones que se verá en el siguiente cuadro y al mismo tiempo exponemos la resistencia y el coeficiente de temperatura de las aleaciones para resistencias eléctricas:

	Plata alemana	Rheotax	Níquelina de Obermayer	Níquel patentado	Aleación de níquel-manganeso-cobre
Cobre . . . . .	60,10	53,38	61,63	74,41	72,00
Cinc . . . . .	25,37	16,89	19,67	0,23	—
Hierro . . . . .	0,30	4,46	0,24	0,42	—
Níquel . . . . .	14,03	25,31	18,46	25,10	3,00
Cobalto . . . . .	—	—	0,19	Indicados	—
Manganeso . . . . .	—	0,37	0,18	0,73	24,80
TOTAL . . . . .	99,80	100,41	100,37	100,29	99,80
Resistencia específica . . . . .	30,00	52,50	32,20	*34,20	47,70
Coeficiente de la temperatura . . . . .	0,00036	0,00041	0,00030	0,0019	0,00003

**Aleaciones fusibles.**—Estas fórmulas son a temperaturas distintas:

	Estáño	Plomo	Bismuto	Cadmio	Punto de fusión
Aleación de Newton . . . . .	3	5	8	—	95°
» » Rose . . . . .	207	36	420	—	100°
» » Homberg . . . . .	1	1	1	—	122°
» » Darset . . . . .	1	1	2	—	95°
» » Wood . . . . .	4	2	8	2	68°
» » Lipowitz . . . . .	8	8	15	3	70°

**Aleaciones de seguridad para corrientes eléctricas.**—Son los cuatro siguientes:

	Plomo	Cadmio	Bismuto	Estáño	Punto de fusión
Fórmula I . . . . .	267	100	500	133	63,0
» II . . . . .	240	108	501	142	65,5
» III . . . . .	344	62	500	94	76,5
» IV . . . . .	250	—	500	250	95,0

**Aleaciones de seguridad para tapones fusibles.**—Son las cinco siguientes:

	Plomo	Cadmio	Bismuto	Estáño	Punto de fusión
Fórmula I . . . . .	2	—	5	3	94,4
» II . . . . .	1	—	5	4	118,8
» III . . . . .	—	—	1	2	167,7
» IV . . . . .	—	—	3	1	200,0
» V . . . . .	1	—	—	1	241,0

Variando convenientemente las proporciones de los distintos metales, se obtienen puntos de fusión distintos, que permiten preparar tapones de seguridad para las calderas de vapor, con arreglo a las fórmulas del cuadro que precede:



	Bismuto	Plomo	Cinc	Punto de fusión	Presión de vapor
Fórmula I . . .	8	5	3	100°	1 atmósfera
II . . .	8	8	4	113°30'	1 1/2 "
III . . .	8	8	3	123°	2 "
VI . . .	8	10	8	130°	2 1/2 "
V . . .	8	12	8	132°	3 "
VI . . .	8	19	14	143°	3 1/2 "

	Bismuto	Plomo	Cinc	Punto de fusión	Presión de vapor
Fórmula I . . .	8	16	12	146°	4 atmósfera
II . . .	8	22	24	154°	5 "
III . . .	8	32	36	160°	6 "
IV . . .	8	32	28	166°	7 "
V . . .	8	30	24	172°	8 "

**Aleaciones de cobre.**—Entre las muchas aleaciones del cobre, la primera es el *latón*; ésta se compone de 3 partes de cobre, 1 parte de cinc y 1 a 2 partes de plomo, que es la aleación del *latón moderno*, pues en el antiguo no entra el plomo y las proporciones de cobre y cinc no guardan relación alguna.

El *bronce* es una aleación de cobre y estaño que se añade un poco de cinc y de plomo. El *bronce para campanas*, consta: cobre 75 á 80 partes; estaño, 20—25 partes y 2 á 3 partes de cinc y plomo; el

**Aleaciones plásticas.**—Son utilizadas para reproducir monedas, medallas, clichés, etc., por medio de la presión, cuyas aleaciones son: *aleaciones para moldes*: aleación de *Homborg*, 3 kilogramos de bismuto, 3 kilogramos de plomo y 4 kilogramos de estaño. *Aleaciones de Kraftt*, 5 kilogramos de bismuto, 2 kilogramos de plomo y 1 kilogramo de estaño.

**Aleaciones para clichés estereotípicos.**—Primera fórmula: 100 kilogramos de plomo y 16 kilogramos de antimonio; segunda fórmula: 60 kilogramos de plomo, 15 kilogramos de antimonio y 10 kilogramos de estaño.

El químico M. Watter ha preparado una aleación que tiene la propiedad de adherirse fuertemente al vidrio, pudiendo servir por consiguiente para unir tubos de vidrio, cerrarlos herméticamente, etc., constituida por 95 por 100 de estaño y 5 por 100 de cobre y se prepara vertiendo el cobre en el estaño previamente fundido agitando la mezcla con un agitador de madera viértendola en moldes o convirtiéndola en grana y después forjándola y laminándola.

**Aleaciones para soldaduras.**—Las composiciones éstas son:

Denominación	Composición	Fundente	Punto de fusión
Soldadura ordinaria de plomo . . .	1 parte de Sn; 3 partes de Pb	Colofonia	226°
de estaño . . .	1,5 partes de Sn; 1 parte de Pb	Colofonia o cloruro de cinc	168°
superior de estaño . . .	2 partes de Sn; 1 parte de Pb	"	171°
de plata, acero . . .	19 partes Ag; 1 parte Cu; 1 parte latón	Borax	sobre los 428°
de oro . . .	12 partes An; 2 partes Ag; 4 partes latón	"	" 428°
de bismuto . . .	4 partes Pb; 4 partes Sn; 1 parte Bi	Colofonia o cloruro de cinc	160°

*bronce de cañones*, está constituido de cobre, 89 á 91 partes; estaño, 9 á 11 partes y cinc de 1 á 15 partes. El *bronce fosforoso*, se obtiene del bronce ordinario por adición de 0,5 á 0,8 partes de fósforo (raras veces, y para fines especiales, hasta 3 partes que se agrega en forma de liga de fósforo y cobre o de fósforo y cinc). El *bronce estatuuario* contiene el 2 por 100 de plomo y el 5 por 100 de cinc). El *argentan (pakhong, neusilber, maillehort, alpaca)* es una aleación en proporción variable, esto es: Cobre, 60 por 100 + cinc, 24 por 100 + Níquel, 16 por 100. En las importantes fábricas metalúrgicas de la casa Krupp, según los tipos fabricados, los denomina de 1.ª calidad cuando contiene aproximadamente 17 por 100 de níquel; de 2.ª con 12 por 100; de 3.ª con 8 por 100 y de 4.ª inferior de 5 por 100 de níquel.

Los objetos de esta aleación han recibido el nombre de *Cristofle*.

El *bronce siliciado* contiene cantidades pequeñas y variables de silicio, el cual actúa como el fósforo y hace al metal menos dilatado, aun conservando la buena conductibilidad eléctrica, de suerte que se presta para fabricar hilos telegráficos y telefónicos. El *bronce al manganeso* contiene hasta el 30 por 100 de manganeso que funciona como el fósforo para fijar el oxígeno pero sustituye también a una buena parte del estaño; es muy duro y tenaz y se presta para construir las hélices de los barcos. Los *bronces de aluminio* y de *wolframio (tungsteno)* están compuestos por estos metales en proporciones análogas a las ya indicadas.

La casa Bostler y C.ª de Dresde (Alemania) ha lanzado últimamente una soldadura en pasta denominada *Löt-Blitz* que se desle en agua y con ella se embadurna el recipiente bien pulimentado, sin desmontarlo; se calienta luego directamente con la lámpara de bencina y se obtiene sin más operación un estañado homogéneo y duradero con sorprendentes resultados.

**Aleaciones de color.**—Estas se caracterizan por dar un color especial, mejor dicho, imitando a ciertos metales, tales como la plata y el oro que difícilmente se distingue a simple vista con la verdadera; únicamente por análisis se puede lograr descubrir su procedencia; exponemos las fórmulas de estas aleaciones: *imitación a la plata*. 1.ª fórmula: se funde 190 partes de estaño y 60 partes de metal de campana juntamente y se añaden 320 partes de estaño. 2.ª fórmula: 40 partes de níquel, 50 partes de cobre, 10 partes de cinc, 10 partes de hierro, 10 partes de antimonio y 10 partes de estaño.

*Imitación al oro.*—Se prepara con 16 partes de cobre, 1 parte de cinc y 7 partes de platino.

**Aleaciones japonesas.**—Son notabilísimas por su color. La llamada *skaku-do* es una aleación de 94,60 por 100 de cobre, 1,56 por 100 de plata, 3,73 por 100 de oro y 0,11 por 100 de plomo; el color es de púrpura purísimo. La denominada *Kuromi* está constituida por 98,04 por 100 de cobre y 1,96 por 100 de antimonio.

**Aleaciones piroféricas.**—Estas aleaciones pirofó-



ricas dan abundantísimas chispas por un ligero frote; 1 gramo de estas aleaciones pulverizadas produce millares de chispas; un trocito sólido con un peso de 1 gramo da por término medio de 760 a 890 chispas por fricción; de aquí su importancia y sus aplicaciones a los fuegos artificiales, lámparas de señales, lámparas de automóviles, encendedores de mina, de gas, de motores, aparatos fotográficos y finalmente para los encendedores automáticos de bolsillo. La primera materia para su composición es de unos metales raros, el cerio, lantano, praseodimio y neodimio; unos cuantos gramos de estas aleaciones se cotizaban a precios fabulosos, pero actualmente el kilo se vende a 120 pesetas, debido a la perfección de obtención por electrolisis de los cloruros fundidos de aquellos metales raros. Estas aleaciones pirofóricas se entregan al mercado en bloques de 10 kilogramos, con el nombre de metal *Auer*. El químico austriaco Auer de Welsbach es a quien se le deben estas modernísimas aleaciones. El *ferrocero* es la mejor aleación que se conoce y se compone de 53 partes de cerio, 15 partes de hierro,

para endurecer la aleación se emplea el bismuto o antimonio 2 partes; cobre 5 partes que le comunica fusibilidad y facilidad para el moldeado; 25 de aluminio o magnesio da un producto frágil y fácilmente desintegrable. El silicio debe considerarse como una impureza muy común para lo demás; el carbono lo es también y el *ferrocero* pierde pronto su eficacia si no se le conserva en aceite. El platino al 25 por 100 aumenta grandemente la propiedad pirofórica, y el mercurio da aleaciones casi explosivas.

La liga o adición de metales para formar estas aleaciones se realiza mediante aparatos adecuados, en hornos o convertidores herméticamente cerrados, aislados por consiguiente del contacto del aire, de lo contrario se oxidan y se encienden con relativa facilidad; una vez fundida la aleación, y cuando ésta se solidifica, entonces el proceso de la operación se da por terminado y no corre peligro alguno a la oxidación, ni a incendios espontáneos, permaneciendo inalterable a los cambios atmosféricos.

ANGELO DE ARAMBURU Y GARCÍA.

## Uniones de cables de alta tensión

M. D. W. Roper ha establecido las condiciones esenciales del buen funcionamiento de las uniones de los cables que han de funcionar bajo tensiones superiores a 10.000 voltios y más particularmente de las tensiones que pasan de 20.000 voltios.

Entre las numerosas Sociedades que han establecido recientemente distribuciones a 20 o 25.000 voltios, existen algunas que han adoptado para las uniones de cables disposiciones inspiradas en las que funcionan bien bajo tensiones notablemente inferiores. Es muy raro que estas uniones puedan prestar buen servicio a 20.000 voltios o más que es lo que ha dado lugar a que otras compañías hayan exagerado las precauciones y adoptado para esa tensión tipos de uniones demasiado costosas, cada una de las cuales exige para su terminación el trabajo de tres hombres durante día y medio.

La experiencia enseña que no existe ninguna semejanza entre los métodos adoptados en diversas partes y que a ciertas sociedades las uniones les cuesten 150 pesetas de mano de obra, mientras que a otras no les cuestan más de 25 pesetas. En unos sitios las uniones se hacen en menos de medio día, en otros exigen más de dos días su terminación: es ésta una consideración que no es despreciable como la del tiempo necesario para la reparación de los cables y en particular de la compostura de las uniones que deben, en ciertos casos, ejecutarse en un término muy reducido.

No carece pues de interés conocer las instrucciones de M. Roper, por lo menos en sus grandes líneas.

1.º La envoltura del cable debe cortarse a una distancia suficiente para que sea posible aplicar el aislamiento apropiado en toda la extensión de la unión misma, sin por esto exponerse a deteriorar más o menos gravemente el aislamiento mismo de los cables.

2.º Los tubos o forros de unión que se empleen deben presentar una capacidad de corriente por lo menos igual a la de los conductores.

3.º Estos mismos tubos deben presentar extremos

cuidadosamente achaflanados, redondeados o afinados, al objeto que no subsista en estos puntos ninguna rebaba o aspereza que pueda ofrecer algún peligro para el aislamiento.

4.º Es necesario que entre los cables se interponga un aislamiento sólido y los separe de sus forros de manera que las posiciones relativas de los cables y de los forros no sean susceptibles de cambiar ulteriormente.

5.º El relleno debe hacerse por medio de un compuesto de un poder dieléctrico bastante elevado y que no disminuya sensiblemente a la temperatura máxima que alcance el cable al funcionar.

No es necesario que esta materia sea higroscópica.

No representa ninguna desventaja que se rompa esta misma materia al asentarse cuando se enfria, ni cuando sufre el efecto de grandes fríos.

Es necesario que antes de asentarse la materia aisladora empleada, sea bastante fluida para penetrar en todos los orificios rellenándolos perfectamente.

Conviene que se pueda sacar con facilidad sin perjudicar el aislamiento alrededor de los conductores.

Conviene, en fin, que esta materia no tenga un coeficiente de dilatación demasiado elevado.

6.º La aplicación del aislamiento y el relleno con el compuesto deben hacerse de tal manera que no se produzcan ni vacíos ni cavidades.

7.º Es necesario que la unión esté absolutamente exenta de humedad.

8.º Si el relleno se hace con un compuesto a punto de fusión poco elevado es necesario tener mucho cuidado de evitar las reentradas de la materia en el cable a las temperaturas más elevadas en las cuales se haya recorrido.

9.º La colocación dada a las uniones, su modo de apoyarlas y su protección deben satisfacer a todas las condiciones de seguridad y no exponer las uniones a ningún deterioro derivado de los contactos posibles.



## La lucha por el éxito

Viene acostumbrado el lector, en estos tiempos, a la presentación de diagramas que le enseñan la medida extraordinaria en que todo se ha desenvuelto en el último cuarto, o en la última mitad del siglo: la extracción del carbón y la población de las ciudades, el alcance de los cañones y el consumo de jabón, la longitud de los ferrocarriles y el sueldo de los tenores, la circulación de los periódicos y la duración de la vida. Algo hay, sin embargo, de lo que nunca logra estadísticas, aunque se ha desarrollado más que ninguna otra cosa: la *ambición*.

Ha llegado a la categoría de vulgaridad que el gran impulso de todo humano esfuerzo es el hambre y el amor. Pero esta afirmación no es verdadera más que en cierta fase de la civilización: la mujer y el pan son el fin de la lucha del hombre tan solo mientras no ha sobrepasado el nivel de la animalidad. En un grado superior entra en juego en muchos hombres, los más fuertes de todos, un tercer estímulo: la ambición. La gente desea brillar, lograr fama, ser admirada, envidiada e imitada.

Todo el mundo quiere elevarse sobre los demás, sobrepasar a sus competidores, ganar el primer premio. En otros tiempos la organización social imponía trabas a las aspiraciones individuales: el nacido en pobre cuna no podía esperar levantarse a más alto nivel. La transformación democrática de los pueblos ha cambiado esto, y la emancipación del individuo es en algunos países completa y en otros casi completa. La cuna y el origen no son ya obstáculos; la energía y el talento son las únicas llaves para todas las puertas, teniendo las fuerzas pleno juego, libres de los lazos del prejuicio.

En ningún tiempo fué la ambición tan general e ilimitada como lo está actualmente.

El ideal universal de todo hombre culto debiera ser el éxito. El sueño del éxito alimenta al niño, hipnotiza al joven, da al hombre temeridad, tenacidad y perseverancia.

Pero *éxito* es una de las palabras vagas que nada concreto significan, y que, como libertad o progreso, son meros recipientes que cada cual llena con diferente contenido.

Si se pregunta que es el éxito, algunos contestarán que el éxito significa dinero y el dinero comodidades, lujo, esplendidez. Este es, naturalmente, el aspecto más grosero de la riqueza. Otros de más alta intelectual y moral sueñan con hacer uso más noble de ella, fomentando y protegiendo la cultura nacional, aliviando desdichas. En uno y otro caso se va tras del dinero, por el poder que éste representa para satisfacer apetitos bajos o aspiraciones elevadas.

Para otros el éxito significa la estimación de sus compatriotas. Contémpense asimismo como oradores, hombres de administración, políticos o legisladores. Sueñan con recibimientos entusiastas y aclamaciones

de la multitud, con victorias electorales, y con alcanzar altos puestos.

Otros ven en el éxito tan solo la fama, la reputación, el ser conocidos del mundo entero.

\*\*\*

El hombre de éxito, el que vence todas las dificultades, se vuelve más fuerte y más determinado, cuando más obstruido está su camino. En vez de desanimarse por los obstáculos interpuestos en su paso, su avance es cada vez más formidable, se lanza contra ellos como un león y finalmente los vence. No pierde el tiempo y las energías procurando evadir o sortear las dificultades, sino que se abre camino a través de ellas.

Cuando tengáis que hacer una cosa desagradable, evitad la inacción. Las perplejidades aumentarán la dificultad, y el temor, que después de todo habrá sido más imaginario que real, os robará vuestra tranquilidad de espíritu, y tal vez destruirá vuestra fuerza y vuestra habilidad para hacer lo necesario. La acción pronta y vigorosa quita a una labor temeraria la mitad de sus terrores.

\*\*\*

No vaciléis en dedicaros a un negocio cualquiera siempre que sea legítimo, pues no hay ninguno en el mundo que deje de daros buenos rendimientos si ponéis en él sin descanso toda vuestra atención y todas vuestras energías.

Todo negocio tendrá sus períodos de depresión—años durante los cuales comerciantes e industriales serán sometidos a duras pruebas—pero todo negocio legítimo que produzca o trate sobre artículos necesarios al hombre, dará un día u otro rendimiento si es dirigido inteligentemente.

Y aquí está la primera condición del éxito, el gran secreto: concentrar vuestra energía, inteligencia y actividad en el negocio en el cual os habéis empeñado. Habiendo comenzado en una dirección, resolved luchar hasta el fin en primera línea.

\*\*\*

No es fácil comparar el diverso valor moral y material de las variadas formas del éxito, porque no hay medida común para ellas. Su estimación proporcional depende del concepto del mundo y de la vida, del temperamento y de la delicadeza del alma de quien las estima. Aún será, probablemente, más difícil venir a un acuerdo sobre el valor del ideal de aquéllos para quienes el éxito toma la forma de una montaña de oro, porque poca gente tiene el valor moral de abordar el problema sinceramente; allá en su interior todos, probablemente, dan valor a la riqueza; pero se considera rastrero y vulgar pensar así, mientras que se estima



noble y superior aparentar el desprecio al dinero. Pero despreciar el dinero es tonto, porque significa despreciar fuerza, y la fuerza es la ciencia del universo.

El dinero en sí no es nada, pero significa la posesión de todo lo mejor que el hombre ha creado, porque si puede gastarse de un modo vulgar, también puede emplearse muy noblemente.

No puede, en último término, censurarse al muchacho que al emprender la vida toma como meta los millones de un Carnegie, puesto que según que en su interior piense darles uno u otro destino, será su ambición plausible o repulsiva. Ciertamente es que no es lo más prudente aconsejar a un joven que haga tarea de su vida la conquista de algunos millones, porque las probabilidades de éxito son pocas, mientras que son muchas las de perder la salud, la paz, su propio perfeccionamiento y su verdadera vida. La posesión de un millar puede ser una felicidad; pero su ganancia es un trabajo positivo que excluye toda idea de felicidad. El camino que lleva a la fortuna pasa por todos los círculos del infierno dantesco, y aunque la meta sea el Paraíso, el viajero llega a él muchas veces con las fuerzas extenuadas.

Mejor puede estimularse la ambición de conquistar una posición preeminente en la vida pública, más moral por su naturaleza que la mera ambición de dinero y que no requiere sino esfuerzos compatibles con la salud y la felicidad, aunque en ella también haya caminos reales y estrechas sendas. Para ganar la popularidad puede apelarse a los malos instintos de la plebe lo mismo que a los buenos; se puede ser su corruptor o su educador. No siendo un pesimista incurable, ha de admitirse que la honradez, la firmeza, el buen sentido, el espíritu de sociabilidad, la simpatía, genialidad y cierta locuacidad, son cualidades que aseguran a un hombre la estima y confianza de los demás y el éxito en la vida pública. Cuando mayor es el número de individuos que tienen esta ambición, mejor para la comunidad, porque su fructífera emulación, atemperada por un alto sentido moral, fortalece la solidaridad y recluta constantemente fuerzas preciosas para la obra del progreso.

La sed de fama parece ser la ambición más ideal. Es la más loca, y en ningún caso la apariencia es tan distinta de lo real como en el caso de la celebridad. Al que no la posee le parece el colmo de lo grande, y el que la logra ve que contiene más amarguras que satisfacción, y que no merece ni el sueño de una noche ni el esfuerzo de un día.

¿Cuál es la ventaja tangible del hombre célebre?

Su nombre es familiar al mundo; pero con frecuencia el mundo no sabe por qué lo conoce ni qué significa. No es raro aquello del rico aristócrata Sir Richard Wallace, que regaló a la villa de París varios cientos de fuentes públicas, haciendo popular su nombre, y hablando del cual decían dos obreros de París: se ha muerto el viejo Wallace. ¿Qué Wallace? Ya sabes

hombre: aquél que hizo su fortuna con las fuentes. Ni tampoco es raro que el nombre conocidísimo de la víctima de algún crimen famoso al cabo de cierto tiempo se atribuya al asesino. Suele ocurrir también lo del niño de la escuela que al preguntársele por un poeta famoso contestó: Shakespeare, y le atribuyó la Biblia.

¿Qué saca el hombre célebre de su fama? Recibir muchas cartas pidiéndole autógrafos, las menos con sellos para la contestación; que gentes desconocidas le honren con peticiones confidenciales de auxilio; que le agobien con entrevistas no dejándole trabajar o descansar, fastidiándole con preguntas indiscretas y poniendo en su boca contestaciones estúpidas; que todo el mundo se crea con derecho a quitarle su tiempo con visitas y cartas interesadas; que los autores le manden diez veces más libros de los que puede leer en diez vidas y esperen su juicio razonado; que todo imbécil considere de su deber emitir su opinión acerca de él y muchos imprimirla; que los que desean ser célebres y no lo son se venguen en él lanzando anécdotas infamantes sobre su vida; y si le gusta que los periódicos se ocupen de él, su gozo se verá agriado observando que al crimen del día se otorga más espacio que al estadista del siglo.

La halagadora convicción de que su fama alcanza los confines del globo, se supone que indemniza al hombre célebre de todos esos inconvenientes personales. ¡Pero, a qué humillaciones se expone si trata personalmente de gustar el alcance de su fama!

Precisamente por este valor imaginario, por la fama, es por el que existe la ambición más apasionada. Fenómeno explicado por la ley de menor resistencia.

El que busca la fama en una carrera pública se convence pronto de que no puede lograr buen éxito si no posee las cualidades necesarias. El que desea ser rico sabe en todo momento el estado de su caja. El que espera lograr fama con la pluma, puede gastar su tiempo y su fuerza durante mucho tiempo antes de verse obligado a aceptar que ha errado el camino. Para crear una obra inmortal bastan tinta, pluma y papel. El genio, cree el hombre ambicioso poseerlo, y cuanto menos talento tenga, más benévolo es para juzgar sus esfuerzos. Se morirá en la convicción de que es un genio no reconocido y que la posteridad le otorgará la justicia negada por sus contemporáneos.

El número de estos infelices que solo brillan en locales frecuentados por un público de buena fe, pero que se deja deslumbrar por cuatro frases de relumbrón, se cuenta por millares; sus inútiles trabajos representan un gasto de energía lamentable.

Si no tuvieran ambición serían seres útiles y de valor moral y económico para ellos y para la humanidad, y quizás encontrarían en la vida un éxito moderado. El que los convenciera de que su lucha rara vez llega a la victoria, y de que ésta, si se logra, solo tiene un valor imaginario, sería uno de los mayores bienhechores de la humanidad.

F. DE P. FELIU.



## Adherencia, acoplamiento y rampa límite en las locomotoras

### Coefficiente de adherencia

El esfuerzo que en las locomotoras se ejerce en la llanta de una rueda, resultante de la acción del motor, es equilibrado por la reacción horizontal del rail y dirigida hacia delante, ocurriendo que si esta condición no se satisface, el esfuerzo no equilibrado aceleraría la rotación de las ruedas sin aumentar el esfuerzo de tracción.

El coeficiente de frotamiento varía con el estado de la vía y depende del estado de la atmósfera; es mayor en tiempo seco o en fuerte lluvia por limpiarse la superficie del rail; es menor en tiempo de niebla, lluvia fina o nieve.

Se admite como valores inferiores al límite que produce el patineo  $\frac{1}{3}$  para un tiempo seco;  $\frac{1}{5}$  para un tiempo húmedo.

En condiciones medias se admite un coeficiente igual a  $\frac{1}{5}$ ; para los arranques con ayuda del arenero se admite el valor de  $\frac{1}{5}$  y en los túneles por la grasa de los railes debida a las condensaciones el valor del coeficiente es de  $\frac{1}{10}$ .

### Acoplamiento

La carga límite de un eje de locomotora y que se determina por la fórmula

$$d = 6 \sqrt[3]{P(D + 500)}$$

en la cual

$d$  es el diámetro del eje en milímetros;

$P$  carga del eje en toneladas;

$D$  diámetro de las ruedas motoras y acopladas, en milímetros,

será

$$P = \frac{d^3}{216(D + 500)}$$

Cuando se excede la carga límite que un eje puede llevar (y que salvo excepciones es hoy de 18 a 19 toneladas) se acoplan dos, tres, cuatro o cinco ejes (1) que llevan ruedas de igual diámetro.

El peso de la locomotora es el límite del peso adherente cuando todas las ruedas son acopladas; en tipos potentes destinados a remolcar trenes pesados sobre fuertes rampas se utiliza para aumentar la adherencia el peso del agua y del combustible, quedando la locomotora transformada en locomotora-tender; pero hay que tener en cuenta que en las locomotoras-tenders, el peso adherente varía en marcha (por el consumo de agua y carbón), luego la repartición de los pesos puede llegar a ser desfavorable.

Llamando

$T_m$ , el esfuerzo de tracción medio;

$p$ , la presión efectiva de la caldera;

$d$ , diámetro de los pistones (locomotora gemela);

$l$ , carrera de los pistones;

$D$ , diámetro de las ruedas motrices y acopladas;

$0,65$ , coeficiente de reducción por pérdidas en la admisión, compresión, escape, etc.,

el esfuerzo de tracción medio es

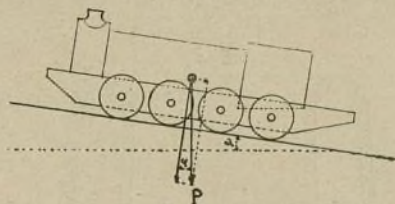
$$T_m = \frac{0,65 p d^2 l}{D}$$

el cual viene limitado por la adherencia.

Es, por lo tanto, inútil el darle un valor superior variando los elementos de la fórmula anterior.

### Rampa límite

Para una rampa y con poca velocidad, el esfuerzo de tracción necesario es aproximadamente proporcional a la inclinación de la vía, lo cual significa que una misma máquina remolcará trenes cada vez menos pesados sobre rampas de mayor inclinación.



Existe pues una rampa límite, en la cual la locomotora solo podría transportarse a sí misma y utilizando todo su peso adherente.

Llamando

$P$ , el peso adherente en toneladas;

$r$ , el esfuerzo en kgs. por tonelada (la locomotora en marcha sobre tramo horizontal) desarrollando su trabajo máximo pero a poca velocidad;

$\varphi$ , la rampa;

$f$ , el coeficiente de adherencia;

$i$ , la pendiente por metro,

El esfuerzo en kgs. sobre la llanta es

$$P(1000 \sin \varphi + r)$$

La adherencia se debe a la componente del peso  $P$  perpendicular a la vía, se tiene pues

$$1000 f - \frac{r}{\cos \varphi} = 1000 \tan \varphi$$

y

$$\frac{i}{1000} = \tan \varphi$$

de donde

$$1000 f - \frac{r}{\cos \varphi} = 1000 \frac{i}{1000} = i$$

(1) El acoplamiento de cinco ejes en un solo grupo es el límite de acoplamiento hasta hoy logrado; no obstante, existen máquinas de dos grupos motoras de cuatro ejes acoplados en cada grupo.



y suprimiendo el valor del coseno  $\varphi$  se obtiene  
 $1000 f - r = i$ .

Si admitimos que

$$f = \frac{1}{7}; \quad r = 12 \text{ kgs.}$$

resultará

$$1000 \frac{1}{7} - 12 = i = 131 \text{ m/m aproximadamente.}$$

Una vía de esta rampa por metro carecería de utilidad práctica, pues una locomotora que por ella circulara solamente remolcaría su propio peso.

Como regla general se puede decir que «cuando la rampa excede de 40 mm. se debe renunciar a la locomotora de adherencia y emplear la vía de cremallera».

FRANCISCO LACOMBA GARCÍA.

Perito Agregado al M. y T. de los ferrocarriles de M. Z. A.

## Toberas de cobre para altos hornos

El empleo de las toberas de cobre en las operaciones de los altos hornos es una fase de la práctica moderna que tiene todavía un amplio campo de aplicación en nuestro país. La tobera de cobre es una fundición de cobre en hueco—o forjada con cobre o latón fundido o bien con un revestimiento exterior de acero—con paredes de 9,5 á 13 mm. de espesor, siendo el agua de refrigeración conducida a la boca o al interior de la tobera por un tubo de bronce delgado unido a la abertura de entrada prolongándose dentro de la boca unos 70 mm., asegurando así una buena circulación al agua

La tobera de cobre se emplea generalmente en unión de un refrigerador de cobre de forma algo semejante a la tobera. El refrigerador se coloca rigidamente en la obra de fábrica del muro o pared del horno, prolongándose solamente hasta su borde interior y tiene tales dimensiones que la mayor parte de la tobe-

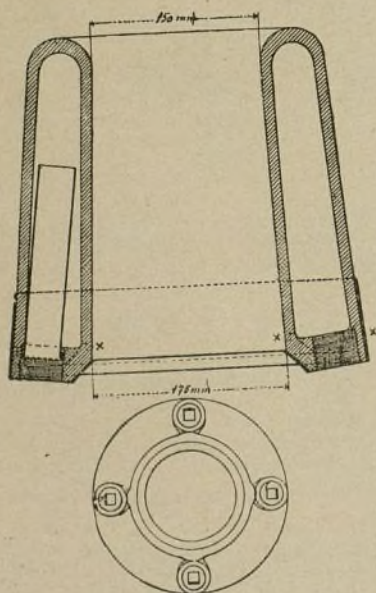


Fig. 1.—Sección de la tobera de cobre. Si el cobre es laminado o forjado las partes se unen soldándolas en X.

de circulación por la parte de la tobera que está sometida a la acción más viva del calor.

La figura 1 muestra una sección de una tobera de cobre de fundición y las líneas indicadas en puntos en X señalan la posición de la unión soldada para formar una tobera de cobre forjado de la misma sección.

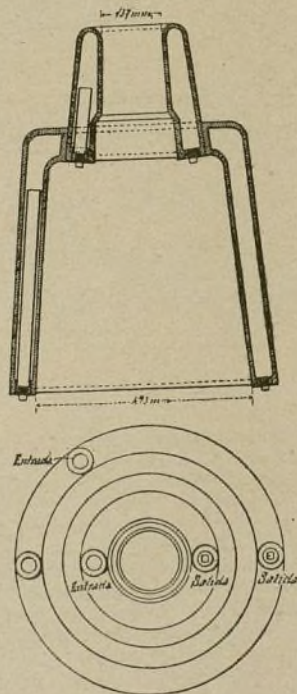


Fig. 2.—Refrigerador de cobre con la tobera de cobre colocada.

ra pasa por el refrigerador, formando la porción exterior y más larga de la tobera una unión de unos 76 milímetros de largo con una parte interior correspondiente del refrigerador.

El objeto del refrigerador es formar una protección refrigerante de la obra de fábrica alrededor del arco



de la tobera y procurar un asiento sólido para mantener la tobera en su lugar y asegurarla en una posición fija en relación al borde interior de la pared del horno y del centro de éste y también para facilitar el desmontaje desechando el empleo del relleno de arcilla usualmente necesario con las toberas de fundición de hierro. La figura 2 muestra su disposición vista en sección.

A primera vista el equipo de un alto horno con refrigeradores y toberas de cobre parece ser una instalación costosa comparada con la antigua tobera de hierro fundido y el primer gasto es indudable y efectivamente así. Pero en la construcción de un alto horno, el primer gasto no puede considerarse demasiado grande si los resultados económicos corresponden y se obtienen en proporción y existen ciertos aspectos ventajosos en relación con el empleo de las toberas de cobre comparadas con las de hierro fundido que justifican plenamente este exceso de gasto al hacer la instalación.

En primer lugar, las toberas de cobre son de mucha más duración, mucho más activas y mucho menos penosa su remoción y sustitución y hacen un trabajo mucho más limpio y más mecánico.

En segundo lugar existen ciertas graves desventajas que por tener importante influencia en los resultados de los hornos de fundición, abonan el abandono del empleo de las toberas de hierro sustituyéndolas en absoluto por las de cobre.

Es muy importante en un alto horno proyectado para un cierto diámetro del crisol, que el desplazamiento de las toberas en el interior de las paredes del horno sea constante y el mismo para cada tobera. El diámetro de las toberas o sea la distancia desde la boca de una tobera a un lado de la boca exactamente opuesta, es el diámetro real del crisol, como el área horizontal interior de las bocas de la tobera, representa el empujamiento del horno, y la cantidad de combustible para ser quemado, está en proporción de los metros cúbicos de aire por minuto y del área del crisol o parrilla del horno.

El manejo del horno se determina por la experimentación y algunas veces por la práctica cuando es necesario. Las dimensiones más convenientes para cualquier horno de condiciones especiales dependen, de la cantidad y presión normal del aire, del número de toberas en el interior de los muros del horno, el cual varía en concordancia con las condiciones bajo las cuales el horno funciona, de 15 a 38 centímetros.

Con las toberas de hierro fundido cuando una de estas se quema o se agrieta, el agua penetra en el interior del horno, debiendo sacarla de un golpe para evitar que se enfrie el crisol del horno, y cuando se ha sacado el agua, la tobera inmediatamente arroja la fundición, funcionando el horno con la boca de la tobera derecha de espaldas al muro del horno. Como no

es necesario desmontar la tobera de una vez, al sacar el agua, existe también una tendencia a esperar un momento oportuno antes de quitar el tronco de la tobera quemada y reemplazarlo con uno nuevo. Durante este tiempo el horno trabaja con un lado falso y una fuerte tendencia a establecer un funcionamiento irregular.

Con toberas de cobre no puede ocurrir ninguna de estas contingencias, pues el agua debe mantenerse en la tobera hasta la salida del aire del horno.

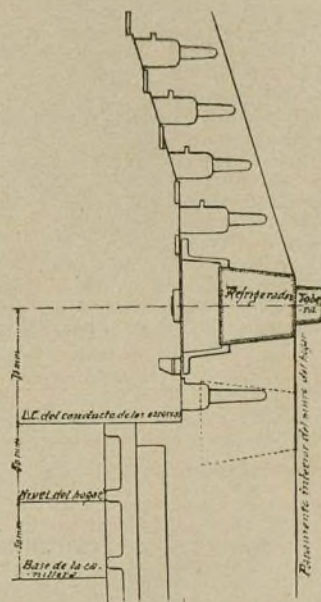


Fig. 3.—Disposición del refrigerador y de la tobera.

Hasta hace unos cuantos años antes de la guerra, las toberas se hacían siempre de cobre fundido, y debido a la falta de homogeneidad de este metal se rompía al cabo de algunos meses por el desgaste que sobre él producían los materiales. Esta dificultad ha desaparecido construyendo las toberas de cobre comprimido, batido o laminado (véase la figura 1). Estas toberas se conocen por el nombre de toberas de cobre forjado; son muy homogéneas y con frecuencia duran de nueve a doce meses y un caso se conoce de una tobera que duró hasta dieciocho meses en continuo uso.

E. LOZANO, Ing. Ind.

### Resistividad de las aleaciones

En América se han hecho diversas investigaciones sobre diferentes aleaciones de níquel y cromo con el cobre y el manganeso.

Una aleación de 15 partes de cobre, 85 de níquel y 20 de cromo tiene una gran resistividad (112 microhmios) y un coeficiente despreciable de tempera-

tura (0,000078). Una aleación que contenga aproximadamente 55 de cobre 45 de níquel y 15 de manganeso, tiene una resistividad de 70 microhmios por cm. y un coeficiente de temperatura nulo, a 20° C. Esta última aleación puede considerarse como la más resistente que puede emplearse en los aparatos de precisión.



## Telegrafía sin hilos

### Empleo del detector tipo "Audion" para la medición de la intensidad de las señales radiotelegráficas

La medición de la intensidad de las señales recibidas en un poste receptor de T. S. H. constituye una determinación en extremo importante que permite evaluar: 1.º la eficacia de los diversos tipos de antenas y de receptores; 2.º la influencia de las condiciones atmosféricas y de la naturaleza de la región por encima de la cual se verifica la propagación.

Se efectúa con frecuencia esta medición observando la desviación de un galvanómetro colocado en serie con un detector de cristal o en derivación sobre una soldadura termoelectrónica.

Alguna vez se ha empleado simplemente un teléfono receptor shuntado mediante una resistencia variable hasta que las señales empiezan justamente a percibirse, es decir, hasta que se puedan apenas distinguir los puntos, de los trazos; este segundo método no parece susceptible de una gran precisión.

Para las mediciones cuantitativas el mejor procedimiento parece consistir en el registro de las señales. Es sabido que excelentes resultados se han obtenido en Francia por M. Turpain. M. Rothé ha podido hacer igualmente buenas mediciones mediante un termogalvanómetro de Duddell. M. Whittemore habiendo notado que los detectores de cristales son de un funcionamiento caprichoso y que las soldaduras termoelectrónicas son muy poco sensibles, ha tenido la idea de recurrir al detector tipo *audion* que es muy sensible y no

se desajusta fácilmente. Una dificultad se deriva en su empleo, del hecho de que se utiliza en el circuito del disco una batería de fuerza electromotriz elevada, una corriente de 1 miliamperio aproximadamente atraviesa el circuito del detector lo que no permite utilizar directamente un galvanómetro de gran sensibilidad. M. Whittemore describe un dispositivo que resuelve esta dificultad y cuya sensibilidad puede, desde luego reducirse, al objeto de permitir el registro de las señales intensas y de las descargas atmosféricas.

Para las mediciones cuantitativas es esencial que el detector se encuentre siempre en las mismas condiciones de sensibilidad en el curso de las diferentes mediciones. Los detectores del tipo *audion* convienen particularmente a este objeto pues es posible por medio de un amperímetro puesto en serie sobre el filamento de un voltímetro en derivación con el circuito de la batería y del disco, realizar a voluntad las condiciones idénticas en el circuito. Es igualmente importante mantener constantes el acoplamiento y la sintonía.

El método propuesto por M. Whittemore parece adaptado a las investigaciones que se verifican bajo la influencia del Comité de investigaciones radiotelegráficas de la «British Association for the Advancement of Science», con objeto de recoger datos relativos a la influencia de la temperatura y de las condiciones atmosféricas sobre la intensidad de las señales.

## Termómetro de resistencia

La variación de resistencia eléctrica de los hilos metálicos en función de la temperatura, ofrece un medio preciso para la evaluación de las temperaturas y de las diferencias de temperaturas. Casi todo el desarrollo de la termometría eléctrica está limitado no obstante al termómetro de platino. Los métodos de mediciones perfeccionados de Callander y Griffiths y las investigaciones verificadas por la «Oficina de patrones» de Washington, han hecho del termómetro de resistencia de platino un instrumento apto para las temperaturas moderadas lo mismo que para las elevadas. En su último trabajo, H. C. Dickenson y E. F. Muller, tratan de un termómetro calorimétrico de resistencia, muy sensible, en el que la resistencia está constituida por 10 centímetros aproximadamente de un hilo de platino muy fino (0,02 mm.) arrollado a una bobina plana. Este termómetro convenientemente graduado, puede utilizarse para reproducir la escala termométrica del hidrógeno, entre 0 y 100° C., a 0,002 ó 0,003° C.

En investigaciones ya antiguas, Leroy Brown ha demostrado la posibilidad de utilizar el elevado coeficiente termométrico de resistencia de los óxidos metálicos para la construcción de termómetros de resistencia. Al efecto ha estudiado termómetros contruidos por la fijación de un fragmento de óxido entre dos hilos metálicos; las mediciones efectuadas han demos-

trado que un termómetro semejante es muy sensible y permanece inalterable tanto tiempo como la resistencia de contacto en el punto de unión de los hilos de conexión.

El mismo autor ha publicado recientemente el resultado de investigaciones sobre un termómetro de resistencia constituido por el ajuste sólido entre dos hilos, de un glóbulo de óxido fundido y dejando enfriar el todo de modo que no quede entre los hilos más que una tenue capa de óxido.

El óxido de plomo fundido fácilmente en la llama del gas y empleado con hilos de hierro según la manera antes indicada, constituye una soldadura que se produce de un modo comparable entre las temperaturas — 10° y 120° C.

La resistencia del termómetro a las temperaturas ordinarias puede variar desde algunas centenas a varios miles de ohmios.

Los hilos de hierro se sueldan cerca del óxido a los hilos de cobre más gruesos de modo que llegue a ser despreciable la variación de resistencia de los electrodos debido a una inmersión variable; se puede así pasar a electrodos compensadores.

La capacidad calorífica es muy débil pues no es necesario que el glóbulo de óxido de plomo sea mayor que la cabeza de un alfiler.



Todas las uniones del óxido al hierro y del hierro al cobre, están muy próximas entre sí con el fin de eliminar las posibilidades de calentamiento desigual, fuentes de fuerza electromotriz, termoelectricas, etc.

La resistencia eléctrica de los óxidos disminuye cuando se hace crecer la corriente que los atraviesa.

Es necesario, pues, hacer pasar por el termómetro de resistencia una corriente muy sensiblemente constante de manera que la variación de la corriente no implique una variación apreciable de la resistencia eléctrica. De las medidas hechas por el autor resulta que una variación de  $0,005^{\circ}\text{C}$  produce en la forma estudiada una variación de  $0,01$  ohmio a la temperatura del ambiente; una variación de corriente igual a  $2,5$  microamperios en la corriente de un miliamperio producirá la misma variación de resistencia. El autor describe en su trabajo un dispositivo que permite mantener la corriente rigurosamente constante.

He aquí algunos valores de la resistencia del termómetro a diferentes temperaturas:

Temperatura en grados C.	Resistencia en ohmios
— 2,45	247,76
0,00	237,61
19,67	180,51
45,50	132,18
66,00	105,91
88,00	84,81
120,00	66,36

Un punto interesante que hay que observar es que la conductibilidad de los elementos de óxido puede ser desimétrica. En general los elementos de resistencia elevada tendrán una resistencia muy diferente según el sentido de la corriente que los atraviese. El termómetro de óxido de plomo con el cual se han hecho las mediciones precedentes demuestra una muy ligera variación de la conductibilidad según el sentido de la corriente. A las temperaturas ordinarias la diferencia es de  $0,1$  ohmio poco más o menos para una inversión de una corriente de  $1$  miliamperio. Los datos reproducidos corresponden al sentido de la corriente para la cual la resistencia es más débil.

Señalemos, en fin, que el paso de una atmósfera seca a una atmósfera húmeda, lo mismo que una variación de la presión atmosférica de varios centímetros no implica modificación alguna apreciable de la resistencia. Las mediciones hechas durante un intervalo de tiempo de un año demuestran que el instrumento permanece comparable a sí mismo.

El principal inconveniente de este aparato con relación al termómetro de resistencia de platino es que no existe relación simple entre la resistencia y la temperatura. La graduación debe hacerse punto por punto por comparación de un patrón y por utilización de tres señales: el punto de transmisión del sulfato de sosa, el punto de congelación del agua y el punto de ebullición.

## Nuevas bombas de triple expansión (Véase la lámina-plano central)

Recientemente ha empezado a funcionar una notable instalación de bombas centrífugas en uno de los distritos de Londres destinada a verificar la extracción y elevación de las aguas residuales o recogidas por el sistema de alcantarillas para sustituir a la antigua instalación de bombas alternativas. El carácter general de estas antiguas máquinas está indicado en el esquema diagramático que se reproduce en la figura 1. Las nuevas máquinas fueron proyectadas e instaladas en su principio con el propósito de encauzar las aguas de lluvia en afluencia extraordinaria como en casos de tempestad, pero ahora se emplean también en condiciones normales para bombear las aguas residuales de formación doméstica e industrial o sean las de alcantarilla.

La instalación consta de cuatro bombas centrífugas de  $965$  mm. acopladas a un cigüeñal de tres manivelas de una máquina de triple expansión. Estas máquinas son cerradas, funcionando con lubricación forzada.

La disposición general de la nueva estación está claramente representada en las figuras 2 y 3. Los antiguos juegos de bombas alternativas ocupaban naturalmente una buena parte de la sala de máquinas, presentando la nueva instalación a este respecto una gran ventaja. Verdaderamente la nueva sala de máquinas ofrece espacio suficiente para cuatro series más de las mismas dimensiones, que puedan necesitarse en el porvenir.

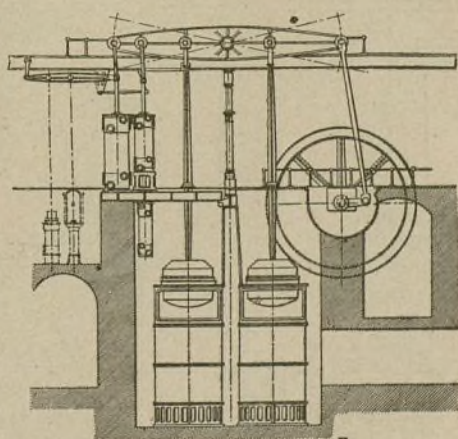
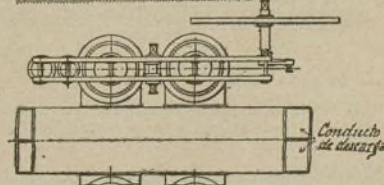


Fig. 1.





Para suministrar el vapor necesario para el funcionamiento de estas máquinas, se amplió el cuarto de

cada una de 8,84 m. de longitud por 2,44 m. de diámetro. Éstas están proyectadas para trabajar a una

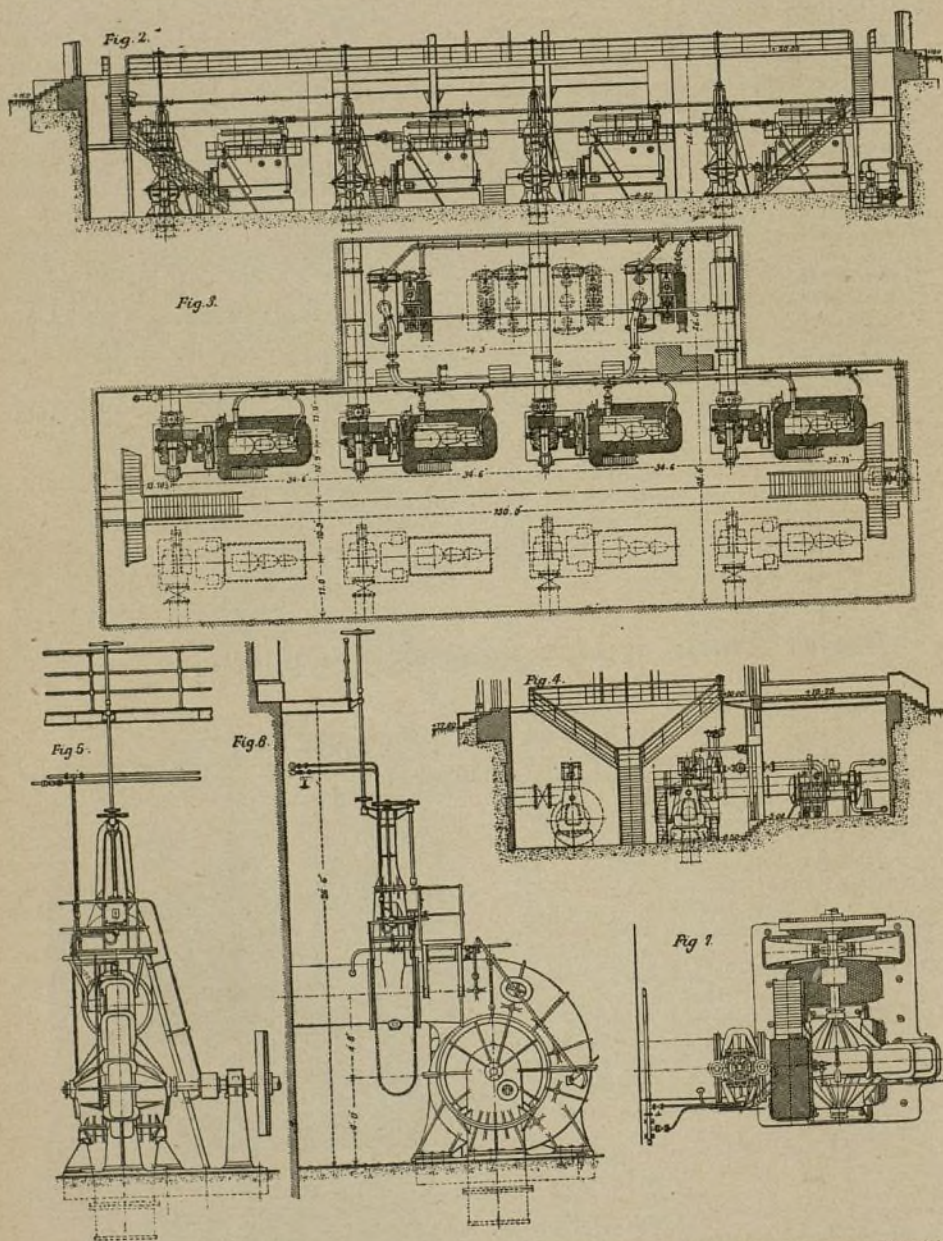


Fig. 2.—Sección semi-diagramática del carburador. Fig. 4.—Árbol motor, vertical con el piñón conductor del eje de levas en el extremo y cojinetes de bolas en la base. Fig. 5.—Sección diagramática de las bombas de aceite. Fig. 6.—Vista en sección de la bomba de agua. Fig. 7.—La bomba de aire nueva.

calderas, aumentándose la capacidad de la caldera antigua por la adición de cuatro más, tipo Lancashire,

presión de 10,545 kgs por  $\text{cm}^2$ , estando dotadas de recalentadores Ferguson de suficiente capacidad para



á-  
na

1911

1911

1911

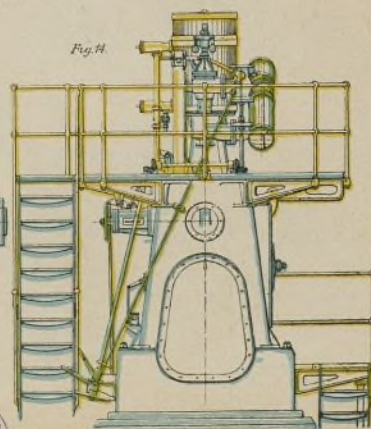
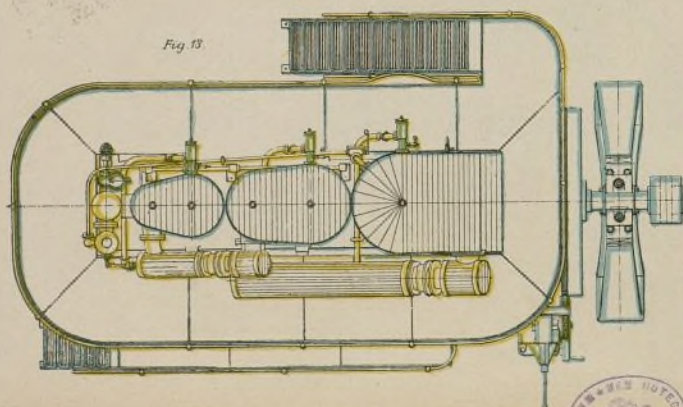
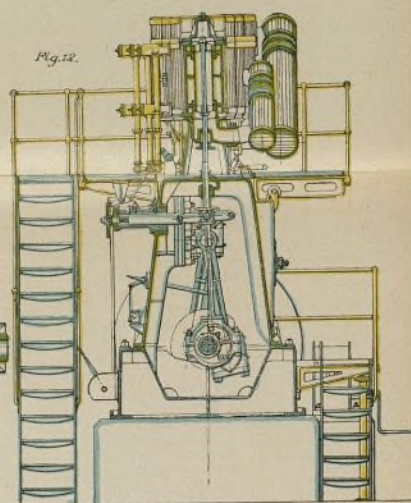
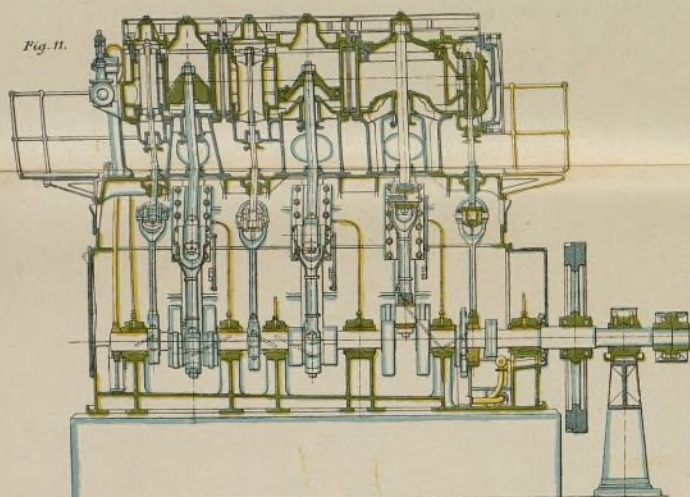
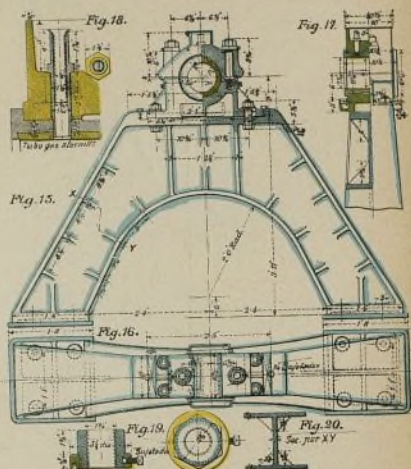
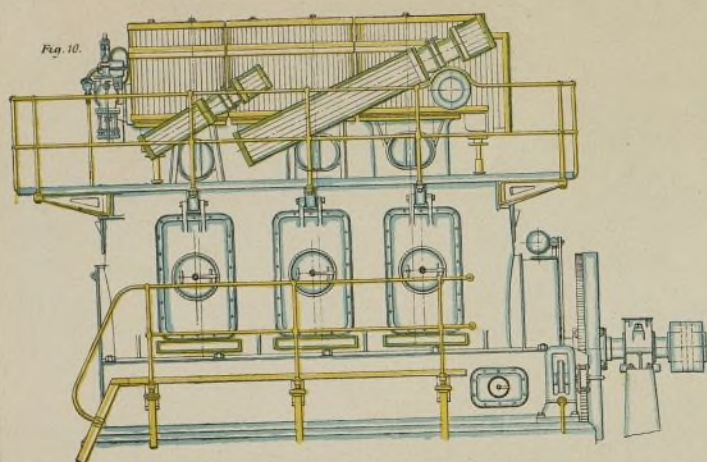
1911

de bolas  
nueva.

las de  
para



## Bombas de triple expansión instaladas en un distrito de Londres para la extracción de letrinas





asegur  
cierre  
longitu  
El  
está cl  
ha disp  
ción d  
figura  
succió  
Lo  
descar  
motor  
pendie  
empla  
rá, el  
pliánd  
La  
vulas  
carga  
mano  
figura  
transi  
tada.  
La  
10 a  
talles  
cilind

Fa





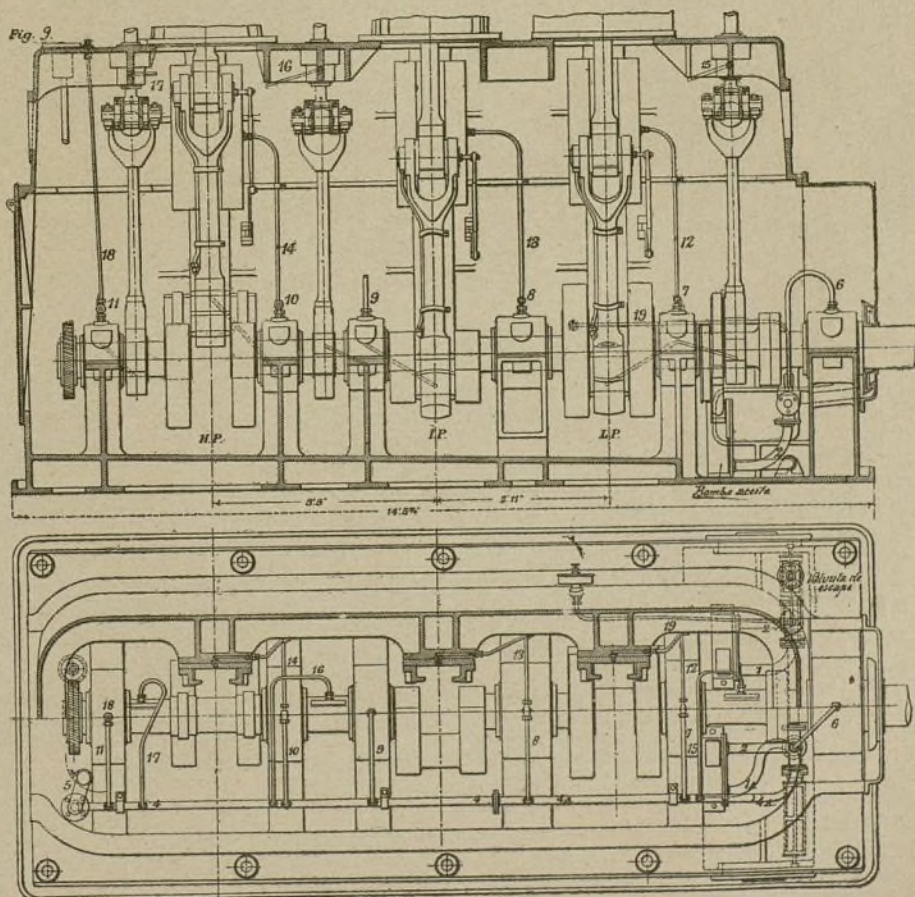
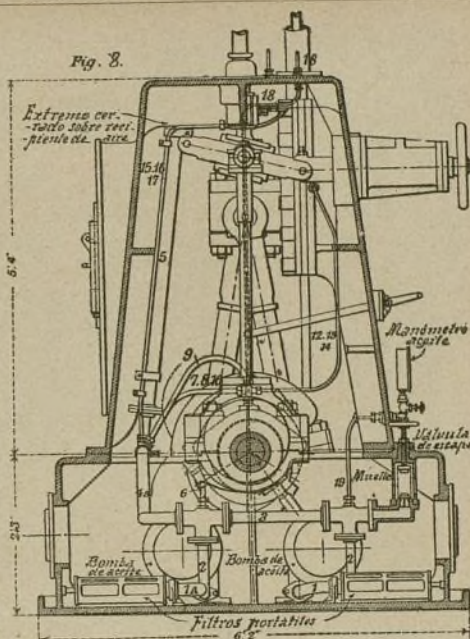
asegurar la provisión de vapor seco en la válvula de cierre de la máquina más distante a pesar de la gran longitud de la conducción principal de vapor.

El caracter general de la nueva sala de máquinas está claramente representado en las figuras 2 a 4. Se ha dispuesto una pequeña bomba centrífuga de conducción directa como se indica en el lado derecho de la figura 2, para agotar la alcantarilla subterránea de succión cuando es necesario el acceso.

Los condensadores se representan en la figura 3 descansando sobre un piso situado a 1,10 m. sobre los motores y dispuestos con bombas de conducción independiente y circulación de aire. En la actualidad están emplazados dos condensadores pero como se observará, el local tiene sobrada amplitud para dos más, ampliándose así la capacidad de la estación.

Las bombas (figuras 5 a 7) están dotadas de válvulas de compuerta sobre sus ramificaciones de descarga, pudiéndose abrir o cerrar estas válvulas, sea a mano desde la galería superior o como se indica en las figuras 5 y 6, desde el piso de la sala de máquinas, por transmisiones hidráulicas mediante la cadena representada.

Las figuras 8 y 9 intercaladas en este texto y las 10 a 14 de la lámina central representan diferentes detalles de construcción de estas bombas y motores. Los cilindros tienen 381, 584 y 813 mm. de diámetro por





457 mm. de curso y a la velocidad normal de 160 revoluciones por minuto las máquinas desarrollan 340 H. P. Aunque el promedio de carga contra que la bomba trabaja es de 6,40 m. puede llegar a veces hasta 9,14 m. requiriéndose entonces por lo tanto, que los motores puedan trabajar satisfactoriamente desde 275 H. P. hasta 400 H. P. a velocidades de 140 a 172 revoluciones por minuto. En cuanto a asegurar una buena distribución de la carga sobre todos los tres cilindros bajo estas condiciones variables, el aparato de cambio de marcha de cada cilindro se ha construido de ajuste separado. Así la conexión entre las excéntricas y las varillas de las válvulas no es directa, pero cada válvula está accionada por la intermediación de un engrane, la posición del cual puede variarse por la rueda de mano y la rosca, representados en la figura 12 (lámina central).

Todos los bronce son de bronce fosforoso guarne-

cido de metal blanco. El sistema de lubricación es en toda la extensión de las máquinas, forzado. Los residuos del aceite consumido que caen en el fondo de la cámara de bielas, la base de la cual forma declive de izquierda a derecha, se vierten en un sumidero en el extremo del lado derecho de la cámara como se representa en la figura 9 donde las bombas de aceite están situadas (fig. 8).

El volante está montado en un elemento separado del árbol (fig. 10, lámina central) uno de cuyos extremos se apoya en un cojinete comprendido en la cámara de bielas y el otro sobre un puente o apoyo independiente, cuyos detalles se representan en las figuras 15 a 20 (lámina central).

Cada una de las cuatro bombas es capaz de elevar 301 toneladas de agua por minuto. Están provistas de inyectores de vapor del tipo Penberthy para la extracción del aire antes de la puesta en marcha.

A. MENENDEZ CABALLERO, Ingeniero.

## Sobre la calefacción eléctrica

La calefacción eléctrica ha sido objeto en estos últimos tiempos de un cierto número de artículos en la prensa técnica. Se ha comparado frecuentemente el rendimiento de los aparatos de tipo radiador a los aparatos de tipo de convección, sin definir desde luego, lo que se entiende por rendimiento. El rendimiento es de 100 por 100 para todos los aparatos de calefacción eléctrica puesto que finalmente toda la energía absorbida se transforma en calor: para ciertos autores este punto de vista resuelve la cuestión de una vez; otros no lo admiten sino con una cierta desconfianza como si, aunque teóricamente exacto, no lo fuera prácticamente.

Puede ser útil desde luego interpretar esta aserción en el sentido de que todos los aparatos tienen un rendimiento de 100 por 100. Aunque ésta afirma que toda la energía eléctrica se convierte en calor, no tiene en cuenta la temperatura. Esto lo demuestra bien el ejemplo siguiente: Supongamos que dos aparatos—el uno de tipo radiador y el otro de tipo de convección, previsto para mantener una temperatura superior en 10° a la temperatura del ambiente—se disponen en dos habitaciones, absolutamente idénticas, herméticamente cerradas y a la misma temperatura. Absorbiendo los dos aparatos dos cantidades iguales de energía eléctrica dentro de tiempos iguales, la elevación de temperatura de las dos piezas debe ser la misma. Esto es rigurosamente exacto. Es sin embargo evidente que el aparato de convección por tener una temperatura superior solamente en 10° a la temperatura del ambiente, constituirá un mal hogar para un salón por ejemplo, pudiendo convenir, sin embargo, perfectamente en un secador, a objetos de aplicaciones especiales.

Estos hechos conducen a la conclusión de que el rendimiento práctico de un hogar eléctrico no es mucho comparándolo con el rendimiento térmico. El papel de un hogar es habitualmente el de calentar a las personas que se colocan delante de él y su valor práctico se deducirá de la sensación puramente fisiológica de bienestar y de calor que experimenten y no de la lec-

tura atenta de un termómetro sensible colgado en la habitación.

Se puede calentar un objeto cualquiera de dos maneras: 1.º por contacto con un cuerpo caliente: 2.º por absorción de energía radiante. El primer método no es aplicable a las personas a menos de operar por contacto con el aire caliente; la calefacción se produce entonces lentamente excepto en el caso en que la temperatura del aire sea muy elevada. Será más costoso mantener eléctricamente una temperatura elevada en el aire de una habitación donde la ventilación sea normal. El segundo método es independiente de la temperatura del aire; la energía radiante puede atravesarlo sin calentarlo sensiblemente. Se sabe por ejemplo que la radiación solar basta perfectamente para convertir en incómodo un abrigo en una temperatura hasta de 0°. Por el contrario, una persona transida de frío se calentará bien a la larga en una habitación a la temperatura de 17° pero echará de menos la lumbre vivificante y la radiación intensa de un fuego de carbón.

Aparece pues que el elemento tiempo entra en cuenta en la evaluación de lo que se llama el rendimiento práctico de un hogar eléctrico, y un tal elemento puede ser considerado groseramente como ligado al tiempo que es necesario a una persona que llega de una atmósfera fría para calentarse colocándose delante del hogar. Como ya se ha hecho notar, la calefacción por contacto con el aire ligeramente caliente es muy lenta. Los hogares de tipo radiador son los que satisfacen la mayor velocidad a las condiciones de calefacción rápida.

Es igualmente evidente que un hogar eléctrico de elementos libremente expuestos dará la radiación máxima. El antiguo tipo de radiador de lámpara aunque producía un porcentaje importante de radiaciones, tenía una proporción apreciable de su radiación absorbida por el cristal de las lámparas y convertido en calor. Un radiador para ser de eficacia máxima debe además ser tan ligero como sea posible, porque un



dispositivo voluminoso que es mantenido a una temperatura moderada obra parcialmente como un aparato de convección y pierde su valor práctico. De una manera general conviene no olvidar que toda la energía

eléctrica que aparece en forma de calor a baja temperatura no se emplea útilmente y que este calor no puede ser comunicado a las personas por convección y contacto.

## El motor aéreo «Mercedes» de 180 H.P.

El motor «Mercedes» de 180 H.P. es el primero de un nuevo tipo puesto en servicio después del «Mercedes» 260 H.P. al principio del año pasado y viene a ser una refundición de este último y del de 160 H.P. de los cuales participa en sus perfeccionamientos.

En muchos aspectos, la factura de esta nueva máquina es semejante a la del tipo 160 H.P. el cual en la actualidad resulta anticuado. Los cilindros son de la misma construcción y del mismo diámetro y reco-

cabezas cóncavas fabricadas con forja de acero, atornilladas en la fundición de los émbolos y soldadas en posición. Están además dotados de cuatro anillos uno de ellos situado en la base. El grado de compresión es en este motor ligeramente más alta, 4.6:1, comparada con el 160 H.P. en el que es de 4.5:1.

**Bielas motrices.**—Las bielas siguen también la práctica usual en el motor «Mercedes», siendo idénticas a las de los motores de 160 H.P. y el árbol motriz

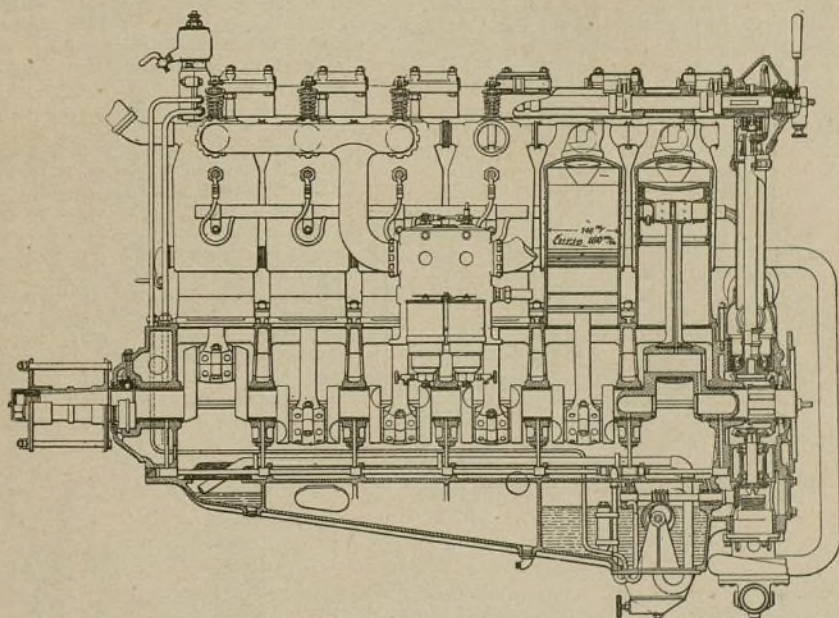


Fig. 1.

rido, o sea 140 mm. por 160 mm. En realidad este motor se podría denominar «el nuevo Mercedes 160 H.P.».

### Detalles de construcción

**Cilindros.**—Los seis cilindros separados son exactamente de la misma construcción que la del tipo 160 H.P., por entero de acero con las cajas de válvulas atornilladas y soldadas en las cabezas de los cilindros y las camisas de agua de plancha de acero comprimida. Los émbolos también siguen la práctica de los «Mercedes», tipo, y son semejantes a los empleados en los motores de 160 H.P. estando contruidos con

de levas y las transmisiones y las bombas de agua y aceite son de igual construcción que los de los motores de 260 H.P.

**Árbol motor.**—No ha sufrido ninguna modificación este órgano, en su estructura general en relación al del motor de 160 H.P. tipo, al adaptarlo al de 180 H.P. Las dimensiones principales, formas y método de lubricación del muñon y bielas son los mismos como demuestra la disposición general de la máquina en la figura 1.

**Caja de bielas.**—La caja de bielas, aunque sigue las líneas generales de construcción del motor de 160 H.P. tiene mucho del tipo de 260 H.P. La práctica corriente



en el motor «Mercedes» de fundir la mitad inferior del asiento de los cojinetes principales formando parte integrante con la mitad de la base del fondo de la cámara lo mismo que el sistema de sujetar los cilindros mediante grandes pernos que pasan por la parte superior de la base de la cámara, se repiten en este tipo.

**Aparato de cambio de marcha.**—Las válvulas de entrada y escape de cada cilindro que funcionan en un ángulo de  $15^\circ$  con respecto al eje central del cilindro son intercambiables; la válvula de operación, de nuevas líneas, sigue más la construcción del cambio de marcha del motor de 260 H.P. La caja del eje de levas es por completo de fundición de hierro maleable. La construc-

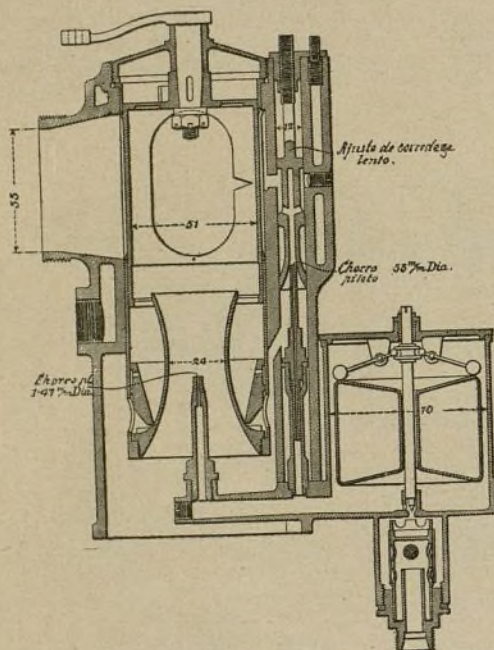


Fig. 3.

ción adoptada en este aparato de cambio de marcha representa un progreso con respecto a la adoptada en el motor 160 H.P.

**Árbol de levas.**—El árbol de levas es de dibujo semejante al del motor 160 H.P. y la caja está soportada por pies atornillados en la cabeza de cada cilindro.

**Carburadores.**—No han sufrido ninguna alteración los carburadores dobles de dos chorros. Ambos están encerrados en una camisa de agua, de aluminio fundido, la cual está acoplada a la base por un tubo de agua derivado del de descarga de la bomba y en la parte superior de la camisa de agua del último cilindro a la parte superior de la camisa de agua de los carburadores.

Cada carburador alimenta tres cilindros mediante un tubo de inducción ramificado de acero. Las válvu-

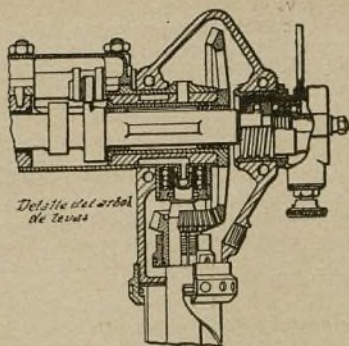


Fig. 2.

las de paso están naturalmente interconectadas accionándose por un cable o por una palanca reguladora y una varilla de conexión. Las cámaras flotantes son de la construcción usual pero están dotadas de filtros separados unidos a la base de cada cámara flotante, siendo fácilmente desmontables.

El conducto de los caños principales es de 1,473 milímetros y el de los caños pilotos de 0,558 mm. que es el mismo que tienen en los carburadores del motor de 160 H.P. En la figura 3 se reproduce una sección semidiagramática de uno de estos carburadores. El aire de entrada en el carburador se toma por el paso fundido en la parte central de la cabeza y medias bases de la cámara del fondo, que forman una cámara de aire entre las bombas de aceite, frontal y posterior. El aire entra en la cámara de aire central por dos orificios formados en la misma fundición en los lados de la cámara y el aire caliente con un tubo de gran diámetro que conduce

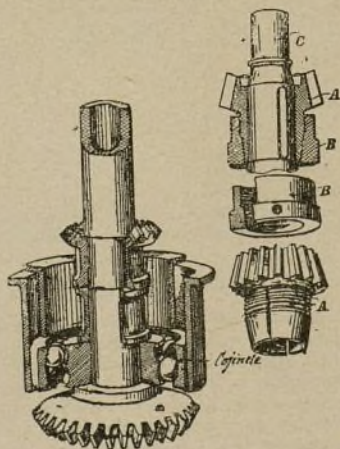


Fig. 4.



desde la parte central de la mitad superior de la cámara de bielas.

**Conducción del árbol de levas.**—El sistema de verificar la articulación cónica del árbol de levas en el extremo superior del eje vertical como se muestra en la figura 4, no es corriente. Este método es semejante al adoptado en los motores de 260 H.P. En cuanto al diseño del eje vertical, se observará que el extremo de la base del árbol es conducido por un cojinete universal «Skefko» montado en el interior de un manguito de acero conducido por el extremo posterior de la biela.

**Lubricación.**—El antiguo tipo de bomba de pistones múltiples del motor de 160 H.P. ha sido reemplazado por una gran bomba semejante a la bomba «Mercedes» del motor de 260 H.P. La bomba de aceite va unida a la base del depósito posterior de aceite en el extremo posterior de la cámara de la base. Las funciones de la bomba

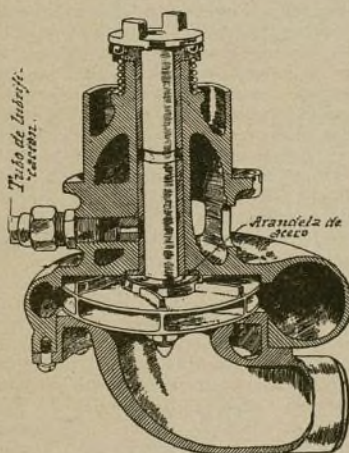


Fig. 6.

de aceite están más claramente demostradas en la sección diagramática de la figura 5.

**Ignición.**—En el extremo posterior del motor existen dos magnetos Bosch, tipo Z.L.6, accionados directamente por el árbol motriz vertical del de levas mediante transmisiones cónicas como en los motores de 260 H.P. La ignición se verifica por dos obturadores Bosch de tres puntos colocados en cada cilindro, uno a cada lado bajo cada válvula de descarga y los cables de alta tensión son conducidos conforme la práctica corriente por tubos de fibra unidos a los cilindros. Los períodos de ignición son los mismos del motor de 160 H.P. o sea a 30 grados y la velocidad de los magnetos es 1,5 veces la del

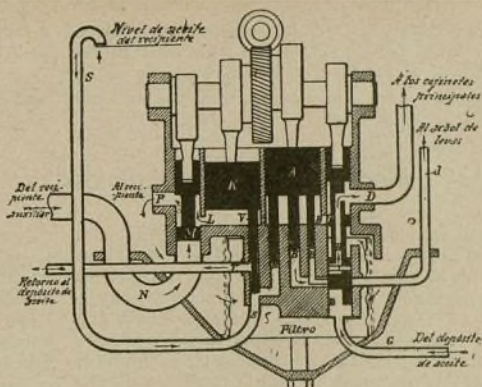


Fig. 5.

motor. El orden de la combustión es: 1, 5, 3, 6, 2, 4.

**Sistema de circulación de agua.**—La bomba de agua en el antiguo tipo de motores «Mercedes» de 260 H.P. está situada por encima de la conducción de la magneto y se acciona directamente desde el árbol vertical que transmite el movimiento al de las levas. En el motor de 180 H.P. se ha adoptado también la bomba tipo del de 260 H.P. En las grandes máquinas esta bomba se acciona actualmente mediante una conexión o articulación de pinza en el extremo de la base del árbol vertical inferior que también acciona la bomba de aceite conforme se muestra en la sección representada en la figura 1. El árbol de la bomba de agua está provisto de una arandela que carga sobre un muelle de acero, lubricándose el eje, a mano, como en los motores de 260 H.P. Los detalles de esta bomba de agua se representan en la figura 6.

**Bomba de aire.**—Esta es de nueva construcción, accionándose por el extremo frontal del árbol de levas. El émbolo y el tambor de la bomba de aire son de hierro fundido, accionándose el émbolo por medio de una pequeña varilla de conexión de bronce y una biela de doble nervio como se representa en la sección esquemática de la figura 7. El cigüeñal de la bomba de

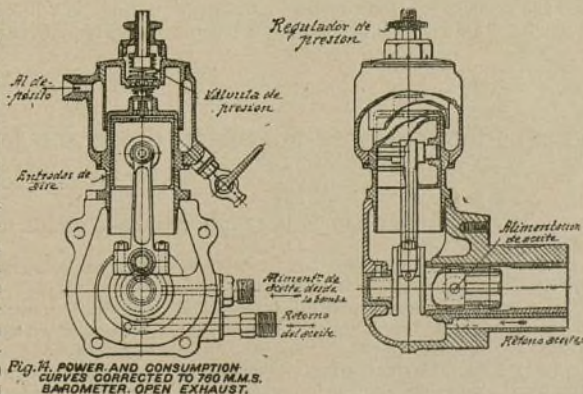


Fig. 7.

Fig. 7. POWER AND CONSUMPTION CURVES CORRECTED TO 760 M.M.S. BAROMETER. OPEN EXHAUST.



aire está provisto de cuatro endentaduras que engranan con las correspondientes talladas en el interior del árbol de levas. El diámetro interior o de trabajo

del cuerpo de bomba es de 40 mm. y el curso también de 40 mm.

SANTIAGO ANDREU, Ingeniero.

## Medición de la resistividad de los metales fundidos

El aparato imaginado por Northrup y Scheervood para medir la resistividad de los metales y de las aleaciones fundidas, se ha llamado por ellos *resistómetro* y esencialmente se compone de dos tubos de cuarzo o porcelana especial encerrado en un ancho tubo de grafito y cimentado en un bloque de piedra. Los tubos de cuarzo o de porcelana están dotados de electrodos de tungsteno que permiten medir la corriente así como la diferencia de potencial aplicado para toda sustancia que se haya fundido en el tubo de grafito deduciéndose la resistencia de la sustancia. El resistómetro se sumerge en una cuba especial en la cual se calienta, midiéndose la temperatura con la ayuda de un par termoelectrico.

Los valores de la resistividad se obtienen por lecturas directas en microhmios por centímetro cúbico por medio de un doble puente de Lord Kelvin. Siendo alternativa la corriente se evitan así todas las dificultades que provienen de la existencia de fuerzas electromotrices o de corrientes parásitas.

Para obtener experimentalmente la constante del resistómetro, hay que llenarlo, desde luego, de mercurio puro, que sirve de patrón. En seguida se pueden elegir los valores de relación de las bobinas en el puente de manera que las lecturas del puente multiplicadas por una potencia de 10, dan los microhmios por centímetro cúbico. Por esta razón los valores de relación de las dos ramas deben ser regulables.

La corriente alterna empleada es de 60 ó de 25 períodos. Esta última es preferible y entonces es de menos importancia, para la precisión de las medidas, que las bobinas del puente sean ejemplos de capacidad y de autoinducción.

Se ha empleado en las pruebas un galvanómetro de corrientes alternas, de construcción especial. A la inversa de lo que sucede con la corriente continua, la sensibilidad del galvanómetro de corriente alterna

no es constante; puede variar entre amplios límites por la sola modificación de la corriente que atraviesa las bobinas de campo. El amortiguamiento del sistema depende del cuadrado de la intensidad del campo; se regula la corriente en las bobinas, de manera que el sistema oscilante, después de la desviación, vuelve al cero de un modo aperiódico para el valor particular de la resistencia puesta en serie con la bobina móvil. La duración de la oscilación aperiódica del galvanómetro no debe pasar de 2 a 3 segundos, lo que hace necesario el empleo de un sistema oscilante constituido por una bobina ligera y estrecha. Las bobinas de campo, que han de ser dos, pueden disponerse en serie o en paralelo. Se montan siempre en serie con el circuito principal del puente doble de Kelvin y por consiguiente deben poder soportar sin calentarse y sin imantarse excesivamente los electroimanes, una corriente por lo menos tan intensa como la que atraviesa el puente.

No es prudente reducir la corriente en las bobinas de campo que tienen una fuerte autoinducción por medio de una derivación; por lo contrario, el puente, que no es inductivo puede derivarse a voluntad; por consiguiente, la corriente, en las bobinas de campo, puede ser superior pero no inferior a la que atraviesa el puente.

Las mediciones verificadas por los autores han conducido al importante resultado de que todas las curvas que representan el valor de la resistividad de los metales puros y de las aleaciones fundidas en función de la temperatura son rectilíneas. Para todas las aleaciones de bismuto y estaño, el coeficiente angular de las curvas relativas a todas las aleaciones fundidas es sensiblemente el mismo. Los autores han comprobado igualmente la existencia de una relación lineal entre la resistividad de las diversas aleaciones de bismuto y estaño, y el porcentaje en átomos-gramos de cada uno de los constituyentes.

## Métodos modernos de aplicación práctica a la industria en general

### Preparación y uso de la sangre desecada en los mataderos públicos

En nuestro país el empleo de ciertos abonos está muy restringido, por varias causas, entre ellas, por la necesidad que hay de importar las primeras materias fertilizantes de que carecemos, y por no existir fábricas montadas para su preparación, teniendo que ser tributario del extranjero, recargando por consiguiente su precio con el importe de coste, fletes, aduanas, etc. Estas circunstancias nos inducen a procurar el aprove-

chamiento de las materias fertilizantes de que podamos disponer, es decir, de las que tenemos a nuestro alcance y que frecuentemente pasan inadvertidas al industrial y especialmente para el agricultor. Una de éstas es la sangre desecada que se obtiene en los rastros de las poblaciones, en particular en las grandes urbes como sucede en la de Barcelona, Madrid, Valencia, que se produce en proporciones considerables, que casi



podemos decir, no se aprovecha, siendo conducida a los evacuadores y cañerías de limpieza de los mataderos.

En virtud de lo que antecede vamos a tratar de su aprovechamiento siguiendo el método moderno de Alemania, Francia, Norte América e Inglaterra, cuyas manipulaciones para obtener dicha sangre desecada son bastante sencillas y no requiere instalaciones costosas, además de un producto de fácil consumo, de bastante importancia y una nueva industria nacional que se implantaría.

La disposición y la maquinaria para la instalación consiste que de los departamentos de matanza escurre la sangre por un canal inclinado (1) (fig. 1) hacia un gran depósito (2) que está provisto de un tamiz de lámina perforada, que tiene por objeto separar los fragmentos de carne, sebos, cerdas, etc. De este depósito es aspirada por una bomba (4) que la conduce a un recipiente (5) de forma rectangular, en cuyo fondo se encuentra un tubo en zig-zag (6) por el que circula vapor.

La acción del calor hace que la albúmina se coagule y arrastre los glóbulos formando una masa de aspecto gaseoso tal como se presenta en los embutidos llamados vulgarmente rellenos o morrillos. Esta masa se precipita en un líquido amarillo o suero que es preciso separar. El fondo del recipiente (5) en que se hace la coagulación, tiene una compuerta (7) por la que se da salida, primeramente al suero y después al coágulo.

El coágulo, que está fuertemente impregnado de suero, se coloca en capazos o sacos de yute (8), para someterlo a una fuerte presión en la prensa hidráulica (9). Después de expulsado el suero por este procedi-

ce a pequeños fragmentos que pasan inmediatamente después por un primer cilindro (2) ligeramente inclinado, en cuyo interior gira lentamente un eje provisto de aletas cuyos planos se disponen en forma de hélice para asegurar con toda normalidad el transporte de la materia. Después de recorrer toda la longitud de este primer tubo, la sangre pasa por el tubo (3) y pos-

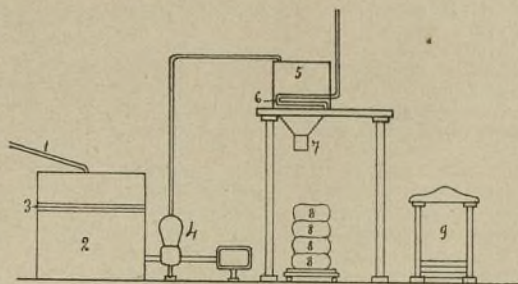


Fig. 1. — Instalación y disposición de la maquinaria para la preparación de la sangre desecada.

teriormente por el tubo (4) para salir al último bajo la forma pulverulenta y completamente desecada.

Como lo indicamos en el dibujo, los tubos numerados, están protegidos por una envoltura de ladrillo refractario con objeto que circule vapor para calentarlo a fuego indirecto. La sangre desecada así obtenida, aunque algo pulverulenta, no sale de los cilindros—tubos desecadores completamente en forma de polvo fino—para ello es preciso pasarla por un molino de pulverización y tamiz, llegando finalmente a obtener la sangre desecada convertida en polvo finísimo que es lo que se deseaba. Conviene conservar la sangre desecada al abrigo de la humedad, del calor y del contacto del aire, debiéndose conservar en recipientes de madera recubiertos exteriormente por una envoltura de hoja de lata y perfectamente bien tapados.

Según Collin, la composición de la sangre es la siguiente:

Componentes	Animales	
	Reses	Cerdos
Agua . . . . .	799,590	768,945
Glóbulos . . . . .	121,865	145,532
Albúmina . . . . .	66,901	72,875
Fibrina . . . . .	3,620	3,950
Grasa . . . . .	2,045	1,950
Fosfato alcalino . . . . .	0,468	1,362
Sulfato de sosa . . . . .	1,071	0,089
Carbonato alcalino . . . . .	4,321	4,287
Cloruro de sodio . . . . .	0,731	0,782
Oxido de hierro . . . . .	0,098	0,085
Cal . . . . .	0,123	0,206
Acido fosfórico . . . . .		
TOTAL . . . . .	1001,014	1001,261

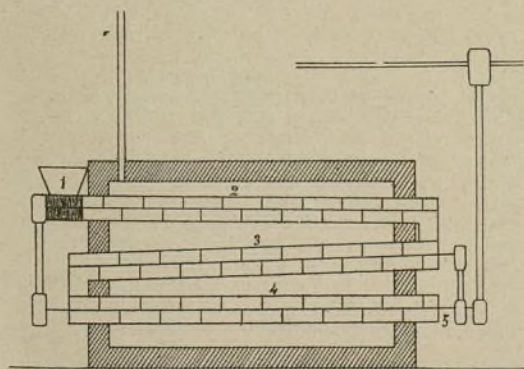


Fig. 2. — Dispositivo del secador para la obtención de la sangre desecada.

miento, se obtiene una masa suficientemente dura pero que retiene aun gran cantidad de humedad.

Como es preciso *secar* esta materia, se ha ideado un aparato secador especial que representamos en corte en la figura 2. Los trozos de sangre coagulada pasan desde luego por un triturador (1) que los redu-

Según los químicos Roussingault y Payen, la sangre fresca contiene 2,59 porcentaje de ázoe o nitrógeno. La cantidad de ácido fosfórico no pasa de 0,4 por 1,000 y la potasa es de 0,6 también por 1,000, así es que la sangre fresca tiene su valor fertilizante por el ázoe que contiene. La sangre desecada con-



tiene de 10 á 12 por 100 de ázoe y de 5 á 15 por 100 de ácido fosfórico con 5 á 8 de potasa por 1,000.

Cuando la sangre está bien desecada no contiene sino 14 á 15 por 100 de agua. Expusimos ya que conviene conservar la sangre desecada en lugares perfectamente secos, con objeto de evitar alteraciones que serían perjudiciales en el momento de utilizarla.

La sangre desecada es de un gran valor desde el punto de vista de su riqueza en ázoe, por lo tanto su empleo está indicado en todos los cultivos que requieren fertilizantes nitrogenados o azoados, que constituye un excelente abono de gran actividad y de fácil empleo. En los rastros de las grandes ciudades se utilizan, para la preparación del abono, la sangre de reses y la de cerdos, íntimamente mezcladas por partes iguales.

El agrónomo francés C. V. Garola ha dedicado especial atención a este interesante asunto, y después de muchos años de estudio, sus trabajos de experimentación han sido coronados por excelentes y buenos éxitos, y no podemos menos de darlos a conocer a nuestros industriales y agricultores, con el fin de llamar su atención hacia esta nueva industria, como abono químico que es muy factible implantarla y producirla entre nosotros con relativa facilidad.

Exponemos unos datos muy importantes de la eficacia y de la economía de la sangre desecada y se verán las ventajas que proporciona. En una primera serie de experimentos se cultivó trigo Dattel con sangre desecada como abono azoado, y se obtuvieron los resultados siguientes, por hectárea:

	Rendimiento		Excedentes	
	Grano	Paja	Grano	Paja
Trigo sin abono . . . . .	23,25	36,75	»	»
Trigo con abono . . . . .	25,50	47,62	2,25	10,87
Trigo con sangre desecada y superfosfato . . . . .	25,50	43,25	3,25	6,50
Trigo con sangre desecada, superfosfato y potasa . . . . .	29,62	47,63	6,32	10,88

Estas cantidades expresan quintales métricos.

De este primer experimento se deduce que empleando la sangre solamente, se eleva el rendimiento en grano, pero principalmente hace aumentar el de la paja.

Con adición de superfosfato y potasa se alcanza el mayor rendimiento en grano, por lo que se puede recomendar esa mezcla para abonar los trigos.

En otro experimento se estudiaron, comparativamente, la sangre desecada y el sulfato de amoníaco, obteniéndose los siguientes resultados:

	Rendimiento		Excedentes	
	Grano	Paja	Grano	Paja
Sin abono . . . . .	9,06	37,36	»	»
Con sangre desecada . . . . .	16,26	45,50	7,20	8,12
Con sulfato de amoníaco . . . . .	15,25	47,58	6,19	10,20

El efecto de la sangre desecada aparece superior al del sulfato de amoníaco, pues para preparar las mezclas se pusieron, tanto de uno como de otro, 45 kilogramos de ázoe con 90 kilogramos de ácido fosfórico.

También se han hecho experimentos en vista de determinar el valor de la sangre desecada y del nitrato de sosa, abonando con 30 kilogramos de cada una de estas sustancias químicas. En este experimento se comprobó que la eficacia del nitrato es un poco superior a la de la sangre desecada, según se verá por los resultados que a continuación transcribimos:

	Rendimiento		Excedentes	
	Grano	Paja	Grano	Paja
Sin abono . . . . .	21,00	25,00	»	»
Con sangre desecada . . . . .	25,00	31,00	4,00	6,00
Con nitrato de sosa . . . . .	28,00	34,00	7,00	9,00

Comparando los precios de los diversos abonos, resulta que la sangre desecada es más económica que los otros dos, no obstante que el nitrato de sosa sea mejor aprovechado, y la sangre desecada se puede adquirir más fácilmente en las poblaciones de importancia por ser desecho de los mataderos públicos, considerado en sí como de poco valor, resulta muy ventajoso su empleo en lugares cercanos a las grandes poblaciones, esto no quita importancia que a lugares muy apartados se pueden enviar, contando con las vías modernas de comunicación que todos conocemos, aunque en nuestro país, desgraciadamente nos hallamos sobre este asunto a una altura muy inferior; es bien notorio que hay comarcas a que no llegan, ni conocen siquiera esas vías.

Después de lo expuesto, vemos es de vital interés el empleo de la *sangre desecada* en grande escala, para aumentar e intensificar el cultivo y recolección del trigo y la paja, dos sustancias de gran consumo imprescindibles de nuestra economía, tanto para la población española como para el ganado que se cría en nuestro país, pudiendo evitar no solamente la carestía de tan apreciables materias, sino llegar, en plazo breve, a obtener más bajos precios y restablecer la normalidad en nuestro mercado.

ANGEL DE ARAMBURU Y GARCÍA.

## El empleo del selenio en fotometría

La idea de emplear en fotometría las propiedades esenciales del selenio no es nueva, más no parece haber dado lugar hasta aquí a aplicaciones ulteriores.

En un artículo publicado en *Electrical World* por M. J.-R. Raudolph, expone algunos experimentos realizados para la fotometría de las lámparas eléctricas mediante células de selenio.

Lo que limita las aplicaciones de tal procedimiento, es la incertidumbre de los resultados que dará con las lámparas cuyas radiaciones tienen espectros absolutamente diferentes. El empleo puede ser hecho, por

el contrario, siempre que se trate de comparar las intensidades luminosas de fuentes de la misma naturaleza.

Es cierto que el método puede ofrecer ventajas tal como lo expone M. Raudolph para permitir el establecimiento de los diagramas polares de distribución de luz que emanen de fuentes cualquiera, sobre todo si estas fuentes luminosas son de gran intensidad y exigen para ser estudiadas por otro medio en el que se disponga de una extensión o de un retroceso considerable.



## Insuficiencia de la teoría corriente de la evolución del progreso humano

### *¿Cuál es la ley del progreso humano?*

Cuestión es esta que envuelve, directa o indirectamente, algunos de los más arduos problemas en que la inteligencia humana puede engolfarse.

Hemos de buscar la contestación a esta pregunta; porque si bien es claro que la filosofía corriente reconoce su existencia, la explica de un modo poco satisfactorio.

Mantengámonos, cuanto sea posible, en el terreno de los hechos. Si el hombre se ha desarrollado o no gradualmente procediendo de un animal, no es preciso investigarlo. Por íntima que sea la relación entre las cuestiones referentes al hombre, tal como lo conocemos, y las que se refieren a su generación, solo aquellas pueden arrojar alguna luz sobre éstas. La deducción no debe proceder de lo desconocido a lo conocido. Únicamente de hechos ciertos podemos inferir lo que ha precedido a estos conocimientos.

Sea cual fuere el origen del hombre, sólo como hombre hay recuerdos de él. No existe vestigio ni rastro suyo en condiciones inferiores a las que entre los salvajes se pueden encontrar todavía. Cualquiera que sea el puente por el que haya cruzado el vasto espacio que le separa en la actualidad del bruto, no quedan de él vestigios. Entre los salvajes inferiores de que tenemos noticia y los animales superiores, hay una diferencia inmensa, no tan solo de calidad sino de esencia. Muchas de las acciones y emociones características del hombre, las presentan los animales inferiores; pero el hombre, por bajo que se halle en la escala de la humanidad, no se ha encontrado nunca destituido de una cosa de la que los animales no presentan el menor indicio, de algo que se reconoce fácilmente, pero que no se puede casi definir, que le da la facultad de adelantar, que le hace el animal progresivo.

El hombre por todas partes y en todo tiempo manifiesta esta facultad. Pero el grado con que la ha utilizado varía extraordinariamente. Entre la tosca canoa y el vapor, entre el arma arrojada primitiva y el fusil de repetición, entre el ídolo de madera toscamente esculpido y el animado mármol del arte griego, entre los conocimientos salvajes y la ciencia moderna, entre el indio bravo y el colono blanco, entre la mujer otentote y la hermosa de la sociedad refinada, media un abismo.

Los grados variables con que se sirve de esta facultad, no pueden atribuirse a diferencias en capacidad originaria—los pueblos más adelantos de hoy eran salvajes dentro de los límites históricos, y tampoco se pueden atribuir por completo a diferencias en las circunstancias físicas que las han rodeado—la cuna de las ciencias y de las artes por lo general se halla en poder de bárbaros, y en pocos años se levantan grandes ciudades en tierras de tribus salvajes. Todas estas diferencias están evidentemente relacionadas con el desenvolvimiento social. Fuera quizá de los más elementales

principios el hombre solo puede mejorar viviendo con sus semejantes. Todos estos perfeccionamientos en las facultades del hombre y en su condición, los resumimos ahora en el término «civilización». El hombre adelanta a medida que se civiliza, o aprende a cooperar en sociedad.

¿Cuál es la ley de este adelanto? ¿Por qué principio común podemos explicar los distintos grados de civilización que han alcanzado los diferentes pueblos? ¿En qué consiste esencialmente el progreso de la civilización, de manera que podamos decir de cada una de las varias disposiciones sociales, que ésta lo favorece, y aquélla no, o explicar por qué una institución o condición que lo favorece en una época, puede dificultarlo en otra?

La creencia que prevalece ahora es que el progreso de la civilización es un desarrollo o evolución durante la cual las facultades del hombre aumentan y sus cualidades mejoran por la influencia de causas semejantes a las que sirven de base para explicar la generación de las especies, a saber, la supervivencia de los más idóneos y la transmisión hereditaria de las cualidades adquiridas.

Que la civilización es una evolución, es decir, en el lenguaje de Herberto Spencer—el progreso de una homogeneidad indefinida e incoherente a una definida y coherente heterogeneidad—no hay duda; pero decir esto no es explicar ni precisar las causas que la aceleran o retardan. Hasta que punto pueden definir estas causas las arrebatadores generalizaciones de Spencer, que procura dar cuenta de todos los fenómenos comprendidos en los términos materia y fuerza, bien interpretados, no soy capaz de decirlo; pero, como exposición científica, la filosofía del desarrollo no ha resuelto esta cuestión esencial, o ha dado nacimiento, mejor dicho, coherencia a una opinión que no concuerda con los hechos.

La explicación vulgar del progreso es, creo yo, muy parecida a la opinión que naturalmente se forma el hombre de negocios respecto a las causas de la desigual distribución de la riqueza. Su teoría es que hay mucho dinero para ganar los que tienen energía y habilidad, y que es la ignorancia, la pereza o la falta de voluntad lo que origina la diferencia entre el rico y el pobre, y de igual modo la explicación común de las diferencias en civilización, es la de existir diversidades de inteligencia. Las razas civilizadas son las superiores, y el adelanto de civilización está en armonía con esta superioridad.

Pues bien, del mismo modo que las doctrinas de la economía política, concuerdan con la opinión común de los hombres que ven a los capitalistas pagando los salarios y la competencia disminuyéndolos; del mismo modo que la teoría de Malthus está en armonía con las preocupaciones existentes de ricos y pobres, así tam-



bién la explicación del progreso, considerándolo como una mejora gradual de la raza, se halla de acuerdo con la opinión vulgar que da cuenta de las diferencias en civilización por las diferencias de raza. Esta explicación del progreso ha dado coherencia y una fórmula científica a las opiniones que ya estaban en boga de antemano, y su pasmosa divulgación desde que Darwin asustó por primera vez al mundo con su «Origen de las especies», más que una conquista ha sido una asimilación.

La opinión predominante hoy, en el mundo pensador, es: «Que la lucha por la existencia, a medida que se hace intensa, impele al hombre a nuevos esfuerzos e inventos. Que esta mejora y aptitud para las mejoras en el individuo se fijan por transmisión hereditaria y se extienden por la propensión de los más aptos o más perfectos a sobrevivir en la lucha con las colectividades sociales.» Con esta teoría, se explican ahora las diferencias entre el hombre y los animales, y las diferencias en el progreso relativo de los hombres.

Lo que se desprende prácticamente de esta teoría es una especie de fatalismo lleno de esperanza que invade la actual literatura. En cada generación la raza humana ha sido torturada para que sus hijos puedan aprovecharse de sus dolores. Nuestra propia prosperidad está fundada en las agonías del pasado. ¿No es justo, por lo tanto, que nosotros suframos en beneficio de los que han de venir después? Según esta opinión, el progreso es el resultado de fuerzas que obran despacio, constantemente y sin remordimientos para la elevación del hombre.

La guerra, la esclavitud, la tiranía, la superstición y el hambre, son fuerzas impulsivas que hacen adelantar al hombre, eliminando a los individuos más pobres; la transmisión hereditaria es la fuerza que fija los avances, y los adelantos pasados abren paso a los nuevos adelantos. El individuo es el resultado de una larga serie de individuos anteriores, que han sufrido cambios sucesivamente adquiridos y perpetuados, y su organización toma la forma de los individuos de que se compone. De modo que mientras esta teoría es, como dice Herberto Spencer, «radical en un grado superior a todo lo que el radicalismo corriente concibe» en cuanto espera los cambios de la naturaleza misma del hombre, es al mismo tiempo «conservadora hasta un grado superior a todo lo que ha concebido el sentimiento conservador», pues sostiene que no puede ser útil cambio alguno fuera de estos cambios lentos en la naturaleza del hombre. Los filósofos pueden enseñar que esto no disminuye el deber de procurar la reforma de los abusos, así como los teólogos que predicán la predestinación, insisten en el deber de luchar por la salvación; pero, según se entiende generalmente, su resultado es el fatalismo; «hágase lo que se quiera, los molinos de los dioses pulverizan, sin consideración a nuestro auxilio y a nuestra resistencia».

Hago referencia a esto para expresar lo que considero ser la opinión que se extiende rápidamente y penetra en la idea común; pues en la investigación de la verdad no se debe permitir que el raciocinio sea desviado por ninguna consideración a sus consecuencias. Creo, sin embargo, que la opinión corriente es esta: «La civilización es el resultado de fuerzas, obrando de la manera indicada, que lentamente cambian el carácter y mejoran y elevan las facultades del hombre; que

la diferencia entre el hombre civilizado y el salvaje es la de una más larga educación de raza, que se ha fijado de un modo estable en la organización intelectual, y que esta mejora tiende a seguir creciendo siempre hacia una civilización cada vez más elevada. Hemos alcanzado un punto en que el progreso parece ser natural entré nosotros, y miramos hacia adelante confiados en las grandes acciones de la próxima generación, tanto, que algunos sostienen que el progreso de la ciencia dará por último la inmortalidad al hombre y le permitirá visitar corporalmente, no solo los planetas, sino hasta las estrellas fijas, y al fin fabricar soles y sistemas por sí mismo».

Pero sin encumbrarnos a las estrellas, desde el momento en que esta teoría de progresión que nos parece tan natural en medio de una civilización que adelanta, se relaciona con el mundo que la rodea, se halla frente a un hecho enorme: las civilizaciones fijas y aletargadas. La mayor parte de la raza humana no tiene en la actualidad idea del progreso; la mayor parte de la raza humana considera hoy todavía el pasado (como lo consideraban hace pocas generaciones, nuestros propios antecesores), como el tiempo de la perfección humana. La diferencia entre el hombre salvaje y el civilizado, puede explicarse por la teoría que considera al primero tan imperfectamente desarrollado, que su progreso es apenas perceptible; pero con la teoría de ser el progreso humano el resultado de causas generales y continuas ¿cómo nos explicaremos las civilizaciones que progresaron tanto y después se pararon? No se puede decir del indio y del chino, como se puede decir del salvaje, que nuestra superioridad es el resultado de una educación más prolongada; que nosotros somos, por decirlo así, los hombres de la naturaleza, formados ya, mientras ellos son los niños. Los indios y los chinos estaban ya civilizados cuando nosotros éramos salvajes. Tenían grandes ciudades, gobiernos poderosos y superiamente organizados; literatura, filosofía, costumbres urbanas, división considerable del trabajo, gran comercio, artes esmeradas, cuando nuestros antecesores eran bárbaros errantes viviendo en chozas y tiendas de pieles. Mientras nosotros hemos progresado de ese estado salvaje a la civilización del siglo actual, ellos se han quedado estacionarios. *Si el progreso fuese el resultado de leyes fijas, inevitables y eternas que impelen al hombre hacia adelante, ¿de qué manera nos explicaremos esto?*

Uno de los comentadores más populares de la filosofía del desarrollo, Gualterio Bagehot admite el peso de esta objeción, y trata de explicarlo así: «Lo primero que se necesita para civilizar al hombre es hacerlo dócil; inducirle a vivir subordinado a la ley, en sociedad con sus semejantes; y de este modo se forma un cuerpo o conjunto de leyes y costumbres que adquiere consistencia y se extiende por selección natural, dando una ventaja a la tribu o nación así reunida sobre las que no lo están. Este conjunto de costumbres y leyes se hace finalmente demasiado tosco y duro para permitir mayor progreso, que solo puede proseguir cuando la circunstancia favorecen la discusión, dando la libertad y soltura necesarias al perfeccionamiento.»

Esta explicación, que Bagehot presenta con cierta desconfianza, se da, creo yo, a expensas de la teoría general; pero no vale la pena de hablar de ello, porque, evidentemente, no explica los hechos.



La tendencia al letargo, de que habla Bagehot, debería manifestarse en los primeros períodos del desarrollo, y sus ejemplos los saca casi todos de la vida salvaje o semisalvaje, siendo así que estas civilizaciones detenidas habían avanzado mucho antes de pararse. Debíó mediar algún tiempo durante el cual estuvieron muy adelantadas respecto al estado salvaje, y permanecieron, sin embargo, dúctiles, libres y en progreso. Estas civilizaciones detenidas se pararon en un punto que difícilmente era inferior en nada, y bajo muchos aspectos era superior a la civilización europea del siglo XVI, o del XV a lo menos. Tenían arquitectos que hicieron avanzar el arte de la edificación por una serie de innovaciones y mejoras hasta un punto muy elevado; constructores de buques, que de igual modo, innovación tras innovación, perfeccionaron la marina de guerra en el reinado de Enrique VIII; inventores que solo se detuvieron en el límite de nuestros adelantos más importantes, y en algunos de los cuales podemos aprender todavía; ingenieros que construyeron grandes obras de riego y canales navegables; escuelas rivales en filosofía e ideas religiosas en pugna. Una gran religión muy parecida al cristianismo, nacida en la India, reemplazó a la religión antigua, pasó a China, inundó aquel país, y fué arrojada de su antiguo asiento como el cristianismo fué arrojado de su cuna. Allí había vida, y vida activa, y la innovación que engendra la mejora, mucho después que los hombres habían aprendido a vivir juntos. Y tanto la India como la China recibieron además la infusión de nueva vida de razas conquistadoras, con diferentes costumbres y maneras de pensar.

La más fija y aletargada de todas las civilizaciones de que tenemos alguna noticia, fué la de Egipto, en donde hasta el arte tomó por fin una forma convencional e inflexible. Pero sabemos que antes de esto, debió existir tiempo de vida y vigor con una civilización recientemente desarrollada y expansiva, como ahora la nuestra; de lo contrario, las artes y las ciencias no hubieran podido elevarse a tal altura. Y nuevas excavaciones han descubierto más allá del Egipto que conocíamos, —un Egipto más primitivo aún, con estatuas y esculturas que, en vez de un tipo duro y afectado, irradian vida y expresión, que muestran al arte luchando, ardiente, natural y libre,—la más segura indicación de una vida activa y de expansión. Esto es lo que ha debido ocurrir en otro tiempo con todas las civilizaciones que ya no progresan.

Pero no son únicamente estas civilizaciones detenidas las que no explica la teoría corriente del desarrollo, ya que los hombres habían ido lejos por el camino de la civilización y después retrocedieron. No es un simple caso aislado que se pone así en contradicción con la teoría: *es la regla universal*. Todas las civilizaciones que el mundo ha visto, han tenido su período de crecimiento vigoroso, de parada o de estancamiento, de decadencia y de caída.

Que nuestra civilización tiene más ancha base, es de un tipo más avanzado, se mueve más aprisa y se encumbra más que ninguna civilización anterior, es indudablemente cierto; pero, en tal concepto, difícilmente será más avanzada con respecto a la civilización greco-romana que ésta relativamente a la asiática; y si lo estuviera, nada nos probaría en cuanto a su permanencia y futuro avance, si no se hace patente de

que es superior en aquello que causó la final caída de sus predecesoras. La teoría corriente no demuestra esto.

En verdad, nada está más lejos de explicar los hechos de la historia universal, que esta teoría que considera la civilización como el resultado de una serie de selecciones que obran mejorando y elevando las facultades del hombre. Aún cuando la civilización haya nacido en diferentes tiempos y lugares, y haya alcanzado diferentes alturas, no existe incompatibilidad con esta teoría, porque esto puede proceder del desigual equilibrio de las fuerzas impulsoras y resistentes; pero que el progreso empezado en todas partes (pues se afirma que hasta las tribus inferiores han tenido cierto progreso) en ninguna haya sido continuo, habiendo siempre ocurrido una suspensión o un retroceso, es del todo contradictorio. Porque si el progreso obra perfeccionando la naturaleza del hombre, y de este modo produce el ulterior progreso, aun que pueda ocurrir alguna interrupción pasajera, por regla general el progreso debiera ser continuo; el adelanto conduciría al adelanto, la civilización se desenvolvería en una civilización superior.

No solamente la regla general, sino *la regla universal*, nos dice lo contrario de esto. La tierra es la tumba de los imperios caídos, tanto como de los hombres. En vez de dar el progreso aptitud para alcanzar un progreso mayor, toda civilización que en su tiempo fué tan vigorosa y progresiva como lo es ahora la nuestra, llegó por sí misma a detenerse. Repetidas veces el arte ha decaído, la instrucción ha declinado, ha disminuido el poder, se ha hecho escasa la población y el pueblo que había edificado grandes templos y ciudades poderosas, desviado ríos y atravesado montañas, cultivado la tierra como un jardín y empleado el mayor refinamiento en las cosas secundarias de la vida, ha quedado reducido a la condición de bárbaro, ha perdido hasta la memoria de lo que hicieron sus antepasados, y considera los fragmentos que se conservan de su grandeza como obra de los genios o de la potente raza anterior al Diluvio.

Ni aún suponiendo que esta elevación y decadencia alternativas de la civilización, este retroceso que sigue siempre al avance, fuese o no, el movimiento armonioso de una línea ascendente (y yo creo, aunque no quiero plantear la cuestión, que sería mucho más difícil probar la afirmativa de lo que generalmente se supone), nada importaría; porque en ambos casos la teoría corriente queda refutada. Las civilizaciones murieron sin dejar señales de vida, y el progreso, penosamente alcanzado, lo perdió la raza para siempre; pero aún admitiendo que cada ola del progreso hace posible una ola más elevada, la teoría que supone la civilización avanzando por cambios operados en la naturaleza del hombre, deja de explicar los hechos, pues nunca la raza ha sido educada y hereditariamente modificada por la civilización antigua; no es la nueva que empieza, sino una raza reciente viniendo de un nivel inferior. Los bárbaros de una época son los hombres civilizados de la siguiente, para ser a su vez reemplazados por nuevos bárbaros. Porque hasta ahora ha sucedido siempre que los hombres bajo la influencia de la civilización, si bien progresaron al principio, degeneraron después. El hombre civilizado de hoy es notablemente superior al incivilizado; más durante su vigor,



el hombre civilizado lo fué también en todas las civilizaciones anteriores. Pero hay cosas que vician, corrompen y enervan la civilización, y que pasado cierto punto, se ha manifestado siempre hasta ahora. Todas las civilizaciones que han sido subyugadas por bárbaros, han perecido realmente por decadencia interna.

Este hecho universal destruye la teoría de verificarse el progreso por transmisión hereditaria. Examinando la historia del mundo, la línea del mayor adelanto no coincide en ningún período de tiempo con la línea de la herencia. En cada caso particular de la línea de la herencia, el retroceso parece seguir siempre al adelanto.

¿Podrá decirse entonces que hay una vida nacional o de raza, como hay una vida individual? ¿qué todo agregado social tiene, por decirlo así, cierta cantidad de energía, cuyo consumo conduce a la decadencia? Esta es una idea antigua muy generalizada, que se conserva mucho todavía, apareciendo constantemente y sin oportunidad en los escritos que tratan de la filosofía o teoría del desarrollo.

En verdad, no veo por qué no atribuir a la raza condiciones semejantes a la materia y el movimiento, quedando así comprendida en las generalizaciones de la evolución. De este modo, considerando sus individuos como átomos, el desarrollo de la sociedad sería una integración de materia acompañada de una disipación de movimiento, durante el cual la materia pasa de una indefinida e incoherente homogeneidad a una definida y coherente heterogeneidad, mientras el movimiento reprimido sufre una transformación semejante. Y de este modo se halla analogía entre la vida de una sociedad y la de un sistema solar en la hipótesis de las nebulosas. Así como el calor y la luz del sol son producidos por la agregación de átomos en movimiento, que cesa al fin cuando éstos llegan a un estado de equili-

brio y reposo definitivo y le sigue un estado de inmovilidad que solo puede interrumpirse nuevamente por el choque de fuerzas externas que trastornan el curso de la evolución integrando movimiento, disipando materia en la forma de gases, cuya condensación produce otra vez movimiento, así se puede decir también que la agregación de individuos, en una sociedad, desarrolla una fuerza que produce la luz y el calor de la civilización; pero cuando el procedimiento cesa, y los componentes individuales llegan a un estado de equilibrio, ocupando lugares fijos, sigue la inervación, hasta que es necesariamente destruida y dispersada por una invasión de bárbaros para aplicar otra vez el procedimiento y producir un nuevo adelanto en la civilización.

Pero el sistema de razonar por analogías, es el más peligroso. Pueden establecerse semejanzas, y, sin embargo, disfrazar u ocultar la verdad. Todas estas analogías son superficiales. Mientras sus hijos se reproduzcan constantemente, un pueblo no puede envejecer, como sucede con el hombre, por la decadencia de sus facultades. Siendo la integral de todas sus fuerzas la suma de las fuerzas individuales que lo componen, un pueblo no perderá la fuerza vital, a no ser que la fuerza vital de sus componentes disminuya.

Sin embargo, tanto en la analogía común que relaciona la fuerza vital de una nación con la de un individuo, como en la que he supuesto, no se reconoce una verdad manifiesta: *las causas que han destruido todas las civilizaciones anteriores, son debidas a las condiciones en que se desarrollaron durante el mismo crecimiento de la civilización.*

Esta es una verdad que la filosofía corriente desconoce, pero es una verdad en extremo fecunda. Una teoría sólida del progreso humano debe dar cuenta de ella.

F. DE P. FELIU.

## Lavado de los serpentines para la refrigeración de los transformadores

El único método recomendable para la limpieza de los serpentines consiste en disolver el depósito dejado por el agua en el interior de los serpentines por medio de un baño de ácido diluido.

He aquí el procedimiento:

Es necesario separar de la canalización del agua los dos extremos del serpentín fijado en el transformador; y para no exponer este aparato a los efectos del ácido, del agua o de cualquier otra materia accidentalmente arrastrada hacia el interior, la separación del serpentín debe hacerse a alguna distancia del transformador de arriba a bajo: por ejemplo a una distancia de algunos decímetros.

Es necesario desde luego recoger el agua que quede todavía en el interior del serpentín, sea aspirándola por medio de un sifón o proyectándola hacia el exterior soplando.

Entonces se llena el serpentín de una solución de ácido clorhídrico de densidad 1,1: es decir, de una solución compuesta de iguales partes de ácido clorhídrico concentrado y de agua químicamente pura.

Se deja permanecer esta solución en el serpentín durante una hora aproximadamente y se vacía con cuidado. Se llena de nuevo de la misma solución al mismo

grado, extrayendo esta vez una masa menos considerable de materias.

Después que se vacía otra vez el serpentín se comprueba por lo general que el lavado verificado es suficiente. De todos modos si se considera necesario se puede repetir la operación.

Como la acción química que se produce es muy sensible y puede depositarse ácido en los dos lados del serpentín, es conveniente mantener abiertos los dos extremos del tubo durante todo el tiempo que dura la operación.

Ocurre con frecuencia que los accidentes por explosión se producen por consecuencia de una obstrucción más o menos completa de los serpentines de refrigeración. No solo importa asegurarse de la buena circulación del agua en estos tubos al ponerlos en servicio, sino que es importante darse cuenta de que esta buena circulación se mantiene de un modo eficaz y continuo.

Los transformadores de gran potencia quedan fuera de servicio y en ocasiones se destruyen por consecuencia de descuidos o de falta de atención sobre estas cuestiones que están bien lejos de ofrecer una importancia secundaria en toda clase de instalación.



## Motor Diesel marino Werkspoor

La creciente aceptación y el incesante progreso de los motores llamados de presión constante o Diesel, impone a las revistas y publicaciones de carácter técnico, la repetición y la insistencia en tratar de esta clase de máquinas modernísimas, si quieren tener a sus lectores al corriente no solo de la producción industrial del día, sino de las innovaciones que por momentos el progreso de la ciencia aplicada consigue en el dibujo, organización y construcción de aparatos y máquinas, aún en un solo orden de aplicaciones, en una misma clase de máquinas, en un solo tipo.

No extrañe, pues, que tras los muchos tipos y modelos de motores Diesel de que hemos dado conocimiento, insistamos una vez más dando noticia, siquiera somera, de un nuevo tipo marino creado por las fábricas

Al fin de economizar peso y espacio, los dos motores se presentan inclinados entre sí (fig. 2). Los cilindros se apoyan en una viga y las dos vigas de los dos motores se unen por un reborde o pestaña formando un sistema perfectamente rígido. Cada cojinete principal se articula con el zócalo de las máquinas por medio de fundiciones de acero ligero, no existiendo ningún otro armazón que las varillas de acero claramente manifiestas en la figura 3. Toda esta disposición presenta el aspecto de una estructura general de gran solidez y resistencia.

Aunque todas las partes y órganos de estos motores son de una construcción muy sencilla y ligera, no se percibe durante su funcionamiento ninguna vibración aun cuando marchen a una gran velocidad. Como

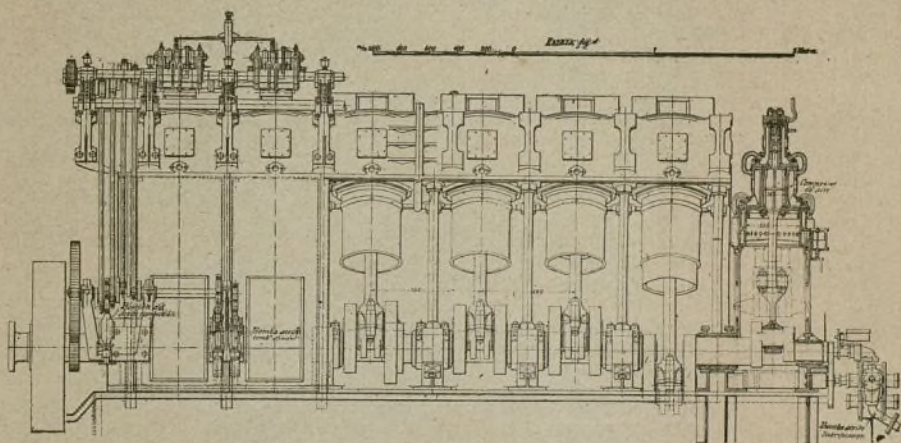


Fig. 1.

cas Werkspoor de Amsterdam, ya que el principio fundamental de estos motores ya lo hemos expuesto detalladamente en una monografía especial. (1)

El primer modelo típico construido por dicha casa consistía en dos motores para un pequeño buque cuya marcha había de alcanzar una velocidad de 14 millas. Las características de estos motores eran: potencia 1200 caballos a 300 revoluciones por minuto con un peso total de los dos motores principales, (con inclusión de los volantes), de 33 toneladas.

En la construcción de estos motores se ha adoptado el tipo de dos tiempos generalmente empleado en la marina, pero aún dentro de la mayor ligereza, propia del tipo de dos tiempos, en el de Werkspoor se ha obtenido una importante reducción de peso sin afectar a su solidez, lo cual constituye la principal característica de este nuevo tipo. En él se ha prescindido de las cabezas de cruceta de las bielas, adoptándose, en general, la construcción de los cilindros de combustión interna y de las bielas como puede observarse por las figuras.

una consecuencia de este tipo de construcción se ha hecho con ella posible prescindir de las partes del zócalo comprendidas entre los cojinetes. Aparte de la economía de peso así obtenida con esta disposición se obtiene el que el árbol motor sea perfectamente accesible, ventaja importantísima en el entretenimiento de las máquinas. Naturalmente, como es por lo general el caso, se ha cuidado [mucho de la colocación de los ejes o árboles de los propulsores.

La lubricación de los motores es forzada, siendo estancos para el aceite mediante planchas laterales de acero y otras situadas en la base. Este sistema de construcción contribuye a la mayor ligereza y accesibilidad. El aceite combustible como es corriente, se alimenta con los mismos motores mediante una sencilla bomba que impele el combustible en un recipiente en que existe la misma presión de aire que en las cajas de las válvulas. El compresor de aire que inyecta la carga se representa a una escala bastante grande en la figura 4.

Las partes inferiores de los cilindros son destacables lo que facilita el desmontaje de los émbolos. Esta

(1) Véanse las obras *El motor Diesel fijo* y *El motor Diesel marino* por A. Menéndez Caballero, publicadas por esta casa editorial.







volante articulado a una transmisión, una persona puede con la mayor facilidad y rapidez verificar esta operación, e invertir en muy pocos segundos la marcha de los motores.

Los cigüeñales son de acero-níquel-manganeso de

elevada resistencia a la torsión. Todos los órganos de movimiento de estas máquinas son muy accesibles y a todas las velocidades funcionan sin vibración debido a la gran rigidez del conjunto de la construcción.

E. LOZANO, Ing. ind.

## Diferentes sistemas de cojinetes de bolas y cilindros

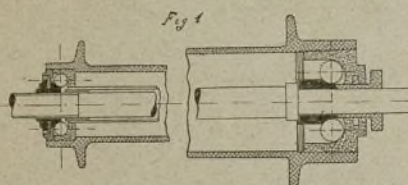
El deseo de reducir el rozamiento y la resistencia en los distintos cojinetes ha conducido a las construcciones más variadas.

La reducción de la resistencia la logran los distintos sistemas tanto mejor cuanto más evitan el rozamiento deslizante lo mismo en las diferentes bolas o cilindros, como en las cámaras correspondientes. Para obtener un funcionamiento silencioso, que al mismo tiempo carezca de trepidaciones, es indispensable que las bolas o cilindros sean exactamente redondos, del mismo tamaño y colocados sin dejar el más mínimo hueco.

En los cojinetes de bicicletas (véase fig. 1) y automóviles descansan las bolas en una canal (media caña) algo mayor que las bolas. Por causa de la construcción simétrica de un eje se hace desaparecer las fuerzas axiales eventuales.

Muy interesante es la construcción del cojinete en la figura 2, la cual se presenta un colgante de una grúa, el cual está patentado. La carga descansa ligeramen-

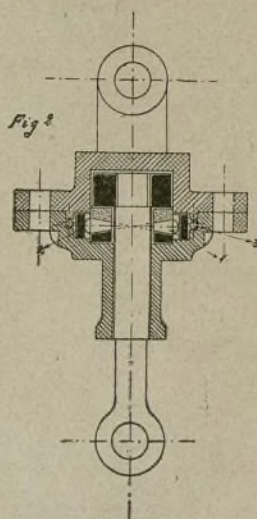
te encerrándose las bolas en resistentes estuches. Estos estuches mantienen las bolas en su posición, las condu-



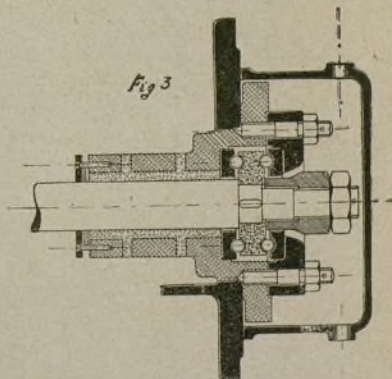
movible sobre una corona de conos (1), cuyos puntos geométricos se encuentran en el centro del eje. Bajo la influencia de las componentes de presión que obran radialmente hacia fuera, y la fuerza centrífuga se apoyan los conos hacia fuera contra un anillo (2), conducido centralmente por una corona de bolas (3) exterior. Además de la rotación de los conos se ve claramente el rozamiento del quicio del cono aminorado ventajosamente, por una parte, por la forma oval del cono y por otra parte, por el anillo que circula libremente. En caso de sustitución de los conos por bolas el efecto es el mismo.

La figura 3 representa un cojinete de un eje espiral, tal como lo construye la casa C. Flohr de Berlín. El eje funciona en un cojinete forrado de metal blanco, y la presión lateral en una u otra dirección se ejerce por medio de coronas de bolas.

Otro sistema de construcción de cojinetes de presión con dos coronas de bolas para ejes espirales está demostrado en la figura 4. Según para qué fin también basta una corona de bolas en vez de dos. Para recibir el impulso axial esta clase de cojinetes contienen ranuras, los cuales descansan sobre superficies esféricas



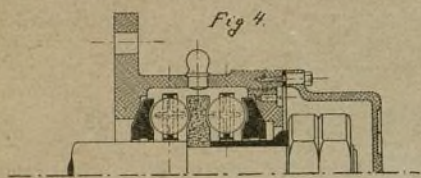
cen en su dirección y evitan que se rocen y aprieten unas con otras. En cojinetes grandes para gran velocidad, estos estuches son indispensables. La introduc-



ción de bolas pequeñas que se mueven en dirección contraria en vez de estuches, no ha dado buen resultado,



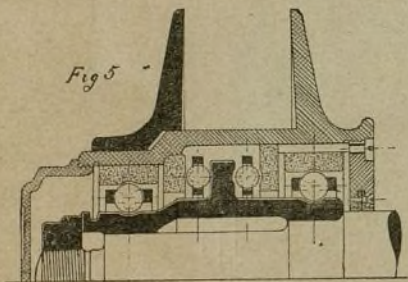
pues estas eran la causa de grandes aguzamientos y producían en el exterior fuertes compresiones, las cuales pueden evitarse por medio de un dispositivo espe-



cial de bolas pequeñas; pero esto tampoco dió el efecto deseado.

Los cojinetes de presión y soporte reciben las fuerzas axiales y radiales cada uno con una corona de bolas distintas.

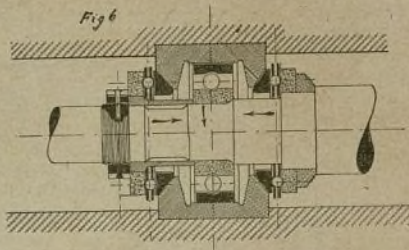
La figura 5 representa el cubo de una rueda de



automóvil. El eje de un diámetro de 30 — 65 milímetros, transmite el peso por medio de dos coronas de 22 bolas cada una de 9 — 19 mm. de diámetro y las impulsiones laterales, las cuales representan  $\frac{1}{4}$  —  $\frac{1}{2}$  del peso, son recibidas por una u otra corona de pre-

sión de 32 bolas de 14 mm. de diámetro. Los anillos exteriores de dirección de los cojinetes de sostenimiento son móviles para evitar que sufran por los esfuerzos laterales. De este modo, también funciona el cojinete de la figura 6, pero éste tiene solamente un anillo de sostenimiento, considerando que el eje prolongado se pueda torcer.

Comparando los cojinetes de cilindros con los cojinetes ordinarios, la resistencia de rozamiento en los primeros se puede considerar como una parte de la presión en la circunferencia del eje disminuyendo el



número en proporción al aumento de la velocidad, por ser el rozamiento en parte independiente de la presión.

Según experimentos, el número proporcional en cojinetes de bolas, en general, es 0,002; en cojinetes de cilindros y en los ordinarios con engrase por anillos, de 0,005 — 0,01. Estos datos dependen naturalmente de la buena construcción y del engrasamiento de los cojinetes y del empleo de los mismos.

La teoría de que el rozamiento disminuye cuando menos bolas hay en la corona o mejor dicho, cuando más grande es el diámetro de ellas, solamente adquiere valor en la dudosa proposición de que el brazo de palanca del rozamiento de rodadura sea constante y que no crezca con el radio del cilindro.

CARLOS COPPE, Ingeniero.

## Bomba reguladora de alta presión (Véase el modelo desmontable N.º 79)

En los tiempos actuales han adquirido una gran importancia las bombas de alta presión para el suministro de agua en las ciudades, así como también canalizaciones de gran radio de acción y fábricas de productos químicos o de otras industrias que necesitan continuamente grandes cantidades de agua. Nuestro desmontable presenta una bomba de doble efecto construida según el sistema moderno destinada a instalaciones hidráulicas. Esta bomba funciona generalmente a 50 movimientos dobles del émbolo por minuto suministrando 250 metros cúbicos de agua por hora a 70 metros de altura pudiendo ser forzada hasta 80 movimientos por minuto, rindiendo entonces 400 metros cúbicos por hora.

El funcionamiento de esta bomba es igual al de todos los tipos conocidos. El émbolo (21) es accionado por medio de (22) y absorbe el agua por (14) hacia el depósito de succión (13) atravesando luego la válvula

de succión (19) la cual está provista de su correspondiente muelle de carga.

De este depósito pasa por la válvula de presión (22) provista también de su correspondiente muelle entrando en el recipiente de presión (9) y pasando luego por (7) sale al exterior. Para evitar que se mezcle aire, las estopadas del émbolo (23) llevan los dispositivos (10 y 24). El recipiente de presión de aire (2) es doble, formando por lo tanto dos cámaras unidas entre sí por el tubo (1), de modo que la presión en los dos recipientes es la misma.

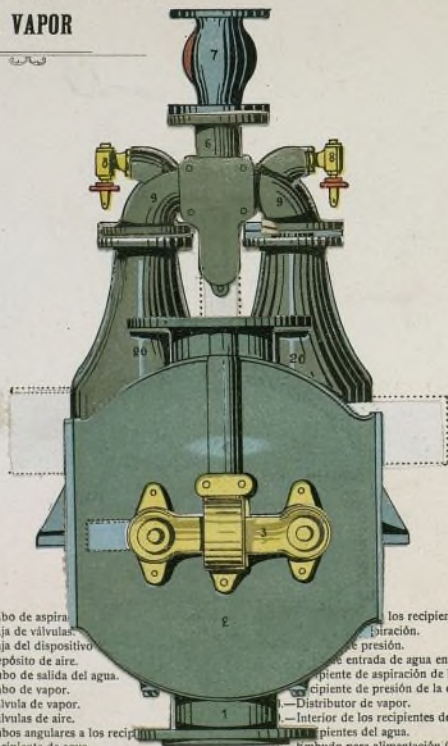
Las bombas como la descrita están provistas naturalmente de las armaduras correspondientes así como también de las necesarias válvulas de seguridad para la presión (3), para el vacío (5), su manómetro (6), válvulas adicionales reguladoras (11 y 12) y finalmente un tubo de nivel (16) colocado en el recipiente de succión del aire (13).

Este texto corresponde al modelo desmontable n.º 79 publicado en el número anterior.

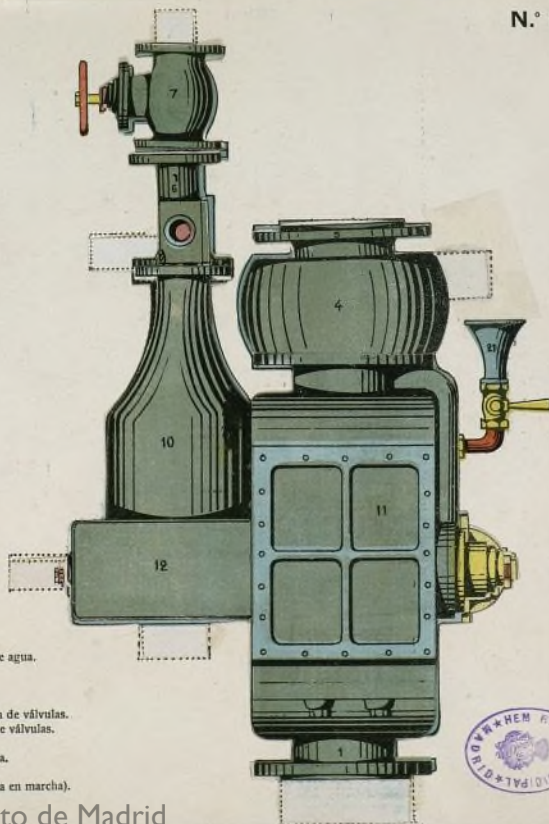


# DOBLE PULSÓMETRO A VAPOR

N.º 80.



- 1.—Tubo de aspiración.
- 2.—Caja de válvulas.
- 3.—Caja del dispositivo de presión.
- 4.—Depósito de aire.
- 5.—Tubo de salida del agua.
- 6.—Tubo de vapor.
- 7.—Válvula de vapor.
- 8.—Válvulas de aire.
- 9.—Tubos angulares a los recipientes del agua.
- 10.—Recipientes del agua.
- 11.—Tapa de la caja de las válvulas.
- 12.—Embudo para alimentación (puesta en marcha).
- 13.—Distribuidor de (3).
- 14.—los recipientes de agua.
- 15.—aspiración.
- 16.—de presión.
- 17.—entrada de agua en (3).
- 18.— recipiente de aspiración de la caja de válvulas.
- 19.— recipiente de presión de la caja de válvulas.
- 20.—Distribuidor de vapor.
- 21.—Interior de los recipientes del agua.
- 22.—Recipientes del agua.



Ayuntamiento de Madrid





De  
elevant  
han alca  
aparato  
sión lo  
El efect  
vapor y  
ser infe

El e  
misma c

Los  
de dobl  
recipien  
y el de  
asociado  
do el liq  
que ya  
ascensió

Los  
se emple  
paración

Estos  
tro mode  
palmente  
rriles, e  
tienen ta  
que se tr

El fu  
La entra  
por medi  
por la v

Gene  
atrevidos  
nerales  
cuando, l  
dente a t  
y no poca  
base de a  
se ha esc  
jando el  
rado utili  
ficio de l  
tal vez  
cuales no  
de las cir  
indujo a t  
inventor  
oportunid  
trial del n

Breve  
una adici  
sulfuro a  
nida en un  
arrollado  
piente hac



## Doble pulsómetro a vapor (Véase modelo desmontable N.º 80)

De todas las clases de aparatos que se utilizan para elevar agua por la acción directa del vapor, solamente han alcanzado importancia los *pulsómetros*. En estos aparatos se origina un efecto de succión y otro de presión lo mismo que si se tratara de bombas ordinarias. El efecto de succión se origina por la condensación de vapor y por lo tanto por reducción de la presión hasta ser inferior a la atmósfera.

El efecto de presión se verifica por la presión misma del vapor.

Los *pulsómetros* pueden construirse de simple o de doble efecto; en el primer caso consta de un solo recipiente en el cual se suceden el efecto de succión y el de presión; en el otro caso los recipientes son dos, asociados de tal forma que en uno de ellos es absorbido el líquido, al mismo tiempo que en el otro el líquido que ya estaba absorbido es impulsado por el tubo de ascensión.

Los *pulsómetros* de simple efecto hoy ya casi no se emplean porque no ofrecen ventaja alguna en comparación con los de doble efecto.

Estos últimos en cambio son muy utilizados. Nuestro modelo desmontable presenta uno de ellos principalmente utilizado en minas, en estaciones de ferrocarriles, en buques para llenar recipientes y en general tienen también una gran aplicación para trabajos en los que se trate de aguas sucias.

El funcionamiento de este aparato es el siguiente: La entrada del vapor es distribuida automáticamente por medio de la válvula de péndulo (18); el vapor entra por la válvula (7). Al lado de la cámara (19) en cuyo

cuello se hallan las válvulas de aire (8), se encuentran también las válvulas de succión (13) las de presión (4) y los tubos (1) y (5) correspondiendo respectivamente a la succión y presión. El dispositivo de chorro está constituido por dos tubos (15) y el órgano de distribución (3) y (22); este órgano deja entrar en la cámara el agua dando todo el tiempo necesario para la compresión del vapor. Al mismo tiempo por el otro tubo entra el agua por la cámara de aire conectada al mismo (4); vuelve a ser expulsada al exterior cuando el órgano de distribución ha cambiado automáticamente a su otra posición.

Los *pulsómetros* se construyen de diferentes tamaños llegando hasta 10 metros cúbicos por minuto la cantidad de líquido que pueden suministrar.

Cuando el agua sea fría y empleando vapor seco puede obtenerse una altura de succión de 8 metros. La altura de presión a que puede suministrar el agua depende solamente de la presión del vapor que se utilice.

Generalmente no funcionan más que a 50 metros siendo conveniente el empleo de varios pulsómetros escalonados, cuando se trate de alturas mayores.

En comparación con las bombas de vapor, el pulsómetro necesita mucha mayor cantidad de vapor. Según estudios se necesita un kilogramo de vapor por cada 700 metros-kilogramos.

Los pocos gastos y la rapidez con que puede instalarse, hacen recomendable estos aparatos principalmente cuando se trata de instalaciones provisionales.

SANTIAGO LOPEZ, Ing.

## El ácido nítrico y el mineral de cobre

Generalmente ni siquiera los metalúrgicos más atrevidos recurren al procedimiento de beneficiar minerales con ácido nítrico; sin embargo, de vez en cuando, las necesidades del caso obligan al más prudente a traspasar los límites de la práctica establecida y no pocas veces la adopción de algún procedimiento a base de ácido nítrico ha parecido atractiva. Muy poco se ha escrito acerca de las labores de aquellos que, dejando el sendero trillado de la metalurgia, han procurado utilizar el ácido nítrico en el tratamiento o beneficio de los minerales. El caso a que voy a referirme tal vez sea uno entre muchos intentados sobre los cuales no ha caído la luz de la publicidad. La fuerza de las circunstancias, cuya índole está de más relatar, indujo a una emprendedora Compañía minera a dar al inventor de un procedimiento de ácido nítrico una oportunidad para demostrar el valor comercial e industrial del mismo.

Brevemente descrito el procedimiento consiste en una adición regulada de cierta cantidad de mineral de sulfuro a una solución caliente de ácido nítrico contenida en un recipiente llamado digestor. El calor desarrollado por la reacción que tiene lugar en este recipiente hace subir la temperatura de la mezcla a unos

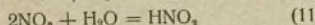
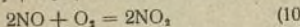
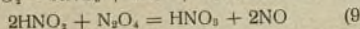
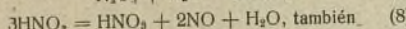
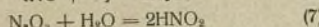
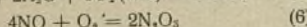
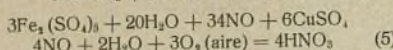
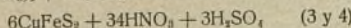
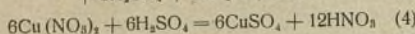
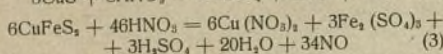
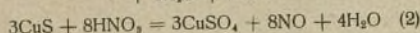
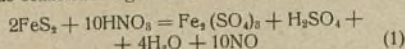
100 grados C. Para conservar la temperatura entre 80 y 100 grados C. se admite vapor a una presión conveniente, pues la reacción química en el digestor pierde su energía gradualmente y a medida que el ácido se debilita. Una corriente de aire comprimido es admitida por el fondo del recipiente para agitar la mezcla en el mismo y también para suministrar el oxígeno necesario para la oxidación del óxido nítrico producida por la reacción del ácido sobre el mineral, para transformarlo en peróxido de nitrógeno que juntamente con el exceso de aire en el digestor se hace pasar bajo presión por una serie de torres de absorción cargadas de cuarzo (sílice) y parcialmente llenas de agua. Esto da por resultado la conversión del peróxido de nitrógeno en ácido nítrico, que entonces queda disponible para el tratamiento de otra carga de mineral.

La desaparición del peróxido de nitrógeno de color de los gases que pasan a las torres de absorción, según puede verse por una linterna de cristal intercalada en la tubería que conecta el digestor con el sistema de absorción, marca la terminación de la acción del ácido sobre el mineral sometido al tratamiento. El contenido del digestor es luego vaciado y trasladado a los sistemas de lavado y filtración.



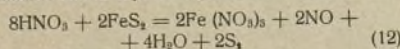
## QUÍMICA DEL PROCEDIMIENTO

La exposición razonada del procedimiento en lo que se refiere al tratamiento de minerales cupríferos piríticos puede expresarse convenientemente por medio de las ecuaciones siguientes:



Algunas veces se ha propuesto la hipótesis que bajo las condiciones del tratamiento descrito no es necesario agregar una proporción tan grande de ácido nítrico al mineral como la cantidad expresada en los términos de las ecuaciones (1), (2) y (3). Esta hipótesis se funda en la suposición de que en el digestor se regenera considerable cantidad de ácido nítrico a medida que el óxido nítrico libre se mezcla con el aire y la espuma líquida en el espacio sobre el mineral y ácido en reacción. Se verá, sin embargo, por los experimentos cuyos resultados damos a continuación, que esta regeneración no es suficiente para producir efectos de alguna importancia en la extracción de más cantidad de metal del mineral sometido al tratamiento. Asimismo, con referencia a las ecuaciones (1), (2) y (3) se ha demostrado que el material sometido al tratamiento debe ser preferentemente mineral de sulfuro que contenga suficiente azufre combinado para permitir la formación del sulfato de todos los elementos básicos susceptibles de ataque. El sobrante de azufre podría aprovecharse por la adición de un mineral oxidado; pero si la cantidad de azufre es deficiente debe remediarse esta condición mediante la introducción de ácido sulfúrico o su equivalente.

Además, con referencia a las fórmulas (1) y (2) puede decirse que el éxito de la aplicación comercial de este procedimiento depende, en gran parte, de la casi completa evolución de los sulfatos en la reacción del ácido nítrico sobre los sulfuros, porque la producción de nitratos en cantidades considerables implica la pérdida de este costoso reactivo con los residuos y en las soluciones desechadas del sistema de precipitación de la instalación. La siguiente fórmula expresa una probable reacción subsidiaria que puede ocurrir simultáneamente con la expresada por la ecuación (1):

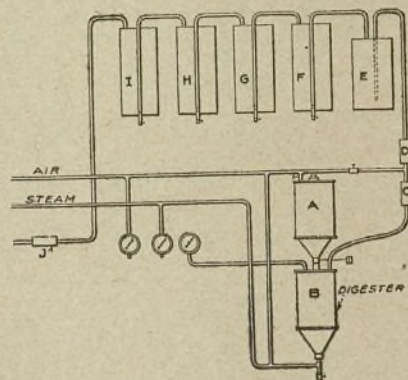


Las ecuaciones (4) a (9) inclusive se refieren especialmente a los medios de regenerar el ácido nítrico

del óxido nítrico, aire y agua, e indica el curso indirecto y los rodeos que tiene que dar cierta proporción de los compuestos de nitrógeno para la formación del ácido nítrico. En el tratamiento por absorción es necesario conservar los gases nitrosos en contacto con el agua y el aire por espacio de cinco minutos por lo menos, lo que exige que la capacidad del sistema de absorción esté en perfecta relación con el volumen de gases que ha de someterse al tratamiento. Tanto la práctica alemana como la inglesa han demostrado que cuando se provee un sistema bastante grande para realizar la mezcla y una serie de torres de tamaño conveniente, es posible conseguir una absorción completa con la consiguiente recuperación del ácido nítrico; sin embargo, aun con el uso de una torre cargada con un licor alcalino, es rara vez comercialmente practicable obtener una absorción mayor de 97 por ciento de los gases nitrosos que pasan por el sistema. El significado comercial de una pérdida de 3 por ciento de ácido nítrico en un procedimiento regenerativo usando ácido nítrico como solvente para los minerales cupríferos piríticos, es aparente en las cifras aducidas en relación con los resultados de los ensayos que más adelante se dan.

## EXPERIMENTOS CON APARATOS DE LABORATORIO

Los ensayos preliminares realizados con el procedimiento descrito fueron hechos con un aparato de cristal construido para tratar uno a uno y medio kilos



Esquema del aparato.

por carga. La figura da una buena idea de las partes que integraban el aparato. A, es un recipiente cerrado mineral, dotado de una tapa desmontable por la cual para se introduce el material; el digestor B se ha colocado directamente debajo del recipiente cerrado y ambos están conectados por medio de un conductor corto, en el cual funciona el alimentador que gobierna el paso del mineral al digestor. Los tubos de vapor y de aire conectados al fondo del digestor proporcionan medios adecuados para calentar, agitar y oxidar la mezcla introducida en el recipiente. Los gases nitrosos que se forman en el digestor se escapan por el tubo de salida, el serpentín de enfriamiento y las linternas C y D hasta llegar al mezclador o condensador E; luego, por



la presión producida dentro del digestor los gases son forzados por las torres de absorción F, C, H e I hasta la descarga final. Como se ve en el esquema de referencia, se ha provisto una conexión de tubo para aire entre las linternas C y D, cuya disposición proporciona los medios necesarios para determinar si la oxidación de NO a NO<sub>2</sub> ha sido completa, comparando los colores cuando el aire se mezcla con la corriente de los gases que pasan por las linternas. Los manómetros que se ven en el esquema registran la presión del aire, del vapor y del digestor.

Muchos de los resultados obtenidos de estos ensayos fueron nulos debido a fugas que se produjeron en los sitios por donde menos se esperaban a medida que la presión en el aparato iba llegando a 700 gramos por centímetro cuadrado según registro del manómetro. Sin embargo, los ensayos cuyos resultados vamos a detallar a continuación, se han elegido porque en ninguno de ellos se descubrieron fugas, no obstante la más minuciosa inspección del aparato durante la realización de los mismos.

#### ENSAYO 1.—Análisis del mineral

	Por ciento
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	2,0
S . . . . .	29,0
CaO . . . . .	5,8
Cu . . . . .	3,6
Fe . . . . .	26,9
Insol. . . . .	26,4

La ganga era de un color rojizo con espato calcáreo presente en la misma.

El cálculo de la cantidad de ácido necesario para el tratamiento del mineral se basa en las ecuaciones (1), (2), (3) y (4), y en el azufre (o cantidad equivalente de ácido sulfúrico) necesario para sulfatar todos los elementos básicos del mineral. Suponiendo que todo el cobre en el mineral y parte del hierro combinado con el azufre formen calcopirita (CuFeS<sub>2</sub>), las ecuaciones (3) y (4) nos dan los factores Cu, Fe, HNO<sub>3</sub> y H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> expresados en las razones

$$378 : 336 : 384 : 2142 : 294$$

respectivamente, que representadas en tanto por ciento con referencia al análisis y peso del mineral, nos dan:

$$\text{Cu } 3,6\%, \text{ Fe } 3,2\%, \text{ S } 3,65\%, \text{ HNO}_3 \text{ } 20,4\% \\ \text{y H}_2\text{SO}_4 \text{ } 2,8\%.$$

Considerando el resto del azufre combinado con hierro para formar FeS<sub>2</sub>, obtenemos de las razones derivadas de la ecuación (1) los resultados siguientes expresados en términos de tanto por ciento con referencia al análisis y al peso del mineral:

$$\text{Fe} = (26,9 - 3,2 - 1,52) = 22,18\% \\ \text{S} = (29,0 - 3,65) = 25,35\% \\ \text{HNO}_3 = 124,53\% \\ \text{H}_2\text{SO}_4 = 19,4\%.$$

Por consiguiente, se necesita una cantidad absoluta de ácido nítrico equivalente a  $(20,4 + 124,53) = 144,93\%$  con relación al peso total del mineral que se desea someter al tratamiento, para descomponer los constituyentes del sulfuro de conformidad con las ecuaciones dadas. Además, suponiendo que los constituyentes básicos de la ganga, tales como hierro, alúmina y cal, sean fácilmente susceptibles a la acción del

ácido sulfúrico diluido de la solución, se necesita para 1,5% Fe una cantidad de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> equivalente a 3,9% del peso del mineral; para 2,0% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> una cantidad de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> equivalente a 5,7% del peso del mineral; y para 5,8% CaO una cantidad de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> equivalente a 10,2% del peso del mineral; o sea un total de 19,8%. Finalmente, considerando todo el azufre expresado por el miembro izquierdo de las ecuaciones estudiadas, oxidado y convertido en ácido sulfúrico, necesitamos para el tratamiento de CuFeS<sub>2</sub> una cantidad de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> equivalente a 13,97% del peso del mineral; para el tratamiento de FeS<sub>2</sub> una cantidad de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> equivalente a 58,18% del peso del mineral; y para el tratamiento de la ganga una cantidad de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> equivalente a 19,80 del peso del mineral, o sea un total de 91,95% del mineral para sulfatar todos los constituyentes básicos. La cantidad total de azufre presente como sulfuro en el mineral, oxidado y convertido en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, producirá una cantidad de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> equivalente a 88,74% del peso del mineral. Por consiguiente, tenemos que agregar  $91,95 - 88,74 = 3,2\%$  del peso del mineral de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> para completar el procedimiento de sulfatar todos los constituyentes básicos mencionados.

Aunque es evidente que un pequeño exceso de ácido sulfúrico también podría ser beneficioso para completar la disolución del mineral y acelerar la extracción de los metales útiles contenidos en el mismo, no se agregó más H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> en los ensayos preliminares, que la cantidad exigida por los cálculos realizados de la manera que dejamos indicada.

En el ensayo de referencia se introdujeron en el digestor 554 gramos de mineral y según el cálculo mencionado debieron haberse agregado 788 gramos de HNO<sub>3</sub> y 17,73 gramos de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Sin embargo, únicamente se agregó 1500 cc. de 1,24 sp. g. de ácido nítrico conteniendo 707 gramos de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> para asegurar la regeneración máxima del ácido nítrico introducido en el digestor a fin de determinar el efecto práctico de la probable regeneración en el digestor y para neutralizar el ácido nítrico.

Las condiciones generales observadas durante el ensayo fueron:

Alimentación del mineral al digestor, min. . . . .	60,0
Periodo del tratamiento, min. . . . .	94,0
Presión manométrica al principio, kgs. . . . .	0,421
Presión manométrica al final, kgs. . . . .	0,703
Temperatura media de la mezcla en el digestor, en grados C. . . . .	64,6
Temperatura máxima de la mezcla en el digestor, en grados C. . . . .	77,0
Temperatura mínima de la mezcla en el digestor, en grados C. . . . .	40,0
Temperatura al final del tratamiento, en grados C. . . . .	56,0
Recuperación de ácido nítrico. . . . . HNO <sub>3</sub> g	
En las torres de absorción. . . . .	484
En el mezclador o condensador. . . . .	185
	669

#### Pérdidas de ácido nítrico

En la solución descargada. . . . .	41
Pérdida por descarga de las torres de absorción (por diferencia) . . . . .	7
	48



	Por ciento del original
Por lo tanto, el ácido recuperado fué.	93,4
Acido regenerado en el sistema de absorción.	67,5
HNO <sub>3</sub> equivalente en la solución descargada.	5,7
HNO <sub>3</sub> equivalente perdido como gas nitroso.	0,9
Cu extraído (haciendo las concesiones necesarias por el Cu en el exceso del mineral).	87,3

#### ENSAJO II.—Análisis del mineral

Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	2,0	S. . . . .	32,2
CaO . . . . .	8,5	Cu . . . . .	5,1
Fe . . . . .	29,8	Insol. . . . .	21,7

Expresado en términos de tanto por ciento con referencia al peso del mineral, el procedimiento de sulfatar los constituyentes básicos requiere para

	Por ciento S
Cobre para formar CuSO <sub>4</sub> . . . . .	2,6
Hierro para formar Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> . . . . .	24,8
Cal para formar CaSO <sub>4</sub> . . . . .	4,9
Alúmina para formar Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> . . . . .	1,9
Representando un total de . . . . .	34,2

El azufre procedente del mineral es 33,2 %; la deficiencia de azufre que debe ser compensada por el H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> es, por lo tanto, 2,0 % equivalente a 6,1 % de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Basándonos en las ecuaciones (1), (3) y (4) se necesita aproximadamente una proporción de 161 % de HNO<sub>3</sub> para el tratamiento del mineral.

	Gramos
Peso de HNO <sub>3</sub> en 150 cc. 1,26 sp. gr. ácido cargado al digestor . . . . .	782
Peso del mineral cargado . . . . .	750
Produciendo un exceso de . . . . .	285

Condiciones generales observadas durante el ensayo:

Alimentación de mineral de 80 mallas min. . . . .	44
Período del tratamiento, min. . . . .	70
Presión manométrica al principio, kgs. . . . .	0,422
Presión manométrica al final, kgs. . . . .	0,703
Temperatura media de la mezcla en el digestor, en grados C. . . . .	75
Temperatura máxima de la mezcla en el digestor, en grados C. . . . .	87
Temperatura mínima de la mezcla en el digestor, en grados C. . . . .	40
Temperatura al final del tratamiento, en grs. C. . . . .	83
Recuperación de ácido nítrico . . . . . HNO <sub>3</sub> g	
En las torres de absorción . . . . .	509
En el mezclador o condensador . . . . .	187
Total . . . . .	696

Pérdidas de ácido nítrico:

En la solución descargada . . . . .	51
Pérdida por descarga de las torres de absorción (por diferencia) . . . . .	35
Total . . . . .	86

	Por ciento del original
Por lo tanto, el ácido recuperado fué . . . . .	89,0
HNO <sub>3</sub> equivalente en la solución descargada . . . . .	6,5
HNO <sub>3</sub> perdido como gases nitrosos . . . . .	4,5
Extracción del cobre del mineral . . . . .	89,5

Si las ecuaciones usadas en estos ensayos son correctas, debe esperarse una gran aproximación entre las cifras que expresan el tanto por ciento de ácido nítrico recuperado y el tanto por ciento de los constituyentes básicos disueltos. Efectivamente, los ensayos demostraron que existe esta íntima relación entre ambos factores, aun cuando se emplee un exceso de ácido nítrico, lo que tiende a demostrar que el progreso del procedimiento tiene lugar más o menos de conformidad con las ecuaciones (1), (3) y (4), y que la reacción expresada por (12) no constituye un factor importante del procedimiento.

Los resultados de los ensayos arrojaron los siguientes porcentajes:

	Por ciento
Promedio de ácido nítrico recuperado . . . . .	90,5
Promedio de extracción de cobre . . . . .	88,9

Las observaciones durante el tratamiento muestran indicios de cierta destilación de HNO<sub>3</sub> en la solución, pero el ácido introducido en el sistema de absorción por la destilación no tiene importancia alguna, porque el ácido agregado al contenido del digestor es diluido y su fuerza disminuye constantemente a medida que tiene lugar la reacción del ácido en los sulfuros.

En uno o dos ensayos la excesiva agitación arrojó al condensador una cantidad mayor de ácido sin descomponer, y los resultados del segundo ensayo muestran un buen ejemplo de esta condición. Cualquier generación de importancia en el digestor debe hacerse notar por el aumento relativo de las cifras que expresan el porcentaje de extracción de los elementos básicos sobre las que representan la recuperación del ácido nítrico; pero omitiendo los resultados dudosos, puede afirmarse que en ninguno de los ensayos arrojaron los resultados una cifra mayor de extracción de los elementos básicos del mineral, que la cifra relativa a la recuperación del ácido. Es inconcebible que la destilación y regeneración del ácido en el digestor sean más o menos iguales, pero en vista de que las condiciones en el digestor no coinciden con las necesarias para la absorción efectiva de NO<sub>2</sub> ya anotado anteriormente, y en virtud de que la destilación tiene que ser necesariamente pequeña, hay suficientes razones para suponer y sostener que la regeneración en el digestor es insignificante.

#### ENSAJO SUPLEMENTARIO EN GRANDE ESCALA

La planta para este ensayo se instaló como una adición a la planta de molinera seca y su disposición general era análoga a la del pequeño equipo de laboratorio antes descrito. El recipiente o digestor tenía unos 2,15 m. de diámetro y 4,25 m. de altura, forrado con ladrillos a prueba de ácido colocados con cemento inatacable por los ácidos. El recipiente para el mineral se hizo de chapas gruesas de hierro que tenían aproximadamente 3,65 m. de altura y 2,15 m. de diámetro. Los sistemas de condensación y absorción consistían en dos carretes de aluminio de 75 mm. con unos 73,15 metros de tubería colocados en tanques o depósitos dotados de un sistema de agua circulante; un condensador constituido por un cilindro de chapa de hierro forrado colocado en el interior de un depósito alto de madera, por el cual circulaba el agua fría; y un juego



de cinco torres de absorción, cuatro de las cuales tenían 4,85 m. de altura y unos 2,15 m. de diámetro, y la quinta de la serie 4,85 de altura y 3,05 de diámetro. Las conexiones de tubos se hicieron con tubos de aluminio de 63,5 y 75 mm y accesorios adecuados. Los tubos y accesorios para la solución se hicieron de una aleación de hierro especial, como también la bomba de 35 mm. para bombear la solución.

La planta trabajaba de la manera siguiente: el mineral de sulfuro era conducido de la planta de molienda por medio de un conductor a un depósito pequeño situado sobre el recipiente de mineral. Para cada ensayo se tomaba cierta cantidad de mineral de este depósito y se introducía en el recipiente del cual se hacía pasar luego al digestor. Se introducía en el digestor ácido nítrico o una solución compuesta de este ácido, ácido sulfúrico y nitrógeno o salitre, tomada de un tanque o depósito de medición convenientemente dispuesto con relación al digestor. Esta solución era entonces calentada haciendo pasar vapor por un tubo de goma flexible en el fondo del digestor y las conexiones de aleación de hierro especial. Una vez que la solución adquiría una temperatura de cerca de 60° C, se introducía aire comprimido en el digestor juntamente con el vapor y entonces se iniciaba la operación de alimentar o introducir el mineral en el digestor.

Con referencia a los datos que damos a continuación, hay que hacer constar que durante estos ensayos el ácido nítrico casi nunca se agregó directamente al mineral, sino que se producía indirectamente en la solución en presencia del mineral sulfuroso por medio de los ácidos nítrico y sulfúrico. Este sistema, sin embargo, era equivalente, según las especificaciones que acompañan la patente del procedimiento, al uso de ácido nítrico directamente aplicado al mineral.

Para los fines de este estudio se han elegido dos de los ensayos más favorables. Todos los ensayos de esta serie fueron realizados bajo la dirección personal de los inventores del procedimiento de ácido nítrico, aunque los técnicos de la empresa realizaron ensayos duplicados al mismo tiempo.

#### ENSAYO A

Análisis del mineral		Análisis con criba	
	Por ciento	Malla	Por ciento
Cu	2,15	+ 14	0,41
S	16,30	+ 20	6,20
Fe	14,7	+ 30	23,03
Insol	50,4	+ 40	14,80
CaO	5,8	+ 80	23,75
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,9	— 80	32,13

**Condiciones generales.**—La solución se dejó calentar por espacio de 40 minutos en el digestor con vapor a 27 kgs. de presión. El período de alimentación del mineral fué 143 minutos, haciéndose la introducción a intervalos.

El período total del tratamiento fué (horas)	5
Mineral alimentado al recipiente, kgs.	1920
Mineral retenido en el recipiente, kgs.	449
Cantidad exacta de mineral alimentado al digestor, kgs.	1475
Exceso de mineral calculado a base de HNO <sub>3</sub> agregado, kgs.	490

#### ACIDOS NÍTRICO Y SULFÚRICO ALIMENTADOS AL DIGESTOR

Por ciento de HNO <sub>3</sub> en la solución	12,8
Peso del ácido en la solución, kgs.	6,292
Gravedad específica	1,26
Peso de HNO <sub>3</sub> en la solución, kgs.	805
Peso de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> agregado, kgs.	1.006,500
Peso de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> empleado para descomponer el salitre, kgs.	706,420
Peso de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> disponible para elementos básicos, kgs.	300
Temperatura de la solución agregada al digestor, en grados C.	32,5

(La solución fué luego calentada un poco más en el digestor).

#### CANTIDAD DE ÁCIDOS NÍTRICO Y SULFÚRICOS INTRODUCIDA EN EL DIGESTOR

Peso aproximado de HNO <sub>3</sub> necesario, basado en la suposición de la completa neutralización del ácido por los 1,475 kgs. de mineral, según lo expresan las ecuaciones (1), (2), (3) y (4) kgs.	1.206,200
Peso de HNO <sub>3</sub> que en realidad se agregó kgs.	805
Deficiencia de HNO <sub>3</sub> , significando exceso de mineral, kgs.	400,880
Acido sulfúrico necesario para los elementos básicos, kgs.	987
Acido sulfúrico procedente del mineral (como S), kgs.	737,700
Acido sulfúrico a agregar, kgs.	249,200
Acido sulfúrico disponible en la solución alimentada al digestor, kgs.	649,200
Exceso de ácido sulfúrico, kgs.	50,800

#### RECUPERACIÓN Y PÉRDIDAS DE ÁCIDO NÍTRICO

Acido nítrico agregado al digestor, kgs.	805
Acido nítrico recuperado en las torres y en el condensador, kgs.	590,654
Acido nítrico retenido en la solución descargada, kgs.	198,300
Acido nítrico perdido en la última torre en forma de gases nitrosos, kgs.	19,500
Promedio de ácido nítrico recuperado de las torres y condensadores.	73,3
Promedio de ácido nítrico perdido en las torres en forma de gases nitrosos (por diferencia).	2,4

#### ANÁLISIS DE LOS RESÍDUOS

	Por ciento		Por ciento
Cu	1,29	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,9
Fe	7,8	S.	7,7
CaO	3,9	Insol.	69,7

Relación de la pasta a la solución por peso: 1,63

#### EXTRACCIÓN

	Por ciento
Cobre	67,2
Hierro	71,4
Azufre	67,4
Recuperación del ácido nítrico más la pérdida por las torres, 75,7 por ciento.	



## OBSERVACIONES

La probabilidad es grande, y la diferencia entre 75,7 y 67,4 por ciento, cifras que representan respectivamente la cantidad total de ácido tomado del digestor y el azufre disuelto, es una media bastante aproximada de la cantidad de ácido nítrico destilado o mecánicamente conducido al sistema de absorción.

La fuerza de la solución descargada en  $\text{HNO}_3$  era aproximadamente 3 por ciento. La acción de esta solución sobre el exceso de sulfuro presente continuaría sin duda, pero dicha acción es seguramente muy lenta y hay bastantes probabilidades que un compuesto de nitrógeno tal como  $\text{N}_2\text{O}$  pueda formarse en considerables proporciones, porque el ácido se debilita con los sulfuros en exceso relativo; estos compuestos no se recuperarían en el sistema de absorción.

## ENSAYO B.—Análisis del mineral

	Por ciento
Cu. . . . .	2,15
S. . . . .	15,3
Insol. . . . .	46,5
Cao. . . . .	7,6
$\text{Al}_2\text{O}_3$ . . . . .	5,3
Fe. . . . .	15,5

## MINERAL ALIMENTADO

Mineral alimentado al recipiente, kgs. . . . .	1761,900
Mineral retenido en el mismo al terminar el ensayo, kgs. . . . .	1031
Cantidad realmente introducida en el digestor, kgs. . . . .	730,900

Nota.—Los pesos se entienden por el mineral seco.

## ÁCIDOS NÍTRICO Y SULFÚRICO

$\text{HNO}_3$ agregado al digestor, kgs. . . . .	787,600
$\text{HNO}_3$ teóricamente necesario (aprox.) kgs. . . . .	559,100
Exceso (kgs.). . . . .	228,500
Acido sulfúrico alimentado, kgs. . . . .	635,600
Acido sulfúrico necesario para los elementos básicos y descomposición de $\text{NaNO}_3$ kgs. . . . .	622,800

## RECUPERACIÓN DE ÁCIDO NÍTRICO

Recuperación en las torres, kgs. . . . .	287,881
Recuperación en los condensadores, kgs. . . . .	42,267
Total recuperado, kgs. . . . .	330,148
Porcentaje de recuperación de $\text{HNO}_3$ basado en la cantidad que teóricamente se necesita del mismo. . . . .	59,1
Porcentaje de recuperación de $\text{HNO}_3$ más la pérdida en las torres de absorción. . . . .	62,46

## PÉRDIDA DE ÁCIDO NÍTRICO

Acido nítrico en el digestor al terminar el ensayo en forma de nitratos y $\text{HNO}_3$ libre, kgs. . . . .	438,836
Acido nítrico en exceso de la cantidad teóricamente necesaria, kgs. . . . .	228,589
Acido nítrico calculado para el tratamiento de los sulfuros inalterados, kgs. . . . .	210,247

Acido nítrico perdido por las torres de absorción, descargado como gases nitrosos, kgs. . . . .	18,795
Porcentaje de ácido nítrico perdido por las torres de absorción, descargado como gases nitrosos, kgs. . . . .	1,525
Porcentaje de ácido nítrico retenido en el digestor (basado en la cantidad teórica, kgs. . . . .	17,043

## SOLUCIÓN EXTRAÍDA

Peso, . . . . .	4,618,996 kgs.
Cu = 0,24 por ciento = . . . . .	11,077 kgs.
Fe = 1,72 por ciento = . . . . .	79,450
S = 6,0 por ciento = . . . . .	276,940
	276,940 kgs.
	207,568
	agregadas al digestor.

69,371 kgs. azufre obtenido del mineral.

$\text{HNO}_3$  = 9,60 por ciento = 8,626 kgs. S. aproximadamente desechado con los residuos en combinación como  $\text{CaSO}_4$ .

## Contenido del mineral original

15,717 kgs. Cu
111,834 kgs. S
113,295 kgs. Fe

De estos resultados obtenemos las cifras siguientes:

## EXTRACCIÓN

Cu. . . . .	70,5
Fe. . . . .	70,1
S. . . . .	69,8
$\text{HNO}_3$ . . . . .	62,4 conducido a las torres de absorción y al condensador.

## ANÁLISIS DE LOS RESÍDUOS

Por ciento	
Cu 1,74 = 4,639 kgs. por diferencia que da 266,498 residuos,	
Fe 13,3 = 4,639 kgs. por diferencia que da 254,240 kgs. residuos,	
Insol. . . . .	5,58
Cao . . . . .	5,2
S. . . . .	14,2 = 42,450 kgs.
	3,0 de lo anterior combinado con $\text{CaO}$ .

El hecho de que las cifras que expresan la extracción de elementos básicos es mayor que las que representan la recuperación del ácido nítrico (más los vapores que son arrojados por las torres) hace creer que en este caso hay presente alguna proporción de hierro y cobre en forma de nitratos y muy bien puede suponerse que ocurra la reacción expresada por la ecuación (12).

## TEMPERATURA

La temperatura de los gases que pasan del digestor varió durante los ensayos entre  $81^\circ \text{C}$ . y  $104,5^\circ \text{C}$ . (estando el termómetro atado al exterior del tubo).



TIEMPO	
Tiempo empleado en el calentamiento preliminar de la solución del digestor, minutos.	198
Período de alimentación del mineral, minutos.	78
Lapso de tiempo entre la primera y última aparición del NO <sub>2</sub> de color, minutos.	135
PRESIÓN EN EL DIGESTOR:	8,172 a 9,080 kgs.
GAS:	Por ciento de NO <sub>2</sub>
Admisión (promedio de cuatro determinaciones).	7,05
Salida (al notarse un color vivo en la descarga).	2,7

VAPOR	
Presión media (manométrica).	18,614 kgs.

Con el vapor se calentaron 4,942 kgs. de solución de 21° a 65,5° C. aproximadamente.

Calor agregado mediante la admisión de vapor, 219,461 calorías (suponiendo un recalentamiento igual a 1).

Considerando que de un kilogramo de carbón se derivan 6.650 calorías, entonces tenemos el equivalente

$$\frac{219.461}{6.650} = 33 \text{ kgs.}$$

de carbón, y haciendo las concesiones necesarias por radiación y otras pérdidas de calor, tenemos que se necesitaron 45,500 kgs. de carbón para el calentamiento preliminar de la solución ácida.

#### AIRE

Suponiendo que el 29 por ciento del mineral consiste de FeS<sub>2</sub>, entonces para la ecuación (1) tenemos,

por la acción de HNO<sub>3</sub> sobre 730,940 kgs. de mineral, en números enteros, 265 kgs. de NO. Este último compuesto para formar NO<sub>2</sub> exige 141,194 kgs. de oxígeno o casi 615,170 kgs. de aire. El volumen en condiciones ordinarias de 615,170 kgs. de aire es 475,692 m<sup>3</sup>. En el ensayo de referencia se utilizó el aire para oxidar por espacio de 140 minutos continuos. Es decir, a razón de

$$\frac{475,692}{140} = 3,397 \text{ m}^3$$

por minuto en condiciones normales, si todo el mineral se disolviera de conformidad con lo expresado en la ecuación (1) y se utilizara todo el oxígeno en el aire. En realidad se utilizaron 11,722 m<sup>3</sup> por minuto, lo que indica un exceso de casi 300 por ciento sobre la cantidad teórica de 3,398 m. cúbicos.

Para comprimir 11,722 m<sup>3</sup> de aire por minuto a una presión de 18 kgs. empleando un compresor sencillo, se necesitan unos 46 caballos de fuerza durante un período de 144 minutos. Por consiguiente, es necesario efectuar la oxidación del NO derivado del tratamiento de 726,400 kgs. de mineral de conformidad con las condiciones del ensayo. En idénticas condiciones, 908 kgs. de mineral necesitarían 69 caballos de fuerza durante un período de 144 minutos por tonelada de mineral para la oxidación de los sulfuros.

Calculando el coste de la fuerza motriz a razón de 0,80 pts. por caballo de fuerza al día, el coste del aire comprimido para el procedimiento sería 5,20 ptas. por tonelada de mineral sometida al tratamiento en el caso de referencia.

GEORGE C. WESTBY.

## FORMULARIO INDUSTRIAL

### Fabricación fácil y económica de jabón

La fabricación del jabón es una de las industrias que admiten mayor simplificación y de las que al mismo tiempo mayor rendimiento pueden producir si se pone un poco de voluntad y paciencia en las sencillas manipulaciones que requiere, accesibles con los utensilios domésticos, pudiendo hasta las mismas familias sustraerse a la especulación industrial y mercantil, ahora que tan altos precios han adquirido todos los artículos de primera necesidad en una casa, entre los que tiene una categoría primordial el jabón.

La elaboración del jabón consiste en mezclar o unir íntimamente una grasa o aceite con una lejía, que es lo que se llama saponificación, la cual se consigue en frío o por coadura mediante proporciones adecuadas de aquellas sustancias.

#### Útiles necesarios para la fabricación del jabón.

—1.º Una caldera de hierro con una llave lateral colocada junto al fondo. Para la fabricación doméstica puede servir un caldero metálico cualquiera o una lata de las que sirven de envase para el petróleo.

2.º Un pesa lejías que se puede adquirir a muy bajo precio en cualquier establecimiento de óptica y droguerías bien surtidas. Consiste en un tubo de cris-

tal graduado y su objeto es medir y fijar o graduar la densidad de la lejía.

3.º Una pala de madera cuando se trata de pequeñas cantidades de jabón o una de hierro para mayores cantidades. Su empleo es batir los líquidos provocando su mezcla.

4.º Un molde o caja de madera, desmontable a ser posible, con la cabida suficiente para la cantidad de jabón que se elabore. Para facilitar la salida del jabón ya endurecido, de esta caja, conviene forrar las paredes de hojas sueltas de lata antes de echar en ella el líquido.

**Aceites.**—Todos los aceites vegetales y grasas animales son útiles para la fabricación del jabón. Entre los aceites están: los de oliva, el de coco, palmacristi, nuez, almendra, avellano silvestre, corajo, sazafrán, girasol, etc. Los más empleados son los tres primeros y como más económico, los hondones de aceite de oliva. Entre las grasas, los sebos de todos los animales.

**Lejías.**—Las lejías se preparan con sosa cáustica, producto que se expende en las droguerías. En una vasija o en la misma caldera en que se ha de elaborar el jabón se pone desde luego:

Sosa cáustica. . . . . 1 parte  
Agua (con preferencia de lluvia). . . . . 2 »



Se revuelve bien y mejor en caliente, hasta que la sosa esté perfectamente disuelta. La sosa debe cogerse siempre con un utensilio cualquiera metálico y nunca con las manos.

Una vez obtenida esta mezcla se gradúa con el pesa-lejías el cual al flotar en el líquido ha de ser por la línea de graduación señalada con el núm. 25 que es el correspondiente al grado que ha de tener la lejía para fabricar el jabón. Si el pesa-lejías flotara por una línea de menor graduación o sea hundiéndose más en el líquido, entonces hay que agregar más sosa cáustica. Si el pesa-lejías flotara por una graduación mayor, es decir, se hundiera menos, el líquido será demasiado denso y necesita se le agregue agua. Hay pues que graduar en esta forma la lejía hasta que el pesa-lejías marque exactamente los 25 grados.

**Elaboración del jabón.**—Se coloca en la caldera por partes iguales un aceite de los indicados o una grasa en estado líquido y lejía de 25 grados batiendo en frío ambas sustancias, perfectamente, con la pala; a los veinte minutos se empiezan a formar cuajarones que anuncian el empaste de la saponificación, debiéndose entonces batir con más viveza. Una vez conseguida la formación de una especie de natilla muy espesa y rugosa en la superficie se tapa la caldera dejándola en reposo durante unas 24 a 30 horas. Pasado este tiempo se pone la caldera a fuego lento batiendo la pasta fuertemente de abajo a arriba y en sentido lateral hasta que el olor característico de jabón que desprende dé la señal de estar suficientemente batido.

Entonces se separa la caldera del fuego dejándola en reposo durante una hora a cuyo término, se da salida a las lejías muertas por la llave del fondo.

Estas lejías muertas pueden aprovecharse para el lavado de las ropas mezclándolas con cantidades iguales de agua.

Se vuelve a batir la pasta y si estuviere muy dura se le echa un poco de agua hirviendo batiéndose con más facilidad hasta conseguir una perfecta mezcla.

En este punto está ya la pasta de jabón en disposición de ser vertida en los moldes que se conservarán en sitio ventilado durante dos días, al fin de los cuales se habrá endurecido la pasta pudiéndola ya sacar volcando la caja sobre una mesa o tabla plana pudiéndolo cortar con un alambre o un bramante.

### Procedimiento para la preparación del clorobenceno

Se sabe desde hace tiempo que la bencina se clarifica directamente cuando se la calienta con el percloruro de hierro o también bajo la acción del cloro en presencia del cloruro de aluminio y por último por la acción de una corriente de cloro sobre una solución de percloruro de hierro en la bencina, en presencia de hierro.

El presente procedimiento se funda en un método nuevo de preparación del clorobenceno; consiste en saturar de cloro la bencina y hacer pasar la solución obtenida a una columna que contiene la viruta de hierro. La reacción es inmediata: el ácido clorhídrico se desprende y se obtiene el clorobenceno.

Se ha reconocido que esta manera de proceder es

la que proporciona mayor rendimiento en la práctica.

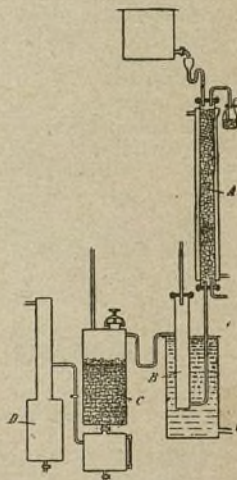
Se obtiene al mismo tiempo del clorobenceno y de los productos policlorados, el líquido que sale del aparato que contiene poco más o menos, un 30 por 100 de clorobenceno y el rendimiento del clorobenceno respecto a los productos policlorados es: clorobenceno, 100; productos policlorados, 6.

El modo de operar es el siguiente:

Se hace llegar el cloro gaseoso, que no es necesario que esté absolutamente seco, al fondo de una columna refrigerada, (designada por A en la figura esquemática) a donde se hace caer sobre las piedras silíceas, la bencina en cascada.

El revestimiento interior de la columna es de plomo; dicha columna, como indica la figura, lleva un indicador que permite regular la afluencia de bencina de modo que se sature el cloro.

La solución así obtenida pasa automáticamente a una columna de fundición B llena de virutas de hierro



Aparato para la preparación del clorobenceno.

y refrigerada exteriormente. La solución de cloro en la bencina llega al fondo de la columna y la reacción es inmediata; el gas clorhídrico se desprende y el líquido procedente de la reacción pasa por un plano colocado a poco menos de tres cuartos de la altura de la columna.

La mezcla bencina, clorobenceno, ácido clorhídrico y cloruro de hierro pasa a una columna C que contiene caliza humedecida con agua donde pierde el hierro y el ácido clorhídrico. Se separa la bencina del clorobenceno y de los productos policlorados por destilación fraccionada en D.

El procedimiento está fundado en la preparación del monoclorobenceno por un sistema continuo basado sobre este hecho nuevo: la disolución del cloro en la bencina y la acción ulterior de esta solución a contenido constante en cloro, sobre el hierro.

Ella conduce igualmente a los aparatos adecuados para realizar esta fabricación continua.



## Electrolisis con corriente alterna

Es sabido, desde hace mucho tiempo, que con corriente alterna es posible producir reacciones electrolíticas. La bibliografía sobre este asunto es bastante extensa; sin embargo los trabajos sistemáticos y completos son muy escasos, y es que la mayoría de los investigadores no han tenido en cuenta la frecuencia al estudiar la variación de los demás factores.

Si los fenómenos electrolíticos fuesen siempre reversibles o pudiesen verificarse prácticamente de una manera reversible, es indudable que la corriente alterna simétrica no produciría modificación alguna sobre el electrolito que la condujere; un electrolito se comportaría con la corriente alterna como un conductor de primera clase, porque la modificación producida al pasar la corriente en un sentido sería igual y contraria a la producida por la corriente de signo contrario. Sin embargo, siendo las condiciones de reversibilidad, para todas las modificaciones reales, condiciones límite, nunca serán exactamente contrarios los fenómenos producidos en los dos semiperíodos de la corriente alterna, y, por lo tanto, tendrá lugar una modificación con un rendimiento que, en general, dependerá de lo que las condiciones en que se verifique la electrolisis estén separadas de las condiciones de reversibilidad. La primera investigación sobre la electrolisis con corriente alterna data del año 1837, estudiando De la Rive (C. R., IV, 835) la disolución del platino empleado como electrodo.

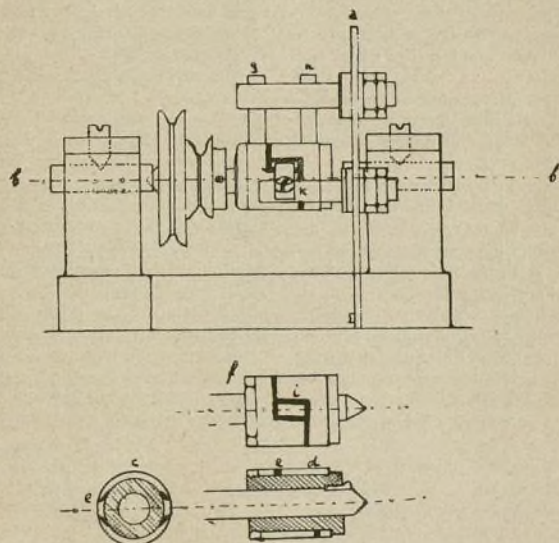
Hace poco ha aparecido un notable trabajo del doctor Rius y Miró, profesor de la Escuela Industrial de Santander, el cual, aprovechando los escasos medios que para la investigación existen en nuestros centros docentes, ha suplido con el ingenio las dificultades que en la práctica se le presentaron.

La corriente empleada por la mayoría de los investigadores era la corriente alterna sinusoidal. Max Le Blanc aconseja la continua conmutada, para el estudio de los fenómenos electrolíticos, verificados en corriente alterna. El empleo de esta clase de corriente permite estudiar mejor la influencia de ciertos factores,

entre ellos la frecuencia que puede ser tan baja como se quiera.

Vamos a describir la disposición experimental empleada por el autor, empezando por el conmutador que ha ideado el Dr. Rius y que ha sido empleado en sus estudios. Dicho conmutador está representado en la figura; consta de un zócalo de fundición al cual se atornilla una pieza *a* portaescobillas y un eje que puede girar sostenido por bloques de latón *b*. Sobre el eje se fijan dos poleas y el conmutador propiamente dicho, que consiste en dos piezas de latón iguales, cortadas de un tubo cilíndrico de tal modo que terminan por un extremo según una sección recta del cilindro, mientras

que por el otro presentan una hendidura algo mayor que la mitad del perímetro de la base. Las dos piezas se disponen formando un cilindro entero, en el cual una sección recta practicada en los tercios extremos estaría toda ella en una sola de las piezas; por el contrario, cortando el cilindro por el centro, las dos unidades de la sección correspondrían una a cada una de las piezas, como puede verse en la sección *c*. Estos dos cilindros entran a frotamiento en un disco de madera, fijo a



su vez sobre el eje del aparato, y quedan aislados entre sí mediante una arandela de fibra que está representada en las secciones *c* y *d* por la letra *e* y fijos en su posición mediante el tornillo *f*. Entre los dos cilindros queda un espacio hueco *i*, con una pieza de latón en forma de cuña (que puede verse en la sección *c*) aislada por completo mediante un trozo de fibra de espesor menor que el de las escobillas.

El funcionamiento del aparato es el siguiente: dos escobillas *g* y *h*, que están conectadas con los polos de la corriente continua, se apoyan en los extremos de la superficie lateral del tambor, de manera que al girar éste cada una de ellas quede constantemente en contacto con una sola y misma pieza y, por tanto, puede considerarse a cada una de éstas como un polo de la corriente continua. Una escobilla que se apoya hacia el centro del tambor, tal como la *h* y su simétrica, no



representada en el dibujo, estará durante una semirrotación del conmutador en contacto con una de las piezas y, por tanto, con uno de los polos; pero a la media vuelta siguiente su polaridad quedará invertida, porque se apoyará sobre la otra pieza. Si son dos las escobillas así dispuestas y colocadas simétricamente, para que en cada instante cada una de ellas se apoye sobre distinto polo, podremos disponer de una corriente conmutada de frecuencia variable con la velocidad de rotación del conmutador. Naturalmente, los resultados serían los mismos si las escobillas centrales estuviesen unidas a los dos polos de la corriente continua, siendo entonces  $g$  y  $h$  los polos de la corriente conmutadora.

Mediante un motorcito eléctrico, se pone en movimiento el conmutador, y una serie de poleas permiten obtener velocidades de rotación comprendidas entre límites muy amplios, variando así el número de conmutaciones por minuto, que pueden llegar a ser 20,000. A velocidades superiores se hace difícil un buen contacto, pero se podría hacer mayor el número de conmutaciones, haciendo que a cada rotación correspondiesen 4 ó 6 conmutaciones.

Empleando electrodos planos y recubiertos por su cara posterior ha comprobado el Dr. Rius los resultados experimentales de Le Blanc y Schink, sobre la disolución del cobre en el cianuro potásico, empleando la corriente alterna. Sin embargo, ha podido observar el profesor español, que la agitación influye considerablemente en el rendimiento obtenido.

También ha estudiado detalladamente la disolución del cobre en las soluciones diluidas de ácido sulfúrico, mediante la corriente alterna. Los resultados son: que el rendimiento de la disolución crece con la agitación, el período de reposo, la temperatura y la concentración del electrolito. Para frecuencias bajas aumenta también con la densidad de la corriente; pero con frecuencias elevadas el rendimiento disminuye al crecer aquella. (Por rendimiento de la electrolisis, en corriente alterna, se entiende la relación entre la cantidad de metal disuelto y la que debería disolverse con arreglo a la ley de Faraday, si la corriente hubiese sido continua).

Para poder apreciar mejor la influencia de la fre-

cuencia, en el rendimiento de la electrolisis, se puede construir una curva tomando, en dos ejes rectangulares, sobre las ordenadas el rendimiento y sobre las abscisas la frecuencia.

Empleando electrodos de hierro y siendo el electrolito el ácido sulfúrico, ha observado Rius, que empleando la corriente alterna, las curvas que representan el rendimiento en relación a la frecuencia, pasan por un máximo que se produce con una frecuencia tal, que la duración del semiperíodo anódico sea igual al tiempo invertido en el pasivado. Pasado este punto máximo el rendimiento tiende a un valor independiente de la frecuencia.

En el trabajo a que nos referimos del profesor Rius, se encuentran también iniciados varios estudios encaminados a demostrar la exactitud de la teoría de Le Blanc y Schink para explicar la disolución del cobre en las soluciones de cianuro de cobre mediante la corriente alterna, pero por la índole casi exclusivamente teórica de estas deducciones, no desarrollamos esta parte de dicho trabajo ni tampoco otra dedicada a exponer una teoría original para explicar la disolución de los metales en las soluciones ácidas diluidas, mediante la corriente alterna.

Con constancia y entusiasmo por la Ciencia se pueden conseguir admirables resultados prácticos, aun cuando se esté desprovisto de medios para la investigación. El trabajo de este profesor español lo demuestra claramente; sin embargo sería necesario que el Gobierno se preocupase seriamente de estas cuestiones relativas a la investigación, pues de los resultados obtenidos en los laboratorios depende el progreso industrial. El profesor Rius, se ha visto precisado a seguir en Suiza los trabajos empezados en España.

En estos últimos días hemos visto con agrado que el señor Ministro de Instrucción Pública ha dado facilidades a la Universidad de Zaragoza para la creación de un Centro de Investigación, para favorecer el adelanto industrial de la región. Este ejemplo imitado, y con labor personal y constante de todos, se llegará al ansiado progreso de las industrias españolas.

V. GARCÍA RODEJA  
Catedrático del Instituto de Oviedo.

## Distribución por corrientes trifásicas y cuatro conductores

Para la distribución general de la energía eléctrica, bien sea para fines de alumbrado o de fuerza motriz, utilizando los mismos circuitos, tiene cada día más aceptación el sistema trifásico de cuatro conductores, por considerarse el circuito de distribución *por excelencia* para servicio mixto, por la economía, flexibilidad y seguridad que proporciona.

Las principales ventajas de la distribución por corrientes trifásicas y cuatro conductores es que con los transformadores ordinarios de distribución, es posible transmitir la energía a 4.000 voltios y distribuirla a 2.300 voltios; utiliza el 33,3 por ciento del cobre usado por el sistema monofásico de dos conductores, y conectando las cargas monofásicas entre los conductores de fases y neutros, y las cargas trifásicas entre los conductores de fases, se puede regular el voltaje de

cada fase independiente según su longitud y carga, sin afectar seriamente la distribución de la corriente trifásica, siempre que el punto neutro del transformador trifásico no esté conectado. Además, el circuito de cuatro conductores ofrece menos probabilidades de interrupción de servicio por las cargas del alumbrado que si se tratara de un circuito de tres conductores, pues si falla una de las fases, las otras dos y el neutro podrán todavía continuar suministrando corrientes monofásicas, sin ser afectadas en lo más mínimo por la falta de la otra fase, siempre y cuando no estén conectados los neutros de los transformadores al neutro del circuito. Este es un punto de mucha importancia si falla una de las fases del sistema durante el período del alumbrado durante la noche.

En una edición reciente de «Electrical Review»



aparece un estudio muy interesante sobre el aspecto económico de la distribución por corrientes trifásicas y cuatro conductores. El autor de dicho estudio llama la atención a la importancia de no conectar el neutro del grupo de transformadores trifásicos para obtener el mayor grado de seguridad. Sin embargo, puede decirse que mientras el lado de bajo voltaje del banco de transformadores trifásicos esté conectado en delta, no hay necesidad de conexión con el punto neutro en el lado de alto voltaje, porque el circuito secundario sirve al mismo fin; es decir, suministra energía para la corriente de excitación sin temor de molestar la curva de la onda, como sucedería si estuviera abierto el punto neutro y cerrado el circuito secundario. Además, si se conecta el neutro con la delta cerrada, el resultado será un corto circuito en la tercera corriente de excitación, que se multiplicaría en el circuito primario, condición que tiende a afectar los circuitos vecinos y a reducir la capacidad de los conductores y transformadores, además de otras condiciones desfavorables.

El autor del artículo referido recomienda que el conductor neutro sea conectado a tierra a intervalos frecuentes en todo el recorrido del circuito, y que los

neutros de los distintos circuitos del sistema sean conectados unos con otros a intervalos regulares. Indudablemente que muchos ingenieros no apoyarán esta idea, particularmente aquellos encargados de grandes redes de distribución por corrientes trifásicas y cuatro conductores. Una de las principales empresas de energía eléctrica, que cuenta con una de las mayores redes de distribución por corrientes trifásicas y cuatro conductores, presta gran atención al aislamiento y separación de los conductores neutros, excepto en un punto, el neutro del transformador en la estación, donde es posible establecer y conservar una buena toma de tierra. Además de esta precaución, instala pararrayos a intervalos convenientes a lo largo de sus líneas entre el conductor neutro y la tierra, tratando el neutro como conductor vivo. El inconveniente de establecer tomas de tierra a intervalos frecuentes en los conductores neutros es que permite que recojan corrientes errantes que tienden a reducir la capacidad del circuito; también puede ocasionar un desequilibrio de las fases y hasta intervenir y aún perjudicar la reducción del voltaje cuando ésta se efectúa automáticamente por medio de voltímetros de contacto.

## El tubo de vacío y sus aplicaciones

Es curioso observar cómo los dominios variados de la ciencia y sus aplicaciones están enlazados entre sí de una manera continua, y podemos citar como ejemplo recentísimo la aplicación del tubo de vacío sucesivamente a la radiografía, la telegrafía sin hilos, la transformación de corriente alternativa en corriente continua, tres utilidades de nuestros conocimientos hasta ahora francamente separadas que hoy constituyen un proceso único simple y de los más efectivos.

Perfeccionando en radiografía los tubos de Crookes, estudiando sus elementos anódicos y catódicos, la influencia del grado de vacío, los fenómenos de emisión y sus cualidades variables, es como se ha llegado a construir el tubo de Coolidge en el que la yonización del medio favorable, se produce por la introducción complementaria de un filamento caliente.

La sensibilidad de este dispositivo a las ondas hertzianas le ha hecho aplicable, con ligeras modificaciones, a la T. S. H. en la que permite recibir las señales, además de amplificarlas, tomando de una fuente auxiliar la energía deseada; además, en fin, invirtiendo el fenómeno, se consigue provocar la creación de ondas transmisibles.

El estudio de estos tubos muestra un fenómeno característico de *rectificación de la corriente por yonización y conductibilidad en un solo sentido* y la idea de hacer rectificadores de corriente queda naturalmente realizada. La primera patente relativa al *detector amplificador*, fué obtenida por Fleming en América con el fin de realizar para la T. S. H. un detector de gran sensibilidad y susceptible, tanto en la recepción como en la emisión de las ondas, de poner en juego una energía importante. La descripción de los primeros aparatos es de las más sucintas.

«Un filamento caliente y una placa fría, contenidos en un recipiente donde se ha hecho el vacío».

De Forest, añade a estos elementos una rejilla que interpone entre el filamento y la placa fría, para conseguir un mayor rendimiento.

Un proceso ha tenido lugar entre los inventores o más bien sus mandatarios, y, en septiembre de 1916, la primera patente fué reconocida como única válida; más la segunda, concerniente al perfeccionamiento debido a la utilización de la rejilla fué igualmente válida. Numerosas imitaciones de uno y otro sistema se lanzaron con éxito diverso y con nombres más o menos extraordinarios: el Thermotron, los Audiones de los Laboratorios de Investigaciones del Pacífico, de Jensen, el Detecto-amplificador Tigerman, el Audiotron, el tubo Moorhead, el Kenotron, el Amplitron, etc.

Todos estos modelos creados al mismo fin, con uno o dos filamentos calientes, una o dos placas interiores o exteriores al tubo etc., han alcanzado una extensión extraordinaria en la T. S. H. en América, donde se expenden corrientemente a los aficionados, a precios muy económicos, tubos adecuados a todas las necesidades de las manipulaciones telefónicas y telegráficas sin hilos.

Pero las cualidades receptivas y emisoras de estos nuevos elementos, sus cualidades amplificativas y la propiedad que tienen de *rectificar la corriente*, dando mejores resultados, han impuesto en el comercio los rectificadores de corriente alternativa basados sobre este principio.

Su nombre queda en el dominio un poco fantástico de sus predecesores, y tanto es así, que la General Electric C.<sup>a</sup> expende el «New Tungar Rectifier» de cátodo caliente, atmósfera de argón y funcionamiento independiente de la frecuencia, para las intensidades que permiten la carga de las baterías de acumuladores sobre la corriente alternativa ordinaria, con el reemplazamiento (como único inconveniente) de la ampolla



cuando ésta se emplea. No se limitan a esto todavía las aplicaciones del principio utilizado por esta *valvula* y entre las recientemente propuestas citaremos la siguiente:

El plitron es utilizable en las condiciones más opuestas. Para dar un ejemplo convincente mostraremos cómo un simple plitron puede emplearse para obtener 25 amperios de gasto, con una corriente de frecuencia que varia de 100.000 á 1.000.000 o utilizarse para obtener 12.000 voltios de diferencia de potencial con 1.000.000 de periodos como frecuencia.

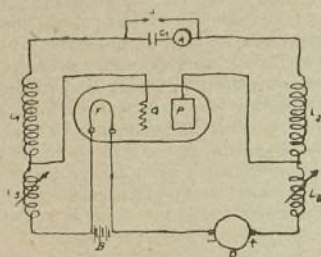


Fig. 1.

Estos dispositivos son utilizables para medir o verificar, cuando puede ponerse en juego para estas operaciones una cantidad de energía relativamente débil.

En un circuito en que se realicen las condiciones de resonancia, la corriente se elevará hasta que las pérdidas inevitables se vuelvan iguales a la energía interna. Prácticamente estas pérdidas son como mínimo de  $\frac{1}{4}$  a 1 por 100, excepto en el caso en que se adopten precauciones muy especiales.

Esto permite, por lo tanto, concluir, que la corriente de resonancia máxima obtenida en estas condiciones, puede alcanzar cerca de 200 veces la energía suministrada por la fuente utilizada en el circuito.

En consecuencia, para obtener corrientes de gran intensidad con una débil fuente de energía deberá emplearse una gran capacidad y una débil inductancia.

El esquema de montaje que permite producir corrientes de 10 a 25 amperios por medio de un «Plitron» de frecuencias variables entre 100.000 y 1.000.000 está representado en la figura 1.

Se debe igualmente recordar el principio siguiente:

Si la cantidad de energía que puede suministrar una fuente dada, está limitada por la cantidad disponible de potencia primaria o por las pérdidas de transmisión, es indispensable disponer la resistencia de la carga en relación con la tensión suministrada de tal modo que la energía pueda utilizarse de la manera más económica.

En el caso presente, esto se traduce: La resistencia del circuito de gasto elevado debe tener un valor aparente en correspondencia con el mejor funcionamiento del plitron. Se obtiene este resultado por un acoplamiento electromagnético o un transformador.

Supongamos que se desea contrastar un amperímetro de filamento caliente por comparación con otro aparato tipo. Estos dos amperímetros se representan en el esquema por A y A<sub>1</sub> y conectados en serie en el circuito de resonancia, la inductancia y la capacidad se representan por L<sub>3</sub> y C<sub>3</sub> respectivamente. El pro-

ducto de los valores de L<sub>3</sub> y C<sub>3</sub> utilizables lo dá en cada caso particular la fórmula conocida de resonancia:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Siendo conveniente para el objeto que se persigue un factor de potencia y un producto voltio-amperio, bajos, el valor de la inductancia L<sub>3</sub> se reduce al mínimo y consiste prácticamente en una o dos vueltas de alambre grueso, lo que conduce, en razón de la frecuencia utilizada, a un valor para C<sub>3</sub> del orden de 0,1 microfaradio, aproximadamente.

En este circuito de gran intensidad es naturalmente indispensable emplear condensadores de débil pérdida de potencia y reducir la resistencia óhmica de los conductores al mínimo. La inductancia L<sub>3</sub> recibe la energía por acoplamiento electromagnético con la bobina L<sub>2</sub> que forma parte del circuito de la placa del plitron. Por medio de una regularización de los valores respectivos de L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> y C<sub>1</sub>, el sistema plitron puede llegar a producir una corriente de alta frecuencia correspondiente como número de períodos a aquella por la cual está en armonía el circuito de gran intensidad.

En razón de los valores relativos de L<sub>2</sub> y L<sub>3</sub> la resistencia aparente en el circuito de la placa de plitron, del circuito de gran intensidad, se halla muy multiplicada, pero sin alcanzar sin embargo un valor suficiente para absorber toda la energía disponible. A fin de poder aumentar esta resistencia aparente, se coloca una capacidad variable C<sub>2</sub> en shunt sobre la inductancia L<sub>2</sub>. Entonces, haciendo variar simultáneamente estos dos factores, la resistencia aparente de utilización puede regularse de manera que dé la mayor cantidad de energía disponible. La intensidad de corriente suministrada, depende de la tensión de la fuente de corriente continua D que prácticamente puede variar entre 200 a 750 voltios.

Los plitrones pueden montarse en cantidad a fin de producir una corriente de intensidad más considerable que la obtenida con un solo tubo.

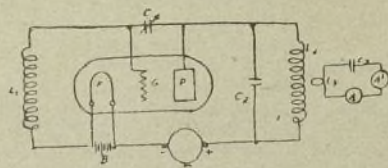


Fig. 2.

Cuando se quiere producir una tensión elevada en un circuito de resonancia, las condiciones para realizarlo son poco más o menos inversas de las estudiadas para obtener una fuerte intensidad, es decir, que para una inductancia y una capacidad determinadas para obtener la frecuencia deseada, la capacidad debe ser relativamente débil y la inductancia relativamente elevada. Existe sin embargo un límite práctico para esta disminución de la capacidad y este aumento de la resistencia, que se alcanza cuando el efecto de la capacidad en la inductancia es comparable a la capacidad del condensador empleado para la resonancia.

La figura 2, muestra un esquema del montaje del plitron para la producción de altas tensiones.



## Distribución de la corriente en los feeders en paralelo

V. Karapetoff ha dado un método sencillo para determinar cómo diversos circuitos se reparten la carga de corriente cuando se ponen en paralelo con ellos, nuevos feeders.

Sean:  $r_1, r_2, r_3, \dots, r_n$ , las resistencias de los feeders y  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , sus reactancias, calcularemos para cada feeder las cantidades siguientes:

$$\text{impedancia } z = \sqrt{x_1^2 + r_1^2},$$

$$\text{admitancia } y = \frac{1}{z},$$

$$\text{conductancia } g = \frac{r}{z^2},$$

$$\text{susceptancia } b = \frac{x}{z^2}.$$

Cuando los cables subterráneos y las líneas aéreas están en paralelo, las reactancias y las susceptancias pueden ser negativas, según que la reactancia de capacidad o la reactancia de inducción, predomine.

En el caso presente una u otra puede admitirse como negativa.

La admitancia equivalente de todos los feeders es:

$$Y = \sqrt{(\sum g)^2 + (\sum b)^2}$$

La parte de corriente total transportada por cada uno de los feeders es:

$$\frac{y_1}{Y}, \frac{y_2}{Y}, \dots, \frac{y_n}{Y}.$$

La suma aritmética de las corrientes particulares

es mayor que la corriente total puesto que de un modo general no están en fase entre sí.

Para dar un ejemplo de la aplicación de este método supongamos una línea aérea 1, unida en paralelo con un cable subterráneo 2, siendo sus características en ohmios y en mhos:

$$\begin{array}{ll} r_1 = 0,2 & r_2 = 0,07 \\ x_1 = 0,3 & x_2 = -0,5 \end{array}$$

de donde:

$$\begin{array}{ll} z_1 = \sqrt{0,04 + 0,09} = 0,36, & \\ z_2 = \sqrt{0,0049 + 0,25} = 0,505, & \\ y_1 = 2,78 & y_2 = 1,98 \\ g_1 = 1,54 & g_2 = 0,275 \\ b_1 = 2,31 & b_2 = -1,96 \end{array}$$

de los cuales se deduce:

$$Y = \sqrt{(1,54 + 0,275)^2 + (2,31 - 1,96)^2} = 1,85.$$

En consecuencia la línea aérea transporta  $\frac{2,78}{1,85} = 150$  por 100 de la corriente total y el cable  $\frac{1,98}{1,85} = 107$  por 100.

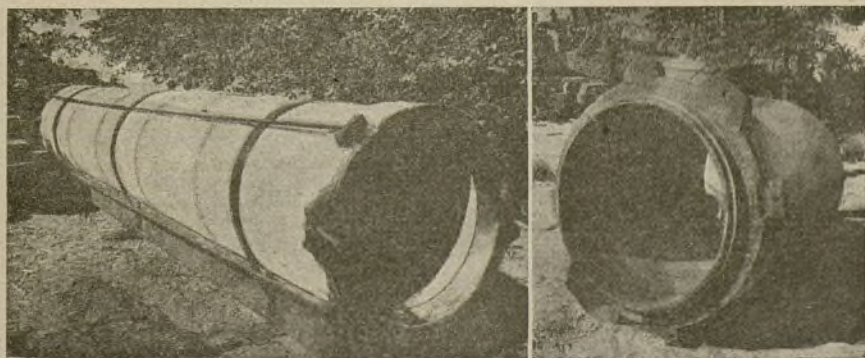
Las condiciones en que nos hemos basado son extremadas en razón de la formación de una corriente de resonancia considerable entre la línea aérea y el cable subterráneo. Con dos líneas aéreas o dos cables subterráneos la carga está mejor repartida y es más uniforme.

## Tuberías de hormigón armado para acueductos

La gran demanda que la guerra ha producido de chapas y láminas de hierro y acero ha reducido considerablemente las cantidades disponibles de estos materiales para otros fines, y al verse las naciones del mundo obligadas a buscar un sustituto, siquiera provisional, para ciertas construcciones han dirigido su

atención a las probabilidades que ofrece el hormigón. Así vemos que hoy se ensaya este material para construcciones navales y muchos otros usos industriales para los cuales, hasta hace poco tiempo, se consideraba inadecuado.

Son muchos los usos que tiene el hormigón armado



Tipo de tubo de hormigón empleado en obras de acueductos.  
La fotografía de la izquierda muestra el extremo hembra de la unión, y la de la derecha el macho.



pero todavía estamos lejos del límite de sus aplicaciones, no obstante el gran progreso realizado. Hasta época relativamente reciente tan solo se consideraban materiales adecuados para la construcción de cañerías de conducción de aguas sujetas a grandes presiones, el hierro y el acero; pero la introducción de los tubos de hormigón armado y las grandes obras de suministro de agua en las que ya se han empleado los mismos con excelentes resultados, ha obligado a modificar este concepto, particularmente si se tiene en cuenta que los tubos de este material, además de ser más económicos que los de hierro o acero, reúnen ciertas propiedades que los adaptan admirablemente para el objeto.

#### Construcción de los tubos de hormigón armado.

—En la construcción de estos tubos se emplean unos moldes cilíndricos hechos de láminas de acero, con una pieza anular en uno de los extremos para formar la campana de unión del tubo. Estos moldes deben ser herméticos para impedir el escape del agua conti-

da en el mortero, porque esto podría dar lugar a la formación de grietas y vías de agua en el tubo terminado.

El hormigón empleado consiste generalmente de una parte de cemento Portland de buena calidad, dos partes de arena fina y limpia, y cuatro partes de piedra quebrantada, o grava limpia, capaz de pasar por una malla de 25 milímetros.

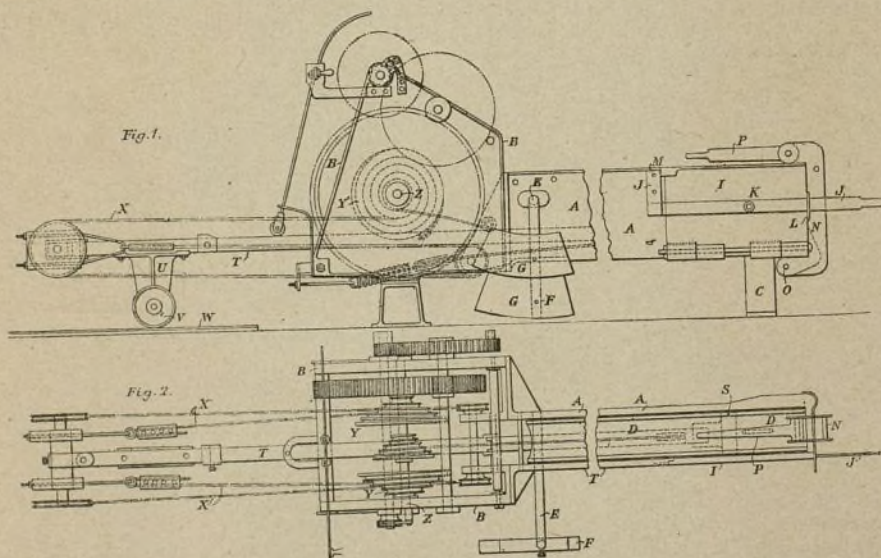
El material de refuerzo es ordinariamente una malla de alambre triangular o cualquiera otra malla de alambre semejante, cuyo espesor depende del diámetro de los tubos. La práctica más corriente es hacer los tubos de hormigón armado en secciones de dos a tres metros de largo, efectuando la fabricación en un punto bien cerca del sitio donde se ha de colocar la cañería. Las uniones de un trozo de sección de tubo con otro se hacen con mortero también de cemento Portland, compuesto de una parte de cemento y dos partes de arena fina y limpia.

## Prensa para embalar recortes metálicos

En las figuras 1 a 4 se representa una prensa para embalar recortes de metal que es la última perfección en su género, construida por una casa americana dedicada desde hace muchos años a esta especialidad de máquinas, lo que constituye una garantía del gran va-

lor técnico del aparato de que hoy informamos a nuestros lectores. El mecanismo de presión comprime un par de rollos del tipo de huso, alrededor de los cuales se arrollan convenientemente cuerdas de acero articuladas con el ariete.

La adopción de los rollos proporciona al ariete de



lor técnico del aparato de que hoy informamos a nuestros lectores.

Al estallar la guerra concibieron y construyeron este nuevo tipo cuyo receptor es de forma cilíndrica, en el que los recortes y virutas ligeros de latón y de cobre se pueden comprimir en cargas y atar automáticamente formando fardos cilíndricos de cualquier

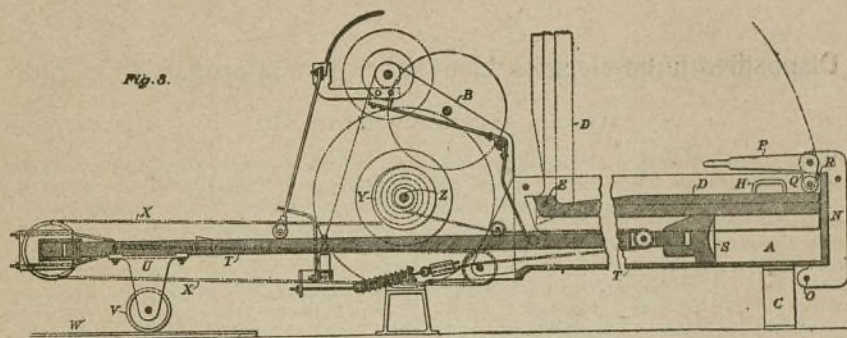
presión un decrecimiento gradual de velocidad y un aumento de potencia, conforme la carga se vuelve más densa en el receptor. Los rollos son conducidos por un árbol movido por una transmisión, desarrollando un esfuerzo representado por la relación 1 : 575. La carga total varía con la tensión de las correas motrices; con una tensión prudencial se obtiene una fuerza de 68 ki-



lógramos dando un total de presión sobre el material para formar el fardo, de 68 kgs. por 575, ó sean 39.700 kilógramos, aproximadamente unas 40 toneladas.

Esto, como fácilmente se comprenderá, ofrece un

pasan en retroceso por poleas montadas en el extremo posterior del pistón. El árbol Z es movido por un juego de engranajes en relación con el árbol principal de la máquina en el tope del armazón en el cual existen un



medio por el cual el material que se haya de tratar puede reducirse extraordinariamente de volumen.

A todos los elementos de esta máquina se les ha dotado de una gran solidez para poder resistir las cargas máximas, dotándolos a la vez de la conveniente protección en previsión de posibles sobrecargas.

La máquina está representada por esquemas diagramáticos en las figuras 1 a 4, con referencia a las cuales, la descripción es como sigue:

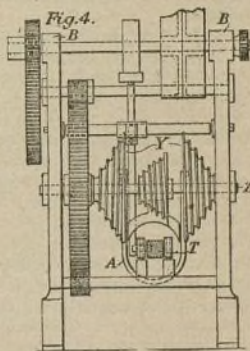
A, es la caja o receptor, sea de forma cilíndrica o cuadrada, en el que se coloca el material que se ha de enfardar; éste se apoya por su extremo inferior por el armazón B y en su extremo exterior por el pie C.

El receptor se cierra con la tapa D que pivota en el eje E situado en el extremo interior de la caja; el eje E se articula en manivela en el extremo F para conducir los contrapesos G que gobiernan la elevación y descenso de la tapa cuando actúa sobre el manubrio de articulación H. Una puerta lateral de goznes está situada en I, la cual gira hacia abajo al salir el fardo del receptor. La puerta lateral se pone en su debida posición cuando se coloca el fardo con la palanca de leva J, la cual pivota en K y engrana las levas L y M. La palanca inclinada N está destinada a sujetar la tapa la cual pivota en O y termina con la palanca de mano P por encima de la tapa; la palanca inclinada está dispuesta como se representa en la figura 3 con la pequeña palanca Q provista del rulo R que oprime la tapa cuando está cerrada. El ariete, interior a la caja o receptor, está indicado con la letra S y está asegurado en el extremo del largo pistón T; el otro extremo está conducido a la necesaria altura por el soporte U, en el cual están articulados los rulos V que se trasladan sobre los rieles W situados a nivel del piso.

El movimiento longitudinal del ariete, al fin de verificar la compresión, se efectúa por medio de cables de acero X, un extremo de los cuales está en el mayor diámetro de las poleas Y fijas sobre el eje Z articulado al armazón B, pasando los cables por las poleas desviadoras, montadas entre gorriones, conducidos también por el armazón B. A continuación los cables

juego de poleas fijas y libres en unión de un piñón cónico que constituye el primer miembro del juego de engranajes.

La acción del piñón cónico, engranajes, rollos y cables, es forzar el ariete hacia adelante en el receptor y comprimir el material contenido en él. Al poner en marcha la máquina los rollos actúan en los cables por la parte de su mayor diámetro; al avanzar el ariete, gradualmente aumenta la fuerza de los rollos sobre los cables, ejerciéndose el mayor grado de potencia sobre el ariete al tiempo que el material comprimido alcanza su mayor densidad. La máquina se para automática-



mente por la acción de una plancha inclinada ajustable sobre el pistón, representado en las figuras 1 a 3.

Cuando el pistón se desplaza hacia adelante, la plancha inclinada engrana el rulo de una horquilla inclinada que pone en tensión a la correa motriz. El pistón se vuelve a mano a su posición original por medio del rollo central representado en las figuras 2 y 4 y un tercer cable que pasa por una pequeña polea en la parte posterior del ariete (fig. 3).



El receptor varía de forma y dimensiones según las necesidades o fines del embalaje metálico que se trata de verificar; así, para preparar el material para cargar crisoles de fundición, convienen balas de 15 cm. de

diámetro por 20 cm. de longitud. Si el material es muy flexible conviene algunas veces atarlo antes a presión con alambre para que no se esparrame demasiado cuando quede en libertad.

## Dispositivo turbo-eléctrico Ljungström para la propulsión marina

(VÉASE EL PLANO DE LA LÁMINA CENTRAL)

Mucho se ha escrito respecto a la propulsión marina turbo-eléctrica por vapor, dándose decisivos pasos en su aplicación, especialmente en los Estados Unidos donde la adopción del sistema para un gran crucero de combate demostró la completa confianza que se tenía en sus resultados después de los experimentos verificados con un buque carbonero de gran tonelaje. Vamos a exponer algunos datos sobre el grupo turbo-eléctrico sistema Ljungström instalado por primera vez en un buque de dicho país a principios del mes de Mayo de este año.

Este sistema, introducido por dos ingenieros suecos, probó su alta utilidad en un buque de vapor, tomando en consecuencia un gran incremento los turbo-alternadores Ljungström en su aplicación a las centrales generadoras terrestres de 1000 a 35000 kilovatios. Sir William Berdmore tomó la iniciativa para la aplicación de estas máquinas a la marina constituyendo la «British Ljungström Marine Turbine Company, Limited», la cual se hizo cargo, desde luego, de las primeras instalaciones marinas inglesas contratando un cierto número de buques mercantes, variando la maquinaria de 1000 a 6000 H.P. teniendo ya contratado por un total de 102.000 H.P. para 45 buques ingleses, americanos y escandinavos.

Antes de entrar en detalles descriptivos de esta primera serie, puede ser útil indicar brevemente el principio de la turbina Ljungström. Difiere materialmente del tipo de máquina de reacción en la actualidad comunemente empleada, con el objeto de aumentar la velocidad relativa de las paletas de reacción y alcanzar la mayor aproximación a la teóricamente deseable. En una turbina de reacción ordinaria la mitad de las paletas están montadas sobre la caja fija y la otra mitad sobre el tambor de movimiento. Si la caja gira hacia atrás a la misma velocidad que el tambor gira hacia adelante, la velocidad relativa de las palas del tambor respecto a las de la caja se duplica, haciéndose factible un término o relación teórica en las mejores condiciones económicas, entre las velocidades de pala y del vapor. Existen evidentes dificultades mecánicas para realizar esta idea en una turbina de flujo axial, pero estas dificultades, aunque importantes, son menores en las turbinas de flujo radial. Estas dificultades han sido vencidas del modo más lógico y original en el sistema Ljunström, habiéndose registrado algunos casos de consumo reducido de vapor con turbo-generadores contruidos conforme a este principio.

La turbina Ljungström consta esencialmente de dos series de anillos de paletas, conectada cada una a su disco soporte respectivo girando en sentido opuesto. Cada anillo de paletas se articula a su disco mediante

una campana silenciosa dividida en anillo de expansión siendo libre el otro extremo. El vapor se introduce en la turbina por el centro y fluye radialmente entre las dos series de anillos de paletas, que consecuentemente hacen girar los discos soportes en sentidos opuestos. Cada disco está unido a un rotor alternador. En un turbo-alternador de 7000 kilovatios, cada disco tiene 19 anillos de paletas, siendo el mayor de 85 cm. de diámetro y el menor de 14,6 cm. La turbina es en extremo ligera y al mismo tiempo sólida y permitiendo su principio la mayor aproximación teórica a la mejor relación entre las velocidades del vapor y de las paletas, su rendimiento es muy elevado. Siendo la turbina perfectamente simétrica y los anillos de las paletas soportados por un ingenioso sistema de expansión, puede admitirse un elevado recalentamiento sin peligro a trastornos derivados de las desigualdades de temperatura.

En la instalación a que nos referimos especialmente, dos alternadores turbo-eléctricos suministran la corriente eléctrica a dos motores que conducen el eje propulsor por una transmisión de simple reducción de dos hélices, siendo los motores capaces de hacer marchar al buque tanto hacia adelante como hacia atrás desarrollando toda su potencia.

El buque que se ha equipado con este sistema de máquinas es el *Wulstly Castle*, de la «Lancashire Shipping Company», cuyos planos de elevación y proyecciones horizontales reproducimos en las figuras 1 a 3. La longitud entre perpendiculares de este buque es de 108,58 m.; manga exterior, 14,85 m.; puntal, 7,90 m. El buque está dividido en tres compartimentos estancos correspondientes a la popa, puente y castillo de proa, estando instalada la maquinaria en el centro del buque; su construcción obedece en todas sus líneas al fin esencial de barco de carga para que está destinado estando a este objeto equipado con diez gruas de vapor. El examen de los planos da una perfecta idea de las condiciones constructivas y distribución de servicios del barco sobre cuyos particulares no es preciso insistir.

La disposición general de la maquinaria motora está representada en las figuras 4 y 5 (véase la lámina central) y en la figura 6. Las dos primeras representan respectivamente la sección transversal de la sala de máquinas y la planta de los cuerpos de calderas y motores y en la figura 6 es visible el juego turbo-generador mediante una sección longitudinal del cuarto de motores.

El vapor se genera en dos calderas cilíndricas de 3,96 m. de diámetro interior por 3,35 m. de longitud, con tubos de humos de 76 mm. de diámetro interior







# Disposición general de la maquinaria motriz turbo-eléctrica, en el buque "Wulsty Castle"



Fig. 1. SECCION POR EL CUARTE DE MÁQUINAS.

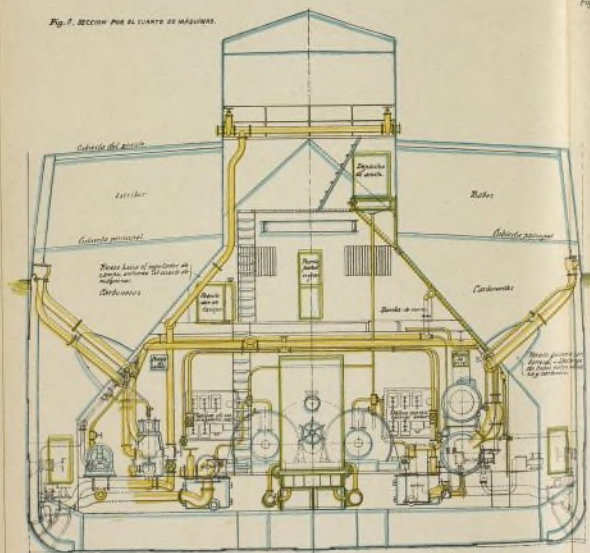
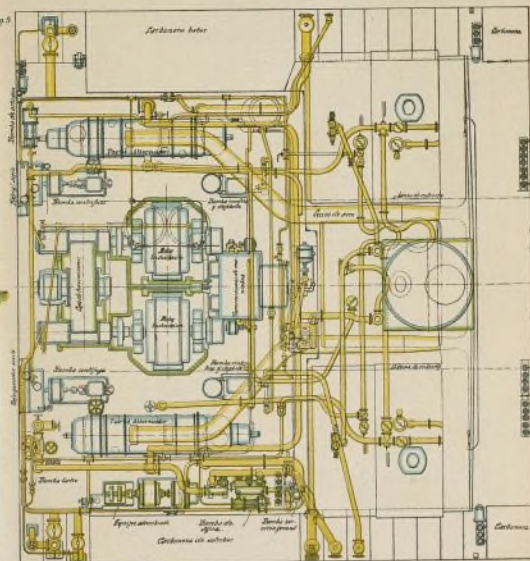


Fig. 5





dan  
tral

de  
tu

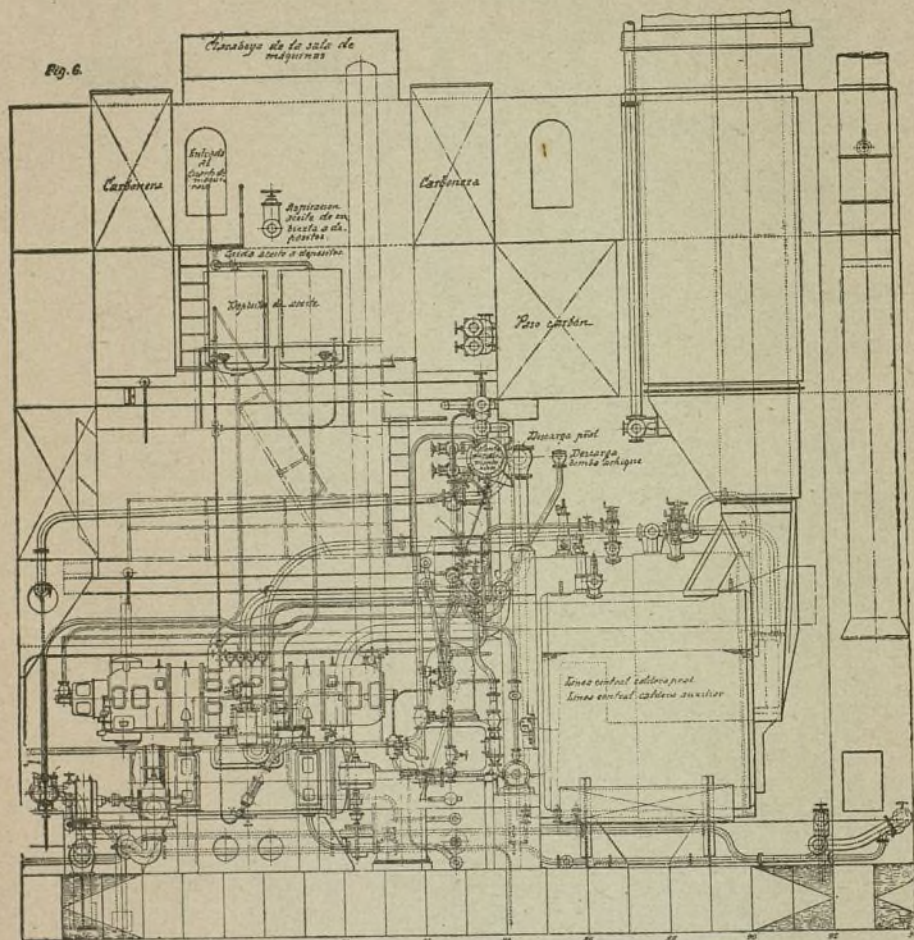






la sala de máquinas, obteniendo así un primer beneficio de ventilación de este local, pasa por el alternador, refrigera los devanados, y ya caliente pasa a los calentadores del sistema Howden para el tiro forzado. No son en éste necesarios los ventiladores usuales no necesitándose tampoco, cuando se paran los turbo-alternadores, vapor de las calderas, de modo que el gobierno se vuelve más o menos automático. Las cal-

motores eléctricos y las transmisiones reductoras están, naturalmente, situados en el centro con la transmisión de maniobra sobre la plataforma de gobierno situado por encima de ellos. Los motores eléctricos son del tipo Ljungström y cada juego desarrolla 625 kilovatios en corriente trifásica de 650 voltios a 60 períodos por segundo y 3.600 revoluciones por minuto; presión del vapor a la entrada, 12,60 kgs. por cm.<sup>2</sup>



deras están provistas de tubos de humos Schmit, recalentadores Trafford Park capaces para recalentar el vapor hasta una temperatura total de 330° C. tomada en la válvula de movimiento de la turbina. La superficie de recalentamiento es un 50 por ciento de la de las calderas. Cada caldera tiene dos hogares de 1,10 m. de diámetro interior con rejillas de 1,75 m. de longitud del tipo Trident. Una tercera caldera auxiliar situada en la línea central suministra vapor saturado a una presión de 7 kgs. para mover las cabrias.

Como la instalación general de la maquinaria, los

con 95 por ciento de vacío, siendo la temperatura del agua de refrigeración 21° C. La base de la turbina está formada por el condensador (fig. 6). Cada condensador tiene 107 metros cuadrados de superficie de refrigeración y es del tipo Contrafluo de triple flujo.

Los dos motores principales de inducción están acoplados al árbol motor por una transmisión helicoidal doble, con capacidad para desarrollar en el eje de un modo continuo 1.500 H.P. con una velocidad en el propulsor de 70 revoluciones por minuto aproximadamente. Los estatores están devanados con barras sen-



cillas por mortaja estableciéndose el aislamiento mediante tubos de mica sin costura o unión y los extremos conectados con tiras de cobre duro. Los devanados del rotor son de tipo de tambor cilíndrico. Cada motor se ventila con su propio ventilador montado en el anillo del rotor. Los cojinetes principales son del tipo de pedestal, con collares esféricos partidos, para lubricación forzada.

La maquinaria auxiliar, en su mayor parte, es movida eléctricamente y a este respecto pueden citarse las dos bombas centrífugas movidas por los motores trifásicos de 60 períodos a 650 voltios y 1750 revoluciones por minuto. Existen dos bombas de aire, una de ellas del tipo cinético formando un cuerpo, incorporadas en una caja con las bombas cinéticas y de condensación, siendo movido cada sistema por un motor vertical trifásico a 1.470 revoluciones por minuto, aproximadamente. La bomba de alimentación, movida

también eléctricamente, es del tipo turbina, pudiendo abastecer las dos calderas a plena carga; su motor es trifásico dando 3.540 revoluciones por minuto.

La instalación para el alumbrado eléctrico es del tipo combinado en que un generador de corriente continua de 18 kilovatios puede ser movido sea por un motor trifásico o por una turbina de vapor Laval, estando las tres unidades montadas en un eje con un embrague adecuado de desacoplamiento. Estando en puerto, el juego es movido por la turbina de 25 H.P. y estando el buque navegando el motor toma su corriente del juego de generadores principales.

A los fines del servicio general y para el achique del agua de lastre, en la sala de motores existen dos bombas dobles. Una pequeña caldera auxiliar está instalada entre las dos calderas principales, para utilizarla en puerto, pudiendo trabajar a una presión de 7 kgs. con vapor saturado.

## Métodos modernos de aplicación práctica a la industria en general

### Las aleaciones de hierro y de aluminio fundidas en el vacío

El *Boletín* número 95 de la Estación experimental de la Universidad de Illinois, da indicaciones interesantes sobre los experimentos hechos en el laboratorio de M. M. Jensen y Gatward para preparar en el vacío las aleaciones de aluminio-ferrosas prácticamente puras. Por lo menos están mucho menos contaminadas por las impurezas que contienen las aleaciones preparadas de la manera ordinaria y no contienen más que 0,01 a 0,02 por 100 de carbono, por ejemplo.

M. M. Jensen y Gatward, sostienen que el aluminio es, como desoxidante, muy superior para este empleo al silicio y que forma fácilmente una solución sólida con el hierro.

El aluminio no se combina con el hierro sino después de haber reducido todos los óxidos e impurezas.

Las *cualidades mecánicas* de las aleaciones obtenidas son pues excelentes y la resistencia a la tracción aumenta en particular casi del simple al doble cuando

se hace pasar la proporción de aluminio de 0,40 por 100 a 6 por 100.

Quedándose en las proporciones mínimas del aluminio se mejoran asimismo las *cualidades magnéticas* de la aleación y para una proporción de 0,40 por 100 por ejemplo, se alcanza una permeabilidad superior a 35.000.

Esta permeabilidad va decreciendo cuando se hace aumentar la proporción de aluminio empleado.

En cuanto a las *cualidades eléctricas*, son influenciadas de la manera siguiente:

La resistividad eléctrica aumenta un 12 por 100 por cada tanto por 100 de aluminio adicionado a la aleación.

Esto hasta que la proporción de aluminio alcance el 3 por 100.

Por encima de esta proporción la resistividad no aumenta sino muy débilmente.

### La producción de trementina, brea y carbón vegetal en Polonia

Como el aceite de trementina prácticamente, casi de un modo exclusivo hasta aquí se producía en Alemania, es necesario procurar a nuestra industria los medios más adecuados para suplir en las mejores condiciones de producción la falta que casi de un modo absoluto no puede menos de dejarse sentir en nuestro mercado de una sustancia de aplicaciones tan variadas y generales, que en su orden y para muchas industrias puede considerarse como un artículo de primera necesidad y en muchísimos casos insustituible.

Nos daremos, pues, por muy satisfechos, si podemos contribuir en estos tiempos de general conmoción, a normalizar la vida industrial y económica de nuestro país, facilitando los más sencillos medios de reponer

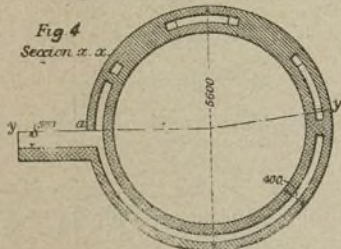
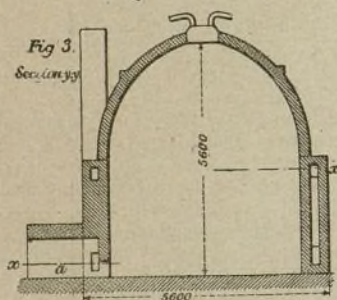
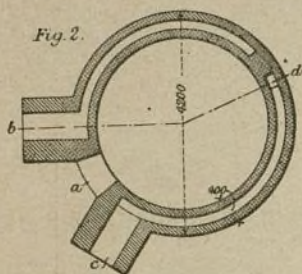
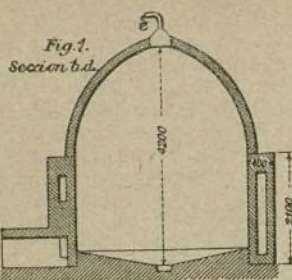
aquellas pérdidas inevitables que por la influencia de la guerra actual, trastornan nuestra economía.

En este sentido hemos de recomendar hoy la adaptación del sistema polonés para la producción, especialmente de aguarrás, a nuestra industria.

La instalación típica empleada en Polonia, es la indicada en las figuras 1 y 2. El aparato consiste en un horno cilíndrico con una tapa de forma de colmena. Las raíces de abeto, con preferencia las que han permanecido en el suelo durante algún tiempo después de haber sido arrancados los árboles, se cargan por la abertura *a*, *b* y *c* se alimentan con combustible de madera.

Los productos de combustión entran en *d* por un





humero o respiradero anular, escapando finalmente por una chimenea corta situada sobre la puerta *a* de

alimentación. La base del horno es de una forma de cono ligeramente invertida, de suerte que la brea, al acumularse, se vierte reuniéndose en el centro de donde se puede siempre extraer.

En seguida que el horno ha empezado a funcionar, se produce un escape de vapor y de trementina por *e* que continúa durante tres días, después de los cuales la abertura *e* se cierra empezando la brea a fluir y a acumularse en la base.

Los fuegos en *b* y *c* se siguen sosteniendo hasta que la brea cesa de fluir, durante cuyo tiempo la carga del horno se convierte en carbón vegetal.

Al fin de obtener la esencia de trementina lo más pura posible, es necesario recalentarla lentamente durante dos o tres días. Después de mantener los fuegos durante tres días, la temperatura interior se eleva sobre 100° C.; en consecuencia los productos de destilación que escapan por *e* están muy mezclados, siendo demasiado oscuros de color; entonces puede cesar la captación en *e*, recogiendo, en su lugar, la brea.

Desde hace unos veinte años se generalizó el empleo del horno ruso (figs. 3 y 4) por producir una esencia de trementina mejor y más pura. Éste tiene solamente un hogar en *a*, desde donde los gases producidos por el fuego pasan a derecha e izquierda por humeros o escapes horizontales situados a más alto nivel, de suerte que los gases fluyen circulando alrededor del horno, tres veces por humeros horizontales antes de escapar por la chimenea; alternativamente se hacen ascender y descender en la circunferencia antes del escape; esta última disposición de los humeros es la representada en las figuras.

Con estos hornos las raíces de pino permanecen en ellos solo hasta que se ha extraído o recogido todo el aceite de trementina, mientras la brea y el carbón de madera se producen en hornos separados, más pequeños, a los que se trasladan las raíces después de extraída la trementina. Estos hornos más pequeños son de unos 2 m. de diámetro y otros 2 m. de altura, teniendo también forma de colmena con una abertura en el vértice o extremo superior de 1 m. de diámetro por la cual se cargan; entonces se someten las raíces a la acción del fuego, cerrando la abertura superior por medio de una plancha de hierro perforada.

Después de unas 20 horas de carbonización lenta, se cierra por completo la abertura con una plancha de hierro maciza; entonces el fuego se apaga por falta de oxígeno.

Este procedimiento es, sin embargo, imperfecto, exigiendo un gasto exagerado de combustible, pero los bosques de pino que es en donde se fabrica la trementina, lo proporcionan en abundancia.

Los grandes hornos rusos producen unos 110.000 kilogramos anuales de esencia de trementina.

## Perfeccionamiento de los métodos de producción del bisulfito de sodio

El procedimiento se refiere a la fabricación del bisulfito de sodio y tiene por objeto establecer un sistema perfeccionado que permite producirlo bajo forma sólida o bajo forma líquida de un modo económico y práctico.

Este método consiste en disponer, como a continuación detalladamente se explica, masas de carbo-

nato hidratado o una mezcla de carbonatos hidratados o carbonatos anhidros e hidratados de sodio de tal suerte que al pasar por esta masa el bióxido de azufre gaseoso, el bióxido de carbono se produce progresivamente y al pasar al través de la masa o de las masas precitadas adelanta la producción del bióxido de azufre, convirtiendo los carbonatos en una forma bajo la cual



son más fácilmente atacados por el bióxido de azufre para la producción del bisulfito.

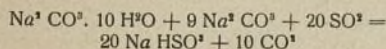
El procedimiento consiste, además, en el empleo en el sistema antes indicado, en proporciones equimoleculares de los carbonatos y del agua combinada de manera que se obtenga el bisulfito bajo una forma sólida, así como también en el sistema antes indicado de carbonatos con proporciones de agua combinada, tales que ésta queda en libertad durante la reacción y da una solución concentrada del bisulfito.

Dicho procedimiento consiste además en el empleo de hidratos, carbonatos hidratados o de una mezcla de carbonatos anhidros e hidratados del álcali o de los metales alcalinoterosos para un tratamiento preliminar de purificación de los gases producidos o resultantes de la combustión del azufre en la atmósfera para la producción del bióxido de azufre deseado, de suerte que el oxígeno y el trióxido de azufre se eliminan y que el bióxido de azufre y el nitrógeno (así como el bióxido de carbono si se emplea un carbonato) pasan en adelante fuera del purificador para utilizarlos; en el procedimiento antes indicado, el bióxido de azufre (y si tiene bióxido de carbono) obrando sobre la o las masas de la materia de la manera indicada y el nitrógeno y el bióxido de carbono producidos sirven, si se desea recojer todo el bióxido de azufre encerrado en el producto sólido terminado.

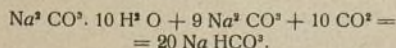
En la aplicación de este procedimiento perfeccionado para la producción, por ejemplo, de bisulfito de sodio sólido, se emplea una serie de torres o recipientes cargados con una mezcla en polvo de cristales de soda y de ceniza de soda al través de los cuales se hace pasar el gas sulfuroso seco.

Es esencial que la masa esté dispuesta de tal manera que el gas de entrada no pueda obrar sobre su conjunto o prácticamente sobre su conjunto y la convierta así directamente en bisulfito de sodio, pero que una superficie relativamente pequeña se encuentre expuesta a este gas y que el recorrido al través de la masa sea de una longitud considerable, de donde resulta la doble reacción precipitada y a continuación más particularmente mencionada.

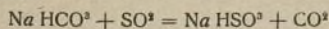
Las cantidades de ceniza de soda y de cristales de soda son así reguladas teniendo en cuenta el grado de pureza de la ceniza de soda, que el carbonato y el agua se encuentran presentes en proporciones equimoleculares. La acción del bióxido de azufre al principio de la operación ayuda a la formación de bióxido de carbono según la fórmula:



El bióxido de carbono, a su vez, obra ahora sobre la parte de la mezcla no atacada todavía por el bióxido de azufre, convirtiéndola en bicarbonato de soda según la fórmula siguiente:



El bicarbonato de sodio posee una porosidad muy uniforme hallándose en un estado muy adecuado para sufrir la acción del bióxido de azufre, siendo la reacción la siguiente:

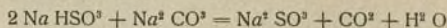


Se observará que siguiendo el procedimiento, salvo al principio de la reacción, cuando el bióxido de azufre obra directamente sobre la mezcla de carbonatos, la reacción se efectúa en dos fases, la primera fase es aquella en la cual la mezcla se convierte en bicarbonato por el bióxido de carbono y la segunda es aquella en la cual el bicarbonato se convierte por el bióxido de azufre en bisulfito con liberación de bióxido de carbono. Una cualquiera o varias de las torres o recipientes de reacción pueden separarse para descargar y cargar sin intervenir en la marcha de la operación en las otras torres o recipientes.

En lugar de emplear una mezcla de cristales de soda y de ceniza de soda, como ya se ha dicho, se puede emplear el carbonato monohidratado ( $\text{Na}^2 \text{CO}_3 \cdot \text{H}^2\text{O}$ ); las reacciones, no obstante son las mismas y la operación se efectúa como se ha descrito antes.

El empleo del procedimiento anterior permite obtener un bisulfito sólido en estado seco y puro de una manera económica y efectiva.

Este producto sólido puede utilizarse para la producción directa de sulfito de sodio sólido en estado de polvo seco sin evaporación o secamiento previo, dejándolo reaccionar con carbonato de sodio anhidro, preferentemente en estado de polvo, siendo la reacción la siguiente:



Se comprende naturalmente que el cuerpo sólido seco puede emplearse para preparar una solución caliente y saturada de sulfito, cuya sal cristalina se separará por enfriamiento sin evaporación previa.

Si se desea obtener un licor de bisulfito concentrado por este procedimiento perfeccionado, se emplearán cristales de soda ( $\text{Na}^2 \text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}^2 \text{O}$ ) solamente en las torres o recipientes de reacción, de suerte que el agua se encuentra libre durante la formación del bicarbonato de soda. Este agua gotea hacia el fondo de las torres o recipientes y disuelve el bisulfito formado a un nivel inferior. Las reacciones que acompañan esta modificación del procedimiento por el bisulfito son las mismas que las precedentemente descritas, a saber: la producción del bióxido de carbono por la acción del bióxido de azufre sobre los cristales de soda, la conversión de los cristales de soda en bicarbonato de sodio por el bióxido de carbono siempre con la liberación de agua, y la producción de bisulfito extraído del carbonato por la acción del bióxido de azufre. Distribuyendo los cristales de soda por los vértices de las torres y trasegando el licor de bisulfito, la operación puede efectuarse de una manera continua. El licor producido es una solución concentrada de bisulfito.

Para reducir al mínimo la cantidad de impurezas en el producto terminado, se opera una purificación preliminar del bióxido de azufre, antes de emplearlo para la producción del bisulfito, de suerte que todo el oxígeno y trióxido de azufre que puede producirse durante la combustión del azufre, se halla efectivamente eliminado. Para este tratamiento de purificación se emplea una torre o recipiente, cargado con un hidrato, con carbonato hidratado, o con una mezcla de carbonatos anhidros e hidratados de álcali o metales alcalinoterosos. El bióxido de azufre entrando en la torre convierte la materia en bisulfito que se oxida entonces por el oxígeno libre y también por el trióxido de



azufre presente, con la producción de bisulfato y la liberación del bióxido de azufre. Este último con el nitrógeno del aire en el cual el azufre se ha quemado, pasa entonces a las torres o recipientes ordinarios de reacción, en los cuales debe efectuarse la producción del bisulfito en estado sólido o en estado líquido.

Si la torre de purificación se carga con un carbonato hidratado o con una mezcla de carbonatos anhidros e hidratados, entonces saldrán de la torre bióxido de azufre, bióxido de carbono y nitrógeno (procedente de la atmósfera). El bióxido de carbono y el bióxido de azufre obrarán entonces sobre la materia en las torres o recipientes de reacción.

Por la operación de purificación precitada, se elimina la producción de bisulfito en las torres o recipientes ordinarios de reacción. La marcha de la producción y de la conducción del gas de bióxido de azufre, puede proporcionarse regulando el grado de conducción del aire para la combustión, por medio de un ventilador, de una bomba u otro órgano.

De la última de las torres de reacción sale una mezcla de bióxido de carbono y de nitrógeno y se la emplea para recoger el bióxido de azufre encerrado en el producto de bisulfito sólido transfiriendo cada torre cuando las reacciones se han efectuado, al extremo de la serie de las torres; esto se opera por medio de válvulas y de conexiones apropiadas o de otra manera. El bióxido de azufre recogido como queda indicado, puede recuperarse y utilizarse en las torres donde las reacciones se continúan todavía.

Durante las reacciones que tienen lugar en este procedimiento perfeccionado, se desarrolla un calor considerable; el enfriamiento de la torre de reacción puede tomarse como indicación de que la reacción está terminada. Sea un procedimiento de fabricación del bisulfito de sodio, {caracterizado por las particularida-

des que siguen:

a) Se disponen masas de carbonato hidratado, o una mezcla de carbonato hidratado o carbonatos anhidros e hidratados de sodio, de manera que, luego de pasar por esta masa del bióxido de azufre gaseoso, el bióxido de carbono se produce progresivamente, y este bióxido de carbono, circulando al través de la masa o de las masas precitadas, adelantándose al bióxido de azufre, convierte los carbonatos en un estado en el cual son más fácilmente atacados por el bióxido de azufre para la producción del bisulfito;

b) En esta fabricación según a), se emplean proporciones equimoleculares de carbonatos y de su agua combinados de manera que se obtenga el bisulfito en estado sólido;

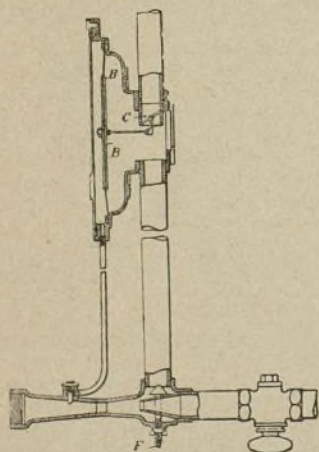
c) Se emplea también carbonatos en proporciones de agua combinadas, tales que el agua se pone en libertad durante la reacción y da una solución concentrada de bisulfito;

d) En la fabricación según a), b), c), se emplean hidratos carbonatos hidratados o una mezcla de carbonatos anhidros e hidratados de álcali o de metales alcalinoterosos, para un tratamiento de purificación: preliminar de los gases producidos en, o resultantes de la combustión del azufre en el aire para la producción del bióxido de azufre buscado, de suerte que el oxígeno y el trióxido de azufre se hallan eliminados lo mismo que el bióxido de azufre y el nitrógeno (así como el bióxido de carbono si se emplea un carbonato) pasan delante al salir del purificador para ser utilizados en el procedimiento de producción del bisulfito;

e) En la fabricación del bisulfito de sodio sólido, según a) y d) se emplea el bióxido de carbono y el nitrógeno emanado de las materias tratadas para recoger todo el bióxido de azufre encerrado en el producto terminado en estado sólido.

### Aparato de regulación automática para hornos de gas

La figura anexa, representa un aparato automático para graduar la mezcla de aire y gas en un horno de



gas. La entrada de aire se halla por el lado derecho del tubo situado en la parte inferior entrando el gas

por el tubo vertical, que al llegar al inyector se produce en éste la mezcla. En el tubo de gas existe una válvula de mariposa C que se acciona por los movimientos del diafragma B. Los dos lados de este diafragma están sujetos a presiones diferentes y variadas. Por el lado izquierdo este diafragma está en relación por medio de un tubo con el inyector y por el lado derecho está sometido a la presión del gas, disposiciones todas estas que son fáciles de reconocer en la figura. La posición de la válvula para el paso o admisión del gas está por lo tanto intervenida por la diferencia de presión sobre los dos lados del diafragma. El caño o chorro de aire, después del ajuste, puede graduarse por el tornillo situado en F.

Si se produce un decrecimiento en la presión del gas, resultará un decrecimiento correspondiente en la compresión sobre el lado de la válvula del diafragma. La velocidad de la mezcla en el inyector permanecerá prácticamente la misma, puesto que la presión del aire no se habrá alterado y, por consecuencia, la compresión sobre el lado izquierdo del diafragma tampoco habrá cambiado. Para restablecer el equilibrio entre las dos compresiones el diafragma debe moverse hacia la válvula (el lado de menor resistencia) aumentando de este modo la entrada de gas, abriendo la válvula de mariposa hasta producirse un estado de equilibrio por



el establecimiento de la igualdad de las dos fuerzas opuestas.

Supongamos un aumento en la presión de aire: la velocidad de la mezcla habrá aumentado, aumentando por lo tanto también la compresión en la cámara y el movimiento del diafragma se pronunciará de nuevo hacia la válvula para restaurar el equilibrio, resultando el aumento exactamente preciso de la entrada de gas.

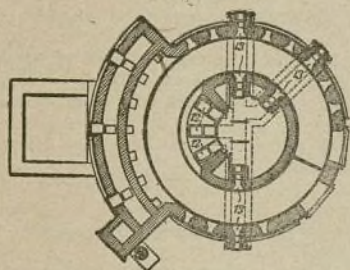
Consideremos ahora el efecto inmediato de un aumento en la resistencia del hogar. Esto es equiva-

lente, poco más o menos, a cerrar la salida de la mezcla, y aumentando directamente la presión, disminuye la velocidad de la mezcla en el inyector. Como la presión y la velocidad influyen la compresión por detrás del diafragma, sus efectos combinados sobre éste serán tales, que se producirá el necesario ajuste en la presión del gas para obtener la disminución de volumen de aire de entrada en el inyector. El decremento de volumen de aire es, naturalmente, también consecuencia de una resistencia más elevada.

## ULTIMAS INVENCIONES

### Hornos de calda

Es aplicable el nuevo dispositivo a los hornos de tipo continuo que tienen hogares o crisoles circulares giratorios. En ciertos procesos de calda es ventajoso calentar el material cargado, gradualmente y dejar enfriar también gradualmente la carga en el horno antes de sacarla; otro tratamiento requiere que la carga



se caliente con rapidez y se enfrie gradualmente o se caldee y se enfrie con rapidez.

El nuevo dispositivo tiene por objeto la construcción de un horno de la clase a que hemos hecho referencia en el que sea posible emplear cualquiera de los tres procesos o tratamientos con la misma facilidad, sin necesidad de modificaciones ni alteraciones constructivas en el horno.

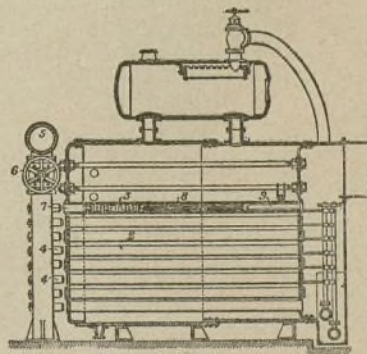
En armonía con este principio, el nuevo dispositivo ideado, consiste en disponer en la obra del horno referido, una serie de pasos o salidas 12 y 13, para la llama, divididos en pasos primarios 12 y secundarios 13, regulándose los pasos o salidas de llama y funcionando en concordancia con el proceso o tratamiento de calda que se aplique en cada caso a la carga.

### Recalentadores de vapor

Estos nuevos recalentadores de vapor están basados, aunque no de un modo exclusivo, en el recalentamiento del vapor generado por el calor que se produce quemando una mezcla de aire y combustible gaseoso sobre la superficie de, o en la proximidad de un cuerpo incandescente colocado dentro de un tubo de fuego de caldera.

Los dispositivos para el recalentamiento del vapor, que describimos, comprenden los tubos (2), cada uno cargado en una porción de su longitud con material (3) de empaquetadura en contacto con o en la vecindad del lugar en que se pueda producir la combustión de los gases, recalentando haces (8) colocados entre otra porción de cada uno de dichos tubos y otro material (9) de empaquetadura, en el resto de los mismos como para reducir la temperatura de los gases y productos de la combustión en algunos grados por encima de la temperatura del vapor saturado.

En la figura, el número 4 indica los caños de alimentación del combustible gaseoso, existiendo uno por cada tubo (2). El combustible gaseoso se suministra a los caños (4) por otro principal (5) regulado por una vál-



vula (6). El combustible gaseoso y el aire se mezclan en las cámaras (7) con que está provisto cada tubo en su extremo, completándose la combustión de la mezcla en contacto con, o en la vecindad del material refractario (3) en la forma ya conocida.

### Calderas con hogar de aceite

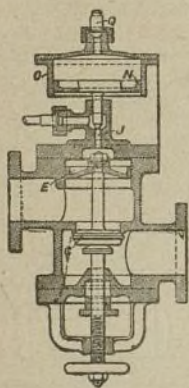
En el funcionamiento de las calderas que queman aceite, una reducción repentina o imprevista en la presión del aire, por la parada del ventilador o debida a otra causa, puede dar lugar a que las llamas pasen desde el hogar a la cámara superior. Este peligro se evita



si la alimentación de aceite a los hogares se cierra automáticamente cuando la presión del aire en la cámara superior se reduce en una cantidad dada. A este objeto se ha ideado el nuevo dispositivo que vamos a describir.

Una cara de un pistón N (véase la figura) movable en un cilindro O, o de un diafragma flexible, está expuesta mediante un tubo Q a la presión del aire que existe en la cámara superior y la otra cara a la presión atmosférica.

Una reducción dada en la presión de aire obtenida en la cámara superior, hará que se desplace el pistón en el cilindro o el diafragma flexible, por cuyo efecto una válvula que regula la alimentación de aceite combustible a los quemadores, se cierra inmediatamente. El espacio existente por encima de un émbolo E, está en relación con un estrecho paso J que se cierra por medio de la válvula de aguja, conectada al émbolo N movable en el cilindro O, abierto por la parte inferior y cerrado por la superior con una tapa. Esta tapa está en relación por el tubo Q con el compartimiento bajo



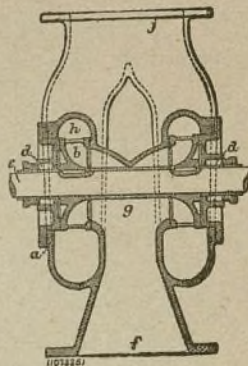
presión de aire y mientras la superficie superior del pistón N está expuesta a esta presión en su valor normal, la válvula de aguja permite al pistón N elevarse por la presión del aceite que actúa sobre la válvula de aguja, por cuyo efecto se abre transfiriéndose la presión desde la superficie superior del pistón E, elevando y cerrando la válvula C que regula la alimentación del aceite combustible al hogar.

### Bombas centrífugas

Vamos a dar conocimiento de un nuevo dispositivo que mejora notablemente las condiciones prácticas de las bombas centrífugas del tipo impenente. Tiene por objeto obtener los efectos combinados de equilibrio de la bomba y descargar la presión en los casquillos de los prensaestopas, colocando propulsores del tipo centrífugo conocido, de suerte que las reacciones en el sentido del eje del árbol sean iguales y opuestas, con lo cual la bomba, en todas las circunstancias y bajo todas las condiciones, trabaja en perfecto equilibrio hidráulico.

En las figuras, *a* es el cuerpo de bomba que con-

tiene los propulsores *b* montados sobre un eje *c* que pasa por los prensaestopas *d*. El paso de aspiración *f* introduce a una cámara de aspiración *g* colocada entre los propulsores *b* y formada interiormente para dirigir el agua a los lados y dentro de los propulsores *b*, respectivamente. Las cámaras de descarga *h* de las dos cajas



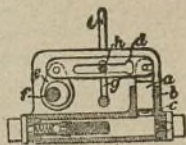
impelentes *a*, están unidas por una conexión *j* de descarga.

Los cojinetes y prensaestopas de la bomba están situados en las paredes exteriores de las cajas de impulsión *a*, estando así sometidos a cualquiera presión que pueda ejercerse por la descarga de la bomba. En todo caso nunca están sometidos a los efectos de la aspiración.

### Bombas para la lubricación

El nuevo aparato tiene por objeto la lubricación automática de los vehículos motores mediante una bomba de volumen variable del tipo en el que el émbolo es accionado por una biela o excéntrica mediante una palanca cuyo punto de apoyo o centro de movimiento es variable.

Un émbolo *a* de movimiento alternativo en un cilindro *b* formado en el cuerpo *c* del mecanismo, tiene articulado en su extremo exterior una palanca *d* que se desliza en un sentido longitudinal en su centro o muy aproximado a su centro; esta segunda palanca se articula a su vez a un extremo de una biela o barra de conexión *e*, la cual se acciona por una excéntrica *f*, estando dispuestos prácticamente paralelos la barra de conexión *e* y el émbolo *a* respecto a la palanca *d*. Una palanca de ajuste *g* que pivota en el cuerpo de bomba, pasa por una pieza de apoyo *h* que se desliza en la ranura de la palanca *d* y en acanaladuras de parte del cuerpo. En su extremo exterior la palanca de ajuste se conecta a otra palanca operadora *i* a la cual se une un alambre de Bowden conectado con una palanca por medio de la cual su posición puede variarse para cambiar la de la pieza de apoyo. El orificio del émbolo varía por la acción de la palanca de ajuste.



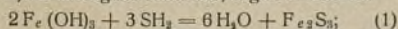


# Aprovechamiento de la mezcla Laming, usada en la depuración del gas del alumbrado, para la extracción de los productos cianógenos

## EL AZUL DE PRUSIA

No pocas veces ocurre que determinadas industrias dan productos secundarios o residuos, cuyo aprovechamiento origina otras industrias tan lucrativas como aquélla que les dió origen. En este caso, puede decirse, se halla la industria del gas del alumbrado; en efecto, desde 1789 en que empezó a utilizarse la hulla en la producción de gas para las necesidades del alumbrado, y hasta muchos años después, no fueron aprovechados muchos de los productos resultantes de la destilación de las breas, y el coque usado en operaciones metalúrgicas. En la actualidad, se practica esta industria más bien con el fin de recoger las anilinas, benceno, tolueno, fenoles y muchos cuerpos de la importantísima serie aromática, y considerar al gas del alumbrado como producto secundario; tanto es así, que en muchas industrias se destila el carbón mineral para recuperar el coque metalúrgico considerado producto principal.

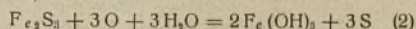
La destilación seca de la hulla, practicada fuera del contacto del aire y a temperatura de 1200° a 1400° da origen a productos gaseosos, líquidos y sólidos. En el presente artículo, sólo nos ocuparemos de los primeros. Estos constituyen el gas del alumbrado propiamente dicho, y son una mezcla de hidrógeno, metano, óxido de carbono, anhídrido carbónico, hidrógeno sulfurado, hidrocarburos pesados, nitrógeno, amoníaco e indicios de ácido cianhídrico, cianuros y sulfocianuros. De esto se deduce, que es de todo punto imposible usar directamente los productos brutos de la destilación de la hulla, puesto que a medida que se enfrían, van abandonando diversos productos, sólidos y líquidos a la temperatura ordinaria, precisando por consiguiente su inmediata separación; para conseguir ésta, se usan varios procedimientos, según sean los productos a separar. Importa sobremanera separar lo más perfectamente posible el  $\text{SH}_2$  y los cianuros y sulfocianuros, como más perjudiciales para la salud; con tal fin, se usan unas mezclas de cuerpos que reaccionando con los que se trata de eliminar, den nuevos compuestos y dejen paso al gas purificado. Estas mezclas llamadas de Laming, Deicke, Lux, etc., varían poco de unas a otras y la forman cal, serrín de madera y sulfato de hierro, o mejor, óxido de hierro mezclado con algo de serrín y cal; en el caso de emplearse sulfato de hierro, es necesario exponer la mezcla al aire dos o tres días, con lo que el sulfato de hierro pasa a hidrato férrico y simultáneamente se forma sulfato cálcico que fija los últimos vestigios de sales amoniacales, al paso que el hidrato férrico, fija el hidrógeno sulfurado, según la reacción



unidos al sesquisulfuro de hierro, se forman además cianuro y sulfocianuro férricos.

En estas condiciones, la mezcla Laming puede ser regenerada cuatro o cinco veces, exponiéndola a la ac-

ción del aire dos o tres días y removiéndola con frecuencia; en virtud de

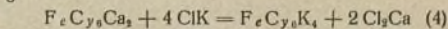
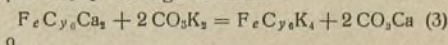


volvemos a recuperar el hidrato férrico y a utilizarlo como depurador, hasta que finalmente la mezcla se abandona, precisamente cuando más cargada está de azufre, cianuros y sulfocianuros de hierro; las grandes fábricas se han encontrado en otra ocasión agobiadas por grandes cantidades de mezcla abandonada, pero en la actualidad se aprovecha para preparar casi exclusivamente el prusiato amarillo, punto de partida para la fabricación de los demás compuestos alcalinos del cianógeno y algunos otros de importancia industrial como el  $(\text{FeCy})_3\text{Fe}_4$  o azul de Prusia.

He aquí el procedimiento a seguir (1):

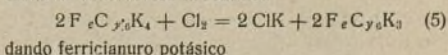
Según hemos visto en lo que antecede, la mezcla, después de usada, contiene azufre formando el 40% de la masa total; 10 a 20% de ferrocianuros, 3% de sulfocianuros y 1 a 5% de sulfato amónico.

Primeramente se lixivia la mezcla con agua en abundancia, para de este modo separar el  $\text{NH}_3$  que aún pudiera tener y demás cuerpos solubles, después de lo cual se deseca mediante la acción de una corriente de aire caliente o de cualquier otro medio adecuado, operaciones fáciles de ejecutar. Para separar el azufre, utilizase el  $\text{S}_2\text{C}$  que lo disuelve totalmente, y de cuya disolución se separa en cristales rómbicos. Privada la mezcla de amoníaco y azufre, se conduce mezclada con cal finamente pulverizada, a grandes cajas de madera, donde se calienta a 40-100° con vapor de agua, recogiendo amoníaco que aún destila y formándose ferrocianuro cálcico soluble; tratando la disolución caliente por  $\text{CO}_2\text{K}_2$  tiene lugar la reacción



practicada en recipiente aparte, y quedando el carbonato cálcico precipitado, separado del ferrocianuro potásico que se mantiene en solución; disposiciones más o menos ingeniosas permiten decantar la solución y mediante concentraciones sucesivas en calderas especiales, se separa el  $\text{FeCy}_6\text{K}_4$  en gruesos prismas amarillos pertenecientes al sistema monoclinico.

Haciendo pasar ahora una corriente de cloro a través de una solución de ferrocianuro potásico, éste se oxida de acuerdo con la reacción

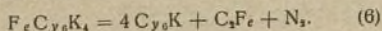


dando ferricianuro potásico

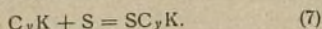
(1) No intentamos describir un nuevo procedimiento, y si, sólo estudiar las operaciones que deben practicarse y las reacciones a que éstas dan lugar; a ello nos impulsa la importancia de que gozan estos productos en el mundo industrial, y la ocasión de intensificar la industria nacional en todas sus variedades.



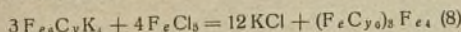
Calientese el ferricianuro potásico hasta incandescencia y se obtendrá el cianuro potásico:



Si se hierve una solución de cianuro potásico con azufre, se obtiene sulfocianuro potásico



Por último, al mezclar una solución de ferrocianuro potásico, con la de una sal férrica, en la proporción indicada por sus pesos moleculares, se obtiene un abundante precipitado azul intenso de ferrocianuro férrico, insoluble en el agua y en los ácidos, excepto en las disoluciones de ácido oxálico. Separado por decantación y filtración, de la sal potásica que se mantiene disuelta, la reacción es:



se deseca primero en una estufa débilmente calentada y después en sitio calentado a 80° próximamente; la masa azul que constituye el azul de Prusia, posee reflejos metálicos que caracterizan la pureza del producto.

La mezcla Laming contiene por término medio 2% de azul de Prusia y su precio actual 12 a 15 pesetas el kilogramo y tiene múltiples aplicaciones; úsase frecuentemente en tintorería, en la pintura y en los estampados, y también en cerámica para el grabado de loza en general.

Los demás productos cianicos indicados, tienen también aplicaciones no menos importantes: así, el prusiato amarillo se emplea en las fábricas de explosivos, en las de materias tintóreas y también en las de la seda.

No es venenoso.

El ferricianuro potásico se usa también en la fabricación de colores; en tintorería y en la preparación de productos fotográficos. Es venenoso y soluble en el agua.

Como puede verse, la industria que nos ocupa no requiere instalaciones costosas y complicadas, y las materias primas son fáciles de adquirir; a esto podemos unir un nuevo aliciente, cual es el poder utilizar los productos secundarios, previas transformaciones sencillísimas, lo cual atenúa en cierto modo los gastos ocasionados por la sal potásica usada, sal férrica (en el caso de Azul Prusia), combustible, etc. En efecto, el azufre separado de la mezcla Laming, al principio de la operación, puede en parte utilizarse como tal, en el comercio, o purificado, en las fábricas de ácido sulfúrico, y el resto para tratarlo con el CyK y preparar el sulfocianuro potásico de la reacción (7). El carbonato de calcio de la ecuación (3), puede por calcinación transformarse en el CaO necesario, utilizando como manantial de calor la corriente de vapor que sirve para elevar la temperatura de la mezcla, al principio, y que posteriormente concentra las disoluciones de ferrocianuro potásico; así se utiliza casi por completo el calor disponible, otro factor de importancia. No olvidemos tampoco el cloruro potásico de la reacción (8) que muy bien nos puede servir para la reacción (4), como tampoco el amoníaco desprendido en el curso de la operación, productos todos de importancia suma.

Después de lo anteriormente expuesto, réstame decir que dada la necesidad de los productos cianógenos, es evidente la importancia de esta industria, que intensificada, muy bien podría sustituir a las firmas que en otro tiempo han satisfecho parte de la demanda de la industria nacional.

RAFAEL APOLO PEREZ.

## Funcionamiento en paralelo de las centrales de energía eléctrica

Muchas municipalidades de Inglaterra tienen centrales propias para la producción de fluido eléctrico y en muchos casos existen estaciones distintas en una misma ciudad destinadas a los diferentes servicios de tracción, fuerza y alumbrado. En Londres existen muchas centrales independientes y un considerable número de compañías que suministran energía dentro de ciertas y limitadas áreas. La posibilidad de enlazar las distintas estaciones de diferentes distritos, se ha ofrecido con frecuencia más que como una conveniencia, como una necesidad, pero solo, no hace aun mucho tiempo, se ha puesto en estudio el problema reconociendo las inmensas ventajas que reportaría su solución. El incremento que ha tomado la producción eléctrica en nuestro país y aún más el desarrollo que en progresión creciente está llamada a alcanzar, da al problema expuesto un carácter de oportunidad, cuyo valor útil no puede dejar de ser recogido por nuestras páginas.

La gran mayoría de las estaciones de Londres generan corriente trifásica de 50 periodos, de manera que el problema de interagrupación o conexión es relativamente sencillo. Pero existen, sin embargo, un buen número de sistemas de mucha importancia, que generan corriente a 25 y 40 periodos, otros a 60 pe-

riodos, dos grandes estaciones a 33 periodos mientras otro número considerable la generan a diferentes frecuencias. Estas últimas son por lo general monofásicas.

El problema de enlazar sistemas de diferentes frecuencias es mucho más complicado que el de enlazar sistemas de la misma frecuencia y cada caso particular requiere un estudio cuidadoso al fin de determinar el método mejor que convenga adoptar.

**Alternadores en paralelo.**—Cuando dos generadores de corriente alterna tienen el mismo número de polos y funcionan en paralelo en el mismo grado, pueden, naturalmente, marchar exactamente a la misma velocidad; y si tienen la carga dividida con igualdad, es esencial que los dos motores (o turbinas) por ellos movidos, tengan la misma regulación de velocidad, es decir la misma pérdida de velocidad a partir de la carga nula a la plena carga. Si un motor ha de tener una graduación de 2 por ciento y el otro de 4 por ciento, entonces (suponiendo que la curva de graduación esté representada por una línea recta) con plena carga en un generador, existirá solo media carga en el otro. En otras palabras, la carga conducida por el generador se determina por la cantidad de vapor admitida en el motor y no por el ajuste de la fuerza del campo de

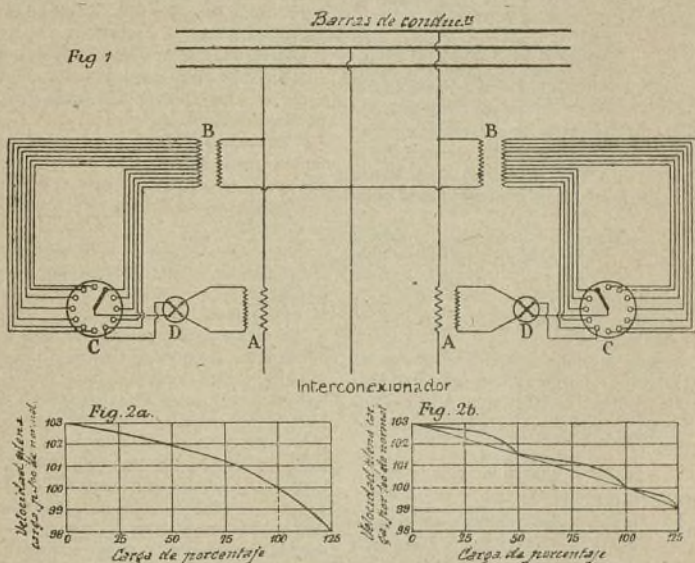


cualquiera de las máquinas; es decir, que la carga depende del regulador y no de la posición del reostato del campo. Cualquiera de las dos máquinas puede disponerse para dividir la carga en cualquier proporción deseada, por el ajuste apropiado de la alimentación de vapor, mientras los ajustes de los reostatos de campo simplemente tienen por efecto el que las corrientes fluyan mezcladas o entrelazadas, entre los generadores. El efecto de esta corriente es fortalecer el campo del generador subexcitado y debilitar el del sobreexcitado; así el voltaje permanece igual en los dos.

El funcionamiento de dos o más estaciones en paralelo es sencillamente el funcionamiento de dos o más grupos de generadores en paralelo y las condiciones son semejantes a las del funcionamiento de dos simples

La figura 1 muestra un diagrama de conexiones que puede emplearse cuando se adopta un regulador del tipo *Step-by-step*. A, A, son transformadores en serie para subir o bajar el voltaje de los feeders; B, B, son transformadores en derivación, los secundarios de los cuales están provistos de ranuras para dar voltajes diferentes a los transformadores A, A; C, C, son cuadrantes reguladores y D, D, son conmutadores de inversión. Se observará que solo se necesitan dos reguladores para las tres fases.

Al objeto de determinar las dimensiones de los cables, transformadores y regulador necesario para interconectar dos sistemas, precisa conocer la carga máxima que se habrá de transmitir entre ellos y como esto constituye el más importante factor del agrupa-



generadores en paralelo, excepto en el caso en que la línea de interconexión posea inductancia y resistencia. En todos los casos ordinarios la resistencia e inductancia pueden despreciarse, pero en un sentido general trataremos este asunto más adelante.

**Estaciones de la misma frecuencia, voltaje y fase.**—Cuando las estaciones que se han de enlazar tienen la misma frecuencia, voltaje y fase, la única interconexión de enlace necesaria es un cable con los conmutadores debidos, etc., para conectar unidas las barras conductoras de las dos estaciones. Con frecuencia sucede, sin embargo, que los voltajes de las dos estaciones no son exactamente iguales y puede ser necesario variar el voltaje de una u otra estación, independientemente. Por esta razón es conveniente disponer de algún medio para regular el voltaje, por lo menos, de una de las estaciones; por otra parte, cuando se disponen ajustes para el voltaje, fluyen entre las estaciones corrientes combinadas y los voltajes en los dos sistemas permanecen iguales, excepto en la diferencia debida a la pérdida de presión en el cable.

miento en paralelo, haremos algunas consideraciones sobre sus detalles.

Supondremos primero que la regulación de la velocidad de los dos sistemas es idéntica, de suerte que cada uno conducirá su propia proporción de carga total sobre ambos sistemas. Es éste un supuesto que está justificado puesto que el regulador de la máquina puede ordinariamente ajustarse para establecer aproximadamente esta condición.

Con dos estaciones A y B, pueden considerarse los siguientes casos:

- 1). A y B de igual capacidad:  
Cargas desiguales sobre las dos estaciones.
- 2). A de mayor capacidad que B.

Carga en B mayor que su proporción de la capacidad total de las estaciones.

Carga en B menor que su proporción de la capacidad total de las estaciones.

1. **Carga en el interconexor de dos estaciones de igual capacidad y la misma regulación de velocidad.**—Puesto que A y B tienen capacidades



iguales, y deben funcionar en sincronismo, darán en todo momento cargas iguales. Sin embargo, si la carga en las barras conductoras de B es mayor que en las de A, la mitad de esta diferencia será suplida por cada estación y el feeder de conexión conducirá la mitad de la diferencia en carga.

*Ejemplo.*—Supongamos que cada estación tiene una capacidad de 10.000 kilovatios y que en las barras conductoras de A, existe una carga de 15.000 kilovatios y en las de B, 5.000 kilovatios; entonces la carga total en las dos estaciones será de 20.000 kilovatios, suministrando cada estación 10.000 kilovatios. Sin embargo, la carga en el interconexor será:

$$10.000 - 5.000 = 5.000 \text{ kv.}$$

o sea la carga en el interconexor igual a la mitad de la diferencia en carga de las barras conductoras de las dos estaciones.

1. *Carga en el interconexor de dos estaciones de capacidad desigual y la misma regulación de velocidad.*—Este caso es semejante al precedente con la diferencia de que en vez de dividirse la carga total con igualdad entre las dos estaciones, se divide en proporción a sus capacidades. Conociendo la carga en las barras de conducción y en los generadores de cada sistema, la carga en el interconexor es conocida desde luego.

*Ejemplo.*—Supongamos que A tiene una capacidad de 10.000 kilovatios; B, una capacidad de 5.000 kilovatios, o sea:

$$\frac{\text{Capacidad de A}}{\text{Capacidad de B}} = \frac{2}{1}$$

La carga en cada serie de barras de conexión es igual a 6.000 kilovatios. Entonces la carga total será igual a 12.000 kilovatios. De esta carga, A suministra 8.000 kilovatios y B, 4.000 kilovatios. La carga en el interconexor será:

$$6.000 - 4.000 = 2.000 \text{ kilovatios}$$

que circulará de A a B.

Si la carga en las barras de conducción de A es de 8.000 kv. y en las de B de 2.000 kv., la carga total será igual a 10.000 kv.; de esta carga, A da 6.666 kv. y B 3.333 kv., sin embargo la carga en el interconexor es:

$$8.000 - 6.666 = 1.333 \text{ kilovatios}$$

que fluyen de B a A.

Según esto es evidente que si las condiciones de carga son conocidas, es una cuestión muy sencilla calcular la carga en la línea de interconexión. Si las cargas son constantes los reguladores de la máquina pueden ajustarse a mano para dar la carga mínima o la que sea necesaria en el interconexor, pero si se produjeran fluctuaciones violentas en las cargas, no es posible hacer uso de este medio de regulación, lo que debe tenerse muy presente al estudiar la línea de interconexión.

Cuando los reguladores del motor de dos sistemas están dispuestos para la regulación a diferentes velocidades, dividen la carga total no en proporción a sus capacidades generadoras, sino en proporción directa a sus grados e inversa a su regulación de velocidad suponiendo la pérdida de velocidad representada por una recta. Así, si la estación A tiene una capacidad valuada en 10.000 kv. y B en 5.000 kv., mientras A

pierde 2 por ciento y B 4 por ciento, en velocidad a partir de la carga nula a la plena carga, las dos estaciones distribuirán la carga total en la proporción de

$$\frac{10}{5} \times \frac{4}{2} = 4,$$

o sea que A dará cuatro veces la carga de B. Si la regulación de A es 4 por ciento y la de B 2 por ciento, entonces la proporción será:

$$\frac{10}{5} \times \frac{2}{4} = 1,$$

o sea que las dos estaciones darán cargas iguales. Esto constituye una condición peligrosa si B se sobrecarga antes de alcanzar la plena carga en A. Esto confirma sencillamente lo que es bien conocido de modo particular en el funcionamiento de máquinas en paralelo, que, cuando la regulación no puede hacerse igual en las dos máquinas, la mayor deberá mantenerla cerrada.

Así es una cuestión sencilla determinar la distribución de carga entre dos estaciones en paralelo, y prevenir las condiciones de funcionamiento cuando la regulación de velocidad es conocida.

Los mismos métodos pueden emplearse para diferentes estaciones en paralelo y después de determinadas las cargas correspondientes a las distintas estaciones, puede hallarse la carga en los distintos interconexores.

En las consideraciones precedentes se ha supuesto que la pérdida en velocidad del motor es proporcional a la carga, pero como regla, la curva de regulación no es exactamente una línea recta.

En un motor alternativo o turbina, con solo regulador de paso, la curva de velocidad tiene ordinariamente la forma representada en la figura 2a, mientras la figura 2b representa aproximadamente la curva de una turbina de vapor con regulador de interrupción de caño. Esta curva se aproxima a una línea recta de un modo más ceñido o cerrado que la de la figura 2a y es evidente que el mayor número de cámaras y salidas de vapor es lo que influye en esta aproximación. Se notará que las características de la curva 2a y de cada sección de la curva 2b tienen una parte plana correspondiente a las cargas inferiores y una posición inclinada para las cargas más elevadas. La forma de la curva representada en la figura 2a es la adecuada para el funcionamiento en paralelo, debido a que, si los reguladores no están dispuestos de un modo exactamente igual, la máquina que tome la mayor carga tenderá a perder velocidad más rápidamente cambiando así su carga a la máquina que funcione con la porción plana de la curva de velocidad. En el caso de reguladores de paso, puede suceder que la máquina que tome la mayor carga alcance la parte recta de una sección de la curva mientras la otra máquina está en la parte inclinada de otra sección. En este caso, la máquina más cargada tenderá a tomar todavía más carga. Esto tiene una ventaja en todo caso, pues una turbina trabaja más económicamente en la parte inclinada de cualquier sección de la curva que sobre la porción plana.

Aunque la curva de velocidad puede no ser exactamente una recta, la distribución de carga calculada por los métodos expuestos es suficientemente ajustada a todo fin práctico. En el funcionamiento en paralelo de alternadores en una estación rara vez están las cargas divididas exactamente en proporción a las estimas o



valuaciones de las diferentes máquinas, sino que cambian de un juego a otro con variaciones en la carga exterior, dependiendo de los ajustes del regulador. Esto, sin embargo, no causa ninguna perturbación en la estación mientras que los juegos cambian propiamente sus cargas a la salida de la estación haciéndose necesario de vez en cuando el gobierno a mano.

En el funcionamiento de estaciones en paralelo se comprenden exactamente los mismos problemas, no existiendo más complicaciones que las propias del funcionamiento de los diferentes generadores en la misma estación en paralelo suponiendo que el empalme interconexor es de la suficiente capacidad para evitar cual-

que cuando las estaciones tienen el mismo voltaje y fase, excepto en el caso de ser necesario empalmar un sistema monofásico con otro polifásico. Para distribuir la carga con igualdad en todas las fases de los sistemas polifásicos, son necesarios aparatos giratorios. Éstos pueden afectar la forma de un generador motor o de un convertidor de fase.

Se han propuesto distintas formas de convertidores de fase, pero todos ellos utilizan y se fundan en el hecho bien conocido de que si una fase de una máquina de dos o tres fases se alimenta de corriente y el rotor introduce velocidad, entonces la corriente de dos o tres fases puede ser suministrada por los tres o cua-

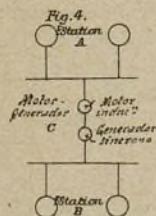
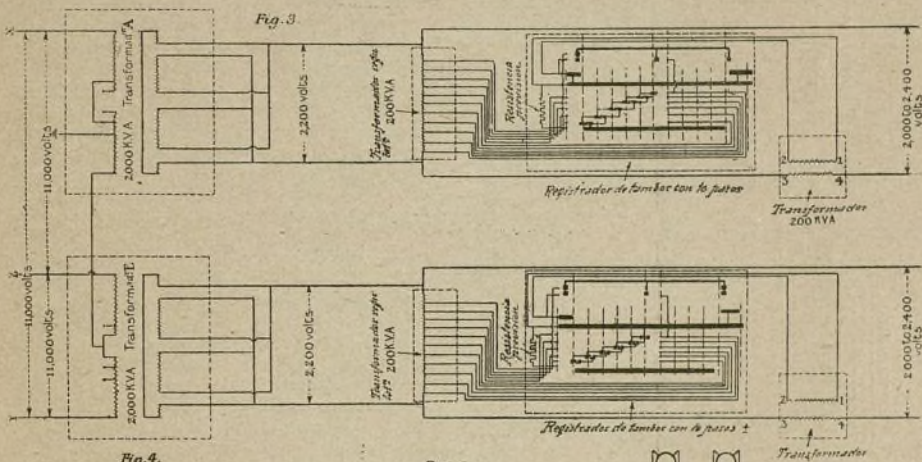
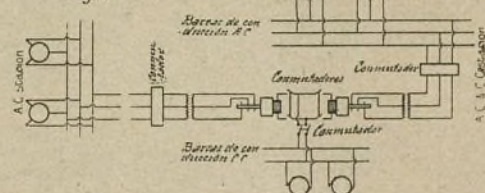


Fig. 5



quier dificultad en los ajustes de carga, debida a las condiciones del regulador.

**Estaciones de la misma frecuencia pero de diferente voltaje o fase.**—Cuando las estaciones tienen la misma frecuencia, pero son de diferente fase o voltaje, es necesario interponer transformadores en el interconexor. La transformación del voltaje y fase, cuando es necesario, en los mismos transformadores.

La figura 3 representa el diagrama de conexiones empleado para los transformadores de un interconexor de 4.000 kilovatios, entre dos estaciones, generando una 2.200 voltios a dos fases y la otra 11.000 voltios a tres fases.

Para variar el voltaje entre las dos estaciones se emplean reguladores del tipo *Step-by-step*.

Fuera de la introducción de los transformadores las condiciones de funcionamiento de las estaciones con diferentes voltajes o fases son exactamente las mismas

tro terminales del motor. Se emplean varios esquemas para equilibrar las fases.

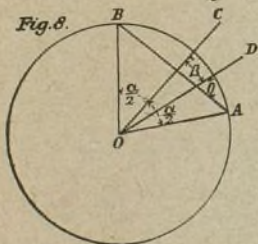
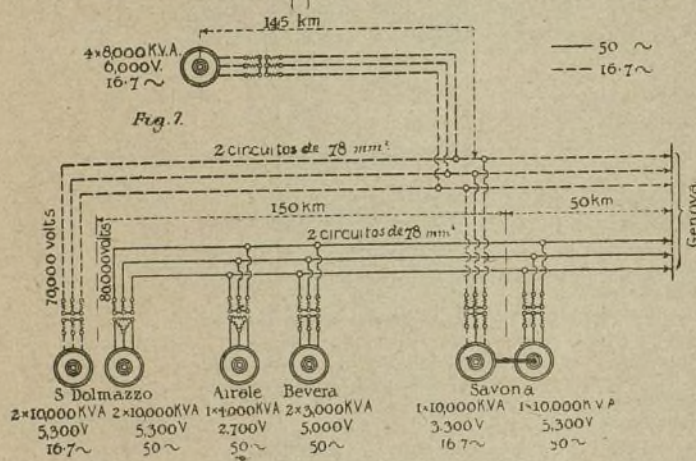
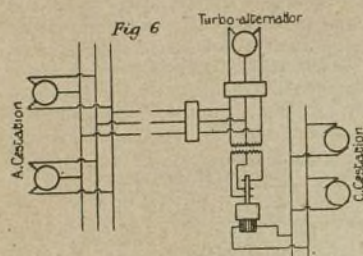
**Estaciones de frecuencias diferentes.**—Cuando hay que empalmar dos estaciones de diferentes frecuencias es necesario el empleo de un cambiador de frecuencia del tipo giratorio. Éste, ordinariamente, tomará la forma de un motor generador, pero en ciertos casos, como cuando es necesario el empleo de corriente continua, puede ser ventajoso el disponer un convertidor rotatorio para el cambio de una frecuencia a la corriente continua y otro para cambiar corriente continua en otra frecuencia. Bajo esta condición es posible el empleo de ambos convertidores rotatorios para suministrar carga de corriente continua a partir de los dos diferentes sistemas.

El coste de un motor generador es relativamente elevado y mientras por una parte conviene que sus dimensiones sean las menores posibles correspondien-



tes a la carga que se desee transmitir de una estación a otra, su capacidad puede también elegirse con relación a la carga que puede transmitir bajo condiciones anormales y la elección del tipo de la instalación convertidora se regulará en gran parte por esta consideración.

El motor generador para la transformación de fre-



cuencia puede ser de los dos tipos siguientes:

- 1.º Motor sincrónico y generador sincrónico, llamado *motor-generador sincrónico*.
- 2.º Motor

de inducción y generador sincrónico, llamado *motor-generador de inducción*.

Cada tipo tiene ciertas ventajas y desventajas.

**Motor-generador sincrónico.**—Puesto que cada máquina de un juego puede marchar en sincronismo con el sistema al cual se conecta, los dos sistemas pueden marchar a velocidades que se fijan de modo definitivo con relación entre sí. En otras palabras, los dos sistemas se unen mediante el motor generador, el cual obra como un acoplamiento perfectamente rígido.

Puesto que el juego sincrónico cierra los dos sistemas en marcha, la transferencia de energía de un sis-

tema al otro se regirá por las mismas condiciones que cuando los sistemas son de la misma frecuencia y en paralelo por una conexión de cable directo. Así las cargas probables que recaerán sobre el juego convertidor se pueden calcular en la misma forma expuesta con referencia a los sistemas de la misma frecuencia.

**Ventajas del juego sincrónico.**—(1) Es reversible y puede suministrar energía en cualquier sentido sin cambio en la proporción normal de velocidad.

(2) La máquina motora puede funcionar con un factor de fuerza unitario o con un factor de fuerza favorable concurriendo así a mejorar el factor de fuerza del sistema.

**Desventajas.**—(1) El juego, al actuar como un acoplamiento rígido, fuerza los dos sistemas a marchar en un grado fijo de velocidad, estando por lo tanto sujeto a fuertes sobrecargas bajo ciertas condiciones.

(2) Cada máquina puede ser sincronizada con su propio sistema, operación que requiere alguna destreza, especialmente con ciertas proporciones entre los números de los polos.

(3) Cuando se hacen funcionar en paralelo dos motores generadores se hacen necesarias ciertas especiales disposiciones al objeto de sincronizar un juego descargado con otro cargado.

**Motor generador de inducción.**—Cuando se emplean un motor de inducción y un generador sincrónico, el motor de inducción no funciona en sincronismo con su sistema alimentador, pero funcionará ligeramente bajo velocidad sincrónica; la diferencia entre su ve-

locidad y la velocidad sincrónica (expresada como un porcentaje de la velocidad sincrónica) es comparada a un deslizamiento o retroceso, y éste varía directamente con la carga transmitida. Además, este deslizamiento puede regularse ajustando la cantidad de resistencia en serie con el número secundario. El juego de inducción puede compararse a un acoplamiento deslizante entre dos móviles primarios, cuando el grado o cantidad de deslizamiento depende de la carga transmitida, de suerte que no es necesario que aquéllos marchen exactamente a la misma velocidad.

Supongamos dos estaciones A y B (fig. 4) y sea la capacidad de A de 10.000 kilovatios, la de B, 5.000 kilovatios y la del motor generador, 1.000 kilovatios; admitamos que la regulación de la velocidad de A y B es igual a 2 por ciento, y el deslizamiento del motor de inducción a plena carga, es también de 2 por ciento. Si en una de las estaciones no existiera carga, funcionando cada una a la velocidad normal, el juego marchará con velocidad sincrónica y no transmitirá ninguna carga. Si se supone una carga de 5.000 kilovatios en las barras conductoras de B, la velocidad de B tenderá a perder 2 por ciento y si suponemos que A toma su



velocidad sin ninguna carga, se transmitirán 1.000 kilovatios por el motor generador. Pero la carga de A por el motor generador causará en A una ligera pérdida de velocidad y puesto que la carga en B se reduce de nuevo por la cantidad suministrada por A, la velocidad de B no se reducirá completamente en 2 por 100 y el deslizamiento del motor generador será menor del 2 por 100, transmitiendo un voltaje menor de 1.000 kilovatios y exactamente será de 770 kvs. Si la carga aumenta a 10.000 kilovatios la pérdida de velocidad de B se duplicará y el motor generador transmitirá aproximadamente 1.600 kilovatios.

Si dando B una carga de 5.000 kvs. y transmitiendo el motor 770 kvs., la carga de A se aumenta gradualmente, la velocidad de A descenderá y la carga transmitida desde A a B, se reducirá hasta que las velocidades de los dos juegos hayan perdido el mismo porcentaje no transmitiéndose ninguna energía por el motor generador.

Como es bien sabido, un motor de inducción actuará como un generador si se le hace marchar a una velocidad superior a la velocidad sincrónica del sistema a que está unido. La carga que dará como generador marchando a cierta velocidad superior a la sincrónica es la misma que daría como motor marchando con la misma pérdida por debajo del sincronismo.

La figura 6 representa un sistema de conexión de estaciones de corriente continua y alterna.

**Ejemplos prácticos.**—Es práctica corriente en los sistemas electro-hidráulicos, de la misma frecuencia, hacerlos funcionar en paralelo y muchas grandes redes se alimentan de diferentes estaciones situadas a gran distancia unas de otras, pero últimamente en Inglaterra se han empezado a establecer agrupamientos en paralelo de estaciones de diferente frecuencia.

En el país de Gales funciona un sistema de 40 fases en paralelo con otro de 50 mediante dos motores generadores de inducción de 500 kilovatios. Un juego tiene un motor de inducción de 40 periodos y un generador sincrónico de 50. El otro juego tiene un motor de inducción de 50 periodos y un generador sincrónico de 40. Estos juegos trabajan perfectamente en servicio. Consta también de un condensador sincrónico que puede funcionar con cualquier sistema.

En Francia y en Italia existen algunos grandes sistemas de conexiones de diferentes frecuencias, unidos

por medio de motores generadores, pudiendo ofrecer como ejemplo una de gran importancia instalada en Italia, uno de cuyos juegos es de 16  $\frac{2}{3}$  periodos y otro de 50. El juego sincrónico consta de dos generadores de 10.000 kilovatios, uno de dos polos dando una frecuencia de 16  $\frac{2}{3}$  y otro de 6 polos con una frecuencia de 50. La figura 7 representa un diagrama de conexiones, a la vista del cual puede comprenderse la importancia del sistema. En este caso las dos máquinas están acopladas a una turbina de vapor.

**Resumen.**—(1) Los sistemas polifásicos de la misma frecuencia pueden conectarse unificándolos directamente o por medio de transformadores y funcionar en paralelo sin dificultad; pero abasteciendo cada estación a sus propios abonados, es conveniente que tengan la misma forma de regulación de voltaje para poder verificar la regulación independiente, de éste, en cada estación. Si las estaciones están situadas en las cercanías de circuitos telefónicos o telegráficos, se pueden unir con los hilos neutros enterrados, para evitar las corrientes de alta frecuencia entre las estaciones.

(2) Para interconectar un sistema monofásico con otro polifásico de la misma frecuencia, es necesario una máquina rotatoria del tipo convertidor de fase o un motor generador si el sistema polifásico se ha de cargar simétricamente.

(3) Los sistemas de diferentes frecuencias se pueden interconectar mediante cambiadores de frecuencia, juegos que consisten en dos máquinas sincrónicas o en una sincrónica y otra de inducción. El juego sincrónico ordinariamente es más conveniente puesto que permite intervenir el factor potencia y transmitir la energía en cualquier sentido sin cambio en la relación de velocidad entre los dos sistemas. El juego de inducción es mucho más flexible pudiéndose emplear uno muy pequeño entre dos grandes sistemas, pero requiere una considerable diferencia en la relación de velocidad entre los dos sistemas para la transmisión a plena carga, y la máquina de inducción toma la corriente combinada del sistema al cual está conectada.

(4) En ciertos casos, cuando es necesario disponer de corriente continua, puede emplearse con ventaja el convertidor rotatorio como un interconector entre dos estaciones de frecuencias diferentes o entre un sistema de corriente continua y otro de corriente alterna.

## Fuerzas actuantes sobre las paletas de las turbinas

Las paletas de las turbinas de vapor están expuestas no solo a los esfuerzos debidos a la fuerza centrífuga sino también a los debidos a la presión del vapor sobre las paletas y a los esfuerzos vibratorios.

Los esfuerzos debidos a la fuerza centrífuga se pueden calcular con facilidad pues dependen solamente del peso de la paleta.

Estos esfuerzos se formulan así:

Para paletas de bronce:

$$f_c = \frac{R^2 h d}{21.500.000} \quad (1)$$

Para paletas de acero:

$$f_c = \frac{R^2 h d}{23.400.000} \quad (2)$$

En estas fórmulas:

$f_c$  = esfuerzo en kgs. por cm.<sup>2</sup>;

$R$  = revoluciones por minuto;

$d$  = diámetro medio en centímetros;

$h$  = altura de la pala en centímetros.

Estos esfuerzos que deben considerarse como constantes, al referirlos a las paletas, en algunas la resistencia de las uniones es menor que la de tensión de



aquellas y en algunos casos las paletas se rompen por la raíz de su fijación. Además, en algunos tipos de construcción el punto en que la paleta empieza a salir de su unión es alcanzado mucho antes que el de gravedad del material de la paleta; y esto se acentúa algunas veces por la tendencia de la paleta a volverse libre en proporción ligerísima debido a repetidos calentamientos y enfriamientos. Esto está especialmente expuesto a ocurrir cuando se trata de paletas de bronce u otras aleaciones que tienen un coeficiente de dilatación mucho mayor que el del acero del rotor de la turbina. Las ecuaciones (1) y (2) dan los esfuerzos de tensión sobre una paleta paralela justamente en el sitio en que se fija al rotor. Por el empleo de las paletas alabeadas estos esfuerzos pueden reducirse en unos dos tercios del valor dado. El factor de seguridad admitido es por lo menos de tres, tomado sobre el centro de gravedad de la pala con su unión y por lo menos de cuatro en el momento de rotura, en la unión y en la pala.

Otro esfuerzo a que están sometidas las paletas es el debido a la presión ejercida por el vapor sobre ellas,

y la fuerza tangencial en kilogramos:

$$T = \frac{Qc^2\eta}{3270gu}$$

Teniendo presente que  $u = \frac{Rd}{230}$ , la última igualdad se convierte en:

$$T = \frac{Q\eta Rd}{53,5a^2} \times 10^{-6}$$

Un factor muy útil en estos cálculos es la amplitud de paleta  $w$ , que es la anchura de una hilera de paletas medida axialmente en la turbina. Como las paletas de varias dimensiones, de formas y ángulos semejantes, son o deben ser semejantes en cualquier tipo dado de paleta, se sigue que el momento de resistencia a la flexión varía como  $w^3$ , lo mismo que el grado circunferencial de las paletas  $\lambda = bw$ , siendo  $b$  una constante que depende del tipo de paleta.

En la paleta de impulsión, el valor de  $b$  está generalmente comprendido entre 0,5 y 0,6 y en las paletas de reacción, entre 0,6 y 0,7.

El número de paletas en un anillo en que existe admisión por toda la periferia, es por lo tanto:

$$\frac{\pi d}{\lambda} = \frac{\pi d}{bw}$$

y la fuerza ejercida sobre cada paleta:

$$t = \frac{Q\eta Rbw}{168a^2} \times 10^{-6} \quad (3)$$

Si  $Z$  es el módulo de resistencia de la sección de la paleta cuando su amplitud es 1 cm. y  $f_s$  es el esfuerzo de las paletas debido a la presión del vapor, entonces el momento es  $f_s Z w^3$  y es igual a  $\frac{th}{2}$ . Poniendo este valor por  $t$  en la ecuación anterior, tendremos:

$$\frac{h}{w^2} = 336 \times 10^6 \frac{a^2 f_s Z}{Q\eta Rb} \quad (4)$$

Los valores de  $\frac{a^2}{\eta}$  para paletas de impulsión correspondiente a varios valores de  $a$  deducidos del diagrama de la figura 1, están representados en la figura 2.

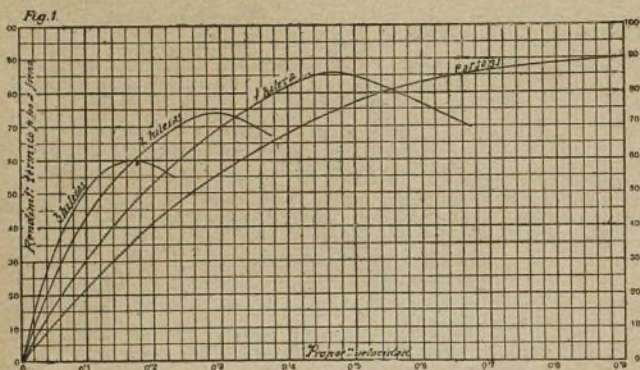
En rigor, estos valores deben sufrir una corrección teniendo en cuenta las pérdidas por escape; pero despreciándolas podremos considerarnos dentro de límites de seguridad tanto más cuanto que en las turbinas modernas, el escape es muy pequeño. En la práctica se facilita la solución de esta ecuación teniendo en cuenta que ordinariamente la relación de velocidad y la forma de la paleta son constantes para todo el conjunto o por lo menos para una gran parte de la turbina y, por lo tanto  $a$ ,  $\eta$ ,  $b$  y  $Z$ , son constantes; de suerte que:

$$\frac{h}{w^2} = C \frac{f}{QR} \quad (5)$$

El esfuerzo de tensión total a que está sometida la paleta está dado por:

$$f = f_s + f_c$$

pudiéndose aquí hacer una distinción entre la resistencia de la paleta y la de la parte por la que se fija en el



como hemos dicho, siendo esta la fuerza que hace mover la turbina. Se han propuesto algunos métodos para calcular este esfuerzo y todos son de resultados más o menos aproximados. El método que vamos a exponer es el que ha concordado más exactamente con los resultados prácticos.

Al calcular una turbina, entre otros factores, son generalmente conocidos los valores siguientes:

$R$  = revoluciones por minuto;

$Q$  = cantidad máxima de vapor en kgs. por hora;

$a = \frac{u}{c}$ , relación de velocidad  $u$  de la paleta a la del

vapor,  $c$  en metros por segundo;

$\eta$  = rendimiento de la paleta.

La relación entre el rendimiento  $\eta$  de la paleta y la relación  $a$  de velocidad en las turbinas modernas está representada en la figura 1, en la que  $\eta$  es el rendimiento efectivo de la paleta, despreciando pérdidas por escape, fricción, etc.

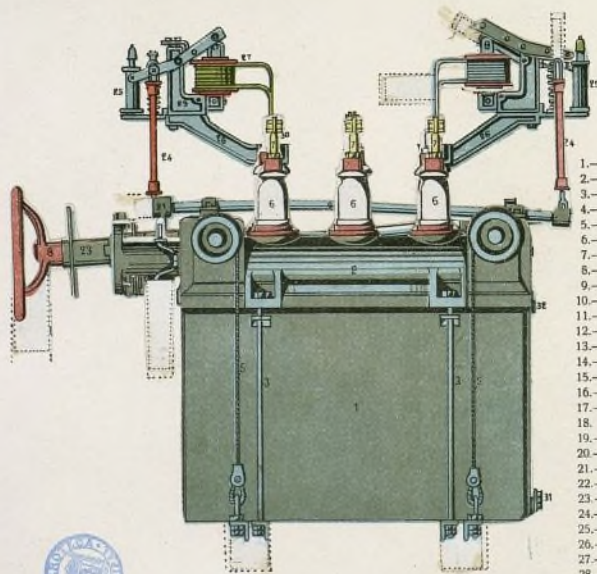
En una turbina de impulsión el trabajo dado en kilogramos por segundo por el vapor sobre las paletas, está dado por:

$$W = \frac{Qc^2\eta}{3270g}$$

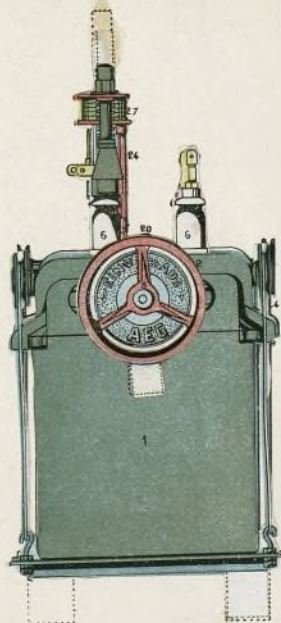


# INTERRUPTOR EN ACEITE, AUTOMÁTICO A. E. G.

N.º 81.



- 1.—Caja del interruptor.
- 2.—Tapa superior.
- 3.—Vástagos de sujeción.
- 4.—Ejes del interruptor.
- 5.—Cables de sujeción.
- 6.—Aisladores.
- 7.—Bornes de empalme.
- 8.—Volante de acción.
- 9.—Eje de los conectadores.
- 10.—Vástago porta-contacts.
- 11.—Aisladores.
- 12.—Contactos de presión.
- 13.—Vástago de unión con las palancas (15).
- 14.—Muelles de presión.
- 15.—Palancas de conexión.
- 16.—Contactos.
- 17.—Aisladores.
- 18.—Tornillo sin fin.
- 19.—Vástago del disparo automático.
- 20.—Eje del interruptor automático.
- 21.—Juego de palancas.
- 22.—Juego del volante.
- 23.—Juego de palancas.
- 24.—Vástago de accionamiento.
- 25.—Compensador.
- 26.—Soporte.
- 27.—Devanado del electroimán.
- 28.—Palanca doble.
- 29.—Soporte de (28).
- 30.—Empalme del electroimán.
- 31.—Tornillo de cerrar el orificio para vaciar el depósito.
- 32.—Cierre.





rote

sob  
estr  
trif  
sec  
te  
sac  
der

cas  
adm  
la f  
en  
la p  
cial  
seg  
nie  
alg  
no  
vac

arre  
xió  
las  
ade  
tan

mu  
las  
en

y a  
ter  
cid

div  
tra  
se  
dia  
del  
tes  
lac  
me  
cie  
tal  
cur

mi  
por



rotor; en otras palabras, de la unión de la paleta.

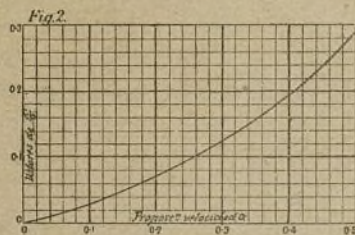
Los esfuerzos debidos a las presiones del vapor sobre la paleta o sea  $f_s$ , causa la flexión de la paleta y esta flexión o esfuerzo combinado con la fuerza centrífuga  $f_c$ , da el esfuerzo que puede admitirse para la sección más débil de la raíz de la paleta. Por otra parte, en cuanto se relaciona con la impulsión tendiente a sacar la paleta del rotor, solo puede tomarse en consideración la fuerza centrífuga  $f_c$ .

Los factores de seguridad admisibles en el último caso ya han sido expuestos; y los semejantes que deben admitirse en combinación con los esfuerzos debidos a la fuerza centrífuga y a la presión del vapor en el caso en que exista una admisión completa de vapor en toda la periferia de las paletas. Cuando la admisión es parcial, deben tomarse factores mucho más elevados de seguridad para los esfuerzos debidos a la flexión, teniendo en cuenta la acción intermitente del vapor. En algunos casos los valores comprendidos entre 10 y 12, no representan un factor de seguridad demasiado elevado.

En las turbinas de pequeñas dimensiones que desarrollen por ejemplo 4.000 H.P., los esfuerzos de flexión de las paletas son raramente peligrosos, pero en las de grandes dimensiones como de 15.000 H.P. en adelante, son con frecuencia de considerable importancia.

En el caso de admisión parcial, el valor  $\frac{h}{w^2}$  puede multiplicarse por la proporción del círculo ocupado por las salidas de vapor. Como antes hemos mencionado, en la práctica se halla que  $\frac{h}{w}$  puede hacerse constante; y así los anchos convenientes de la paleta pueden determinarse desde luego, cuando las alturas son conocidas.

En dos hileras de paletas de impulsión, el trabajo se

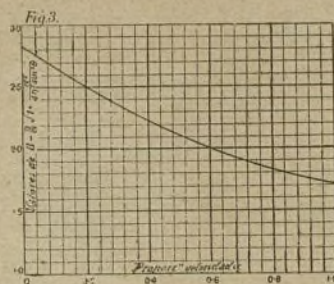


divide entre las dos, de suerte que aproximadamente el trabajo de la primera es el debido al rendimiento como se muestra en la curva correspondiente a una hilera del diagrama de la figura 1 y en la segunda hilera como el debido a la diferencia entre las curvas correspondientes respectivamente a una y a dos hileras. Así, si la relación de velocidad es 0,2 el rendimiento para la primera hilera es 54 por ciento y para la segunda 11 por ciento; la suma de las cuales forman el rendimiento total de 65 por ciento de las dos hileras dado para su curva. Semejantemente sucede para las tres hileras.

En la práctica, generalmente las hileras son del mismo ancho; pero si la primera es bastante resistente, por lo general las restantes lo son también. Las pale-

tas grandes pueden, sin embargo, necesitar ser reforzadas en la raíz para contrarrestar el efecto de la fuerza centrífuga y de la vibración.

Otro método que con frecuencia es conveniente cuando se hace uso de una admisión parcial y la velocidad del vapor es superior a la velocidad crítica, está basado en la fórmula de Rankine para la corriente de vapor que se halla bajo estas condiciones. M. Rateau ha dado una fórmula semejante. En ella, la corriente de vapor de  $q$  kgs. por segundo es aproximadamente



proporcional a la presión absoluta  $P$  en kgs. por  $\text{cm}^2$ , y que

$$q = 0,001 P A$$

siendo  $A$  el área en  $\text{cm}^2$ .

El área para el vapor por centímetro de la circunferencia puede apreciarse  $0,8 h \text{ sen. } \theta$ , siendo  $\theta$  el ángulo que forman las salidas de vapor y  $0,8$  un coeficiente relativo al espesor de la plancha de las salidas de vapor, asperezas de la paleta y la divergencia de la salida de vapor.

La fuerza tangencial  $T_1$  por centímetro de circunferencia está dada por

$$T_1 = \frac{P c^2 h \eta \text{ sen. } \theta}{13.900 u}$$

y

$$\frac{h^2}{w^2} = 11.000 \frac{f_s Z a^2}{P b u \eta \text{ sen. } \theta} \quad (6)$$

Como un juego semejante de paletas está con frecuencia en el principio de una turbina en que la admisión es muy parcial, se ha admitido un factor de seguridad muy grande al efecto de la acción intermitente del vapor; y así, como antes hemos dicho, en casos tales es frecuente tener que admitir un factor de seguridad 10, aproximadamente, mientras que los valores 4 ó 5 son suficientes cuando existe una admisión completa.

En muchos casos la fijación de las paletas consiste en separar los lados de éstas colocándolas con piezas intercaladas que las distancian, en una ranura especial practicada en el rotor. Tal separación lateral debilita la paleta contra el esfuerzo de flexión mucho menos que se pudiera suponer y además la paleta está parcialmente soportada por las piezas intercaladas.

Podrá observarse que la separación de los bordes de las paletas no las debilita y en algunos casos puede aún aumentar su resistencia teórica si recordamos que

$Z = \frac{I}{\sigma}$ , en que  $I$  es el momento de inercia de la paleta y  $\sigma$  es la distancia del borde de la paleta desde el



eje por el centro de gravedad. Separando los bordes se reduce mucho  $\tau$ , e l solo en un valor muy pequeño cuando los bordes son delgados. Así una cierta separación aumenta efectivamente la resistencia de la paleta, pero en la práctica, el valor de esta separación puede generalmente exceder en relación a la suficiente superficie para resistir la fuerza centrífuga.

En lo precedente solo se ha considerado la fuerza tangencial sobre las paletas, es decir, la fuerza que impulsa las paletas; y la fuerza axial paralela al eje de la turbina debida a la pérdida de presión en las paletas en movimiento se ha despreciado, puesto que en las turbinas de impulsión, el conjunto, o la mayor parte de la expansión tiene lugar en las paletas fijas, existiendo debido a esto una pequeña pérdida de presión en las paletas en movimiento; así el esfuerzo axial—el esfuerzo paralelo al eje de la turbina—es pequeño.

En las paletas de reacción o de Parsons, como existe igual expansión en las fijas como en las móviles, la pérdida de presión por las paletas móviles es considerable; el esfuerzo axial es por lo tanto grande y bajo las condiciones ordinarias es igual o más bien mayor que el esfuerzo tangencial. En tal sistema de paletas de reacción, siendo igual la expansión del vapor en las fijas como en las móviles, la ecuación (3) se convierte en

$$t = \frac{Q \tau R b w}{84 a^2} \times 10^{-6} \quad (7)$$

solo para el esfuerzo tangencial. Aquí  $a$  es la relación o velocidad verdadera o la relación de la velocidad de la pala a la del vapor en las hileras, tanto fijas como de movimiento. Algunos toman la relación de la velocidad como si el conjunto de la expansión se verificara en la hilera fija como en una turbina de impulsión; en este caso, su valor es  $1/\sqrt{2}$  del valor de  $a$  que hemos fijado más arriba, debiendo tener cuidado en no confundir los dos.

Sea  $T$  la fuerza tangencial en el sistema de paletas y  $L$  la axial, siendo  $\Delta p$  la pérdida de presión en las hileras fijas o móviles y  $V$  el volumen del vapor en metros cúbicos por segundo

$$T = \frac{2\tau V \Delta p}{a}$$

y

$$L = A \times \Delta p$$

siendo  $A$  el área del anillo.

Entonces:

$$\frac{T}{L} = \frac{2V\tau}{aA} = \frac{2\tau \text{ sen. } \theta}{a} \quad (8)$$

puesto que  $\frac{V}{A}$  = velocidad axial del vapor, o  $c$  sen.  $\theta$ , siendo  $\theta$  el ángulo de la paleta; y las fuerzas sobre cada paleta tienen la misma proporción. La fuerza resultante  $n$ , sobre la paleta es entonces la resultante de estas dos fuerzas o:

$$n = l \sqrt{1 + \left(\frac{a}{2\tau \text{ sen. } \theta}\right)^2} = \frac{QRbw\tau}{84 \times 10^6 a^2} \sqrt{1 + \left(\frac{a}{2\tau \text{ sen. } \theta}\right)^2}$$

llamando:

$$\frac{\tau}{a} \sqrt{1 + \left(\frac{a}{2\tau \text{ sen. } \theta}\right)^2} = \beta$$

$$n = \frac{QRbw}{84 \times 10^6 a} \cdot \beta \quad (9)$$

Por lo tanto, como la ecuación (4) se deriva de la ecuación (3), que

$$\frac{h}{w^2} = 168 \times 10^6 \frac{f_s Z a}{QR \delta \beta} \quad (10)$$

La figura 3 da la relación entre  $\beta$  y  $a$  derivada de la figura 1, tomando  $\theta$  de  $20'$  y puesto que, naturalmente, puede tomarse el valor mínimo de  $a$  en cualquier sección de la turbina, se verá que entre los valores de  $a = 0,4$  y  $a = 0,6$  que son los valores mínimos usuales en las turbinas modernas el valor de  $\beta$  es 2,15, de suerte que:

$$\frac{h}{w^2} = 78 \times 10^6 \frac{f_s Z a}{QR \delta} \quad (11)$$

que da el esfuerzo total en las paletas debido al efecto combinado de la pérdida de presión y la reacción.

Este actúa aproximadamente formando  $45^\circ$  con el eje de la turbina, pero las pequeñas variaciones de este ángulo tienen en la práctica una ligera influencia sobre la resistencia de las paletas.

En una turbina, es necesario naturalmente tomar el valor mínimo de  $a$  y no su valor medio. En la forma corriente de marcha de las turbinas de reacción, existe generalmente una apreciable diferencia entre los valores mínimos y medios de la relación de velocidades.

## Interrupor automático A. E. G. de aceite (Véase el modelo desmontable)

Sabido es que para evitar las chispas que se producen cuando se interrumpen circuitos eléctricos de gran intensidad y voltaje, se utilizan los interruptores líquidos, esto es, aquellos en que las partes destinadas a verificar la verdadera interrupción, lo hacen sumergidas en un líquido aislante, tal como el aceite u otros.

Esto se utiliza con el fin de no permitir la elevación de temperatura, lo cual sería perjudicial en extremo, en la formación de arcos eléctricos que terminarían fundiendo las partes del dispositivo que estuvieran directamente influenciadas por el arco que se formara.

A este fin se utilizan los interruptores líquidos, ha-

biendo sido adoptados especialmente los de aceite, de los cuales un modelo es el que representa nuestro desmontable.

Construido por la casa Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft de Berlín, tiene además la ventaja de que por el dispositivo electromagnético indicado en (27) se verifica la desconexión automáticamente en cuanto excede la intensidad de la corriente conectada. El volante (8) sirve para verificar a mano la conexión de la corriente. Haciéndolo girar, rueda el eje (9) arrastrando al vástago (10) en movimiento ascendente a lo largo de las guías (14) provistas de muelles de presión.



El movimiento ascendente se continúa así hasta que los contactos (12) abrazan a los fijos (16) quedando entonces conectados los bornes de entrada con los de salida (véase la proyección, figura de la derecha).

Para efectuar la desconexión, basta girar ligeramente la rueda hacia AUS. En el mismo momento queda en libertad el gatillo indicado en (22) y los muelles (14) obligan al descenso rápido de la varilla (10), arrastrando consigo los contactos (12) que hacían las veces de puentes entre los bornes de entrada y los de salida.

El dispositivo automático consta sencillamente de

una derivación (30) que se acopla a un electroimán, el cual, por atracción, obliga a levantarse a la palanca (28) del lado donde lleva adosado al vástago (24), originando así la libertad del gatillo de retención últimamente citado y por consiguiente la desconexión automática.

Esto sucede cuando excede considerablemente la intensidad de la corriente que circula por el aparato y pueda llegar a ser perjudicial.

El conjunto va encerrado en caja de fundición de hierro convenientemente dispuesta para el efecto.

SANTIAGO LÓPEZ TAPIAS, Ingeniero E. M.

## Métodos modernos de aplicación práctica a la industria en general

### Perfeccionamientos en el procedimiento de fabricación del tiosulfato de sodio

Este método se refiere a la fabricación del tiosulfato de sodio por la acción del azufre sobre el sulfito de sodio, y tiene por objetos principales evitar el procedimiento costoso de concentración por evaporación de la solución de tiosulfato actualmente necesaria para asegurar la separación comercial por cristalización y de otra parte simplificar y reducir el coste de producción y asegurar fácilmente la eliminación de las impurezas comunes en los reactivos empleados.

Se ha hallado que el sulfito de sodio es prácticamente insoluble en una solución de tiosulfato de sodio de concentración elevada, esto es, una concentración suficiente para permitir que se produzca la separación por cristalización. Se ha hallado además que en las soluciones calientes concentradas de tiosulfato de sodio, todas las impurezas perjudiciales que se presentan generalmente en los reactivos del comercio, son prácticamente insolubles y no pueden dificultar la reacción.

El procedimiento, en su conjunto, consiste en proporcionar el azufre y el sulfito de sodio con el agua que les acompaña o que se les añade de manera que se forme por digestión adecuada, una solución de tiosulfato de sodio suficientemente concentrada, sin evaporación, para permitir una separación comercial por cristalización.

El procedimiento consiste además en acelerar la reacción por el empleo de un gran exceso de uno u otro o de los dos reactivos de sulfito de sodio y de azufre, de suerte que las soluciones calientes concentradas se producen en un tiempo reducido y que se pueden emplear reactivos impuros.

El procedimiento consiste también en emplear un exceso de sulfito y de azufre alternativamente, para conseguir la extracción de las impurezas solubles e insolubles alternadamente y evitar la pérdida de reactivos.

El procedimiento consiste aún en producir el tiosulfato de sodio por operación continua, comprendiendo el paso de una solución caliente, saturada, de sulfito de sodio a través de una mezcla íntima de sulfito de sodio sólido y azufre.

El procedimiento consiste, en fin, en combinar el sistema de producción del bisulfito de sodio con los

procedimientos antes indicados, de suerte que el tiosulfato de sodio se produce directamente por los carbonatos hidratados o por una mezcla de carbonatos anhidros e hidratados de sodio, de bióxido de azufre y de azufre.

La manera práctica de operar se expone a continuación:

Cuando el sulfito de sodio no es utilizable económicamente, es preferible preparar el sulfito de sodio con el bisulfito de sodio y la ceniza de sosa.

Para preparar la mezcla de sulfito de sodio y de azufre para la digestión, se añade gradualmente una mezcla íntima de azufre y de ceniza de sosa a la cantidad deseada de agua, agitándola constantemente. Esto simplifica la preparación de una mezcla uniforme de una solución de azufre y de carbonato de sodio. Se añade entonces el bisulfito gradualmente.

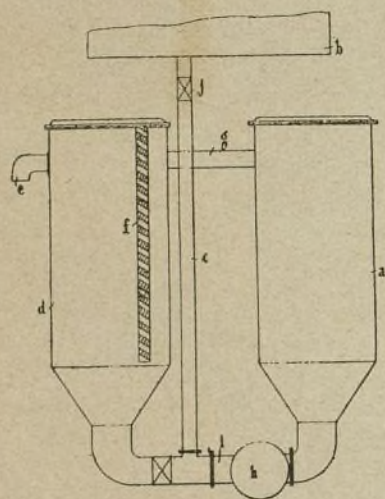
Las cantidades de las substancias antes mencionadas pueden regularse según las proporciones teóricas, o de manera que dejen un pequeño sobrante de sulfito o de azufre o de los dos, sobre la cantidad necesaria para formar, con digestión en caliente, una solución de tiosulfato de sodio de concentración suficiente para ser comercialmente cristalizable por enfriamiento, sin evaporación; con estas concentraciones elevadas de tiosulfato de sodio, se encuentra, como antes se ha expuesto, que prácticamente la totalidad del sobrante de sulfito se separa cuando está caliente y no afecta a la cristalización del tiosulfato.

La digestión tiene lugar más bien lentamente, pero regulando de un modo conveniente el tiempo de contacto de las substancias de reacción, se puede preparar una solución de tiosulfato de sodio muy concentrada, para producir cualquier cantidad deseada de cristalización por enfriamiento sin evaporación previa. La duración del tiempo de contacto puede reducirse notablemente por la adición de una pequeña cantidad de otras substancias, tales como los hidratos o los sulfuros de álcali o los metales alcalino-terrosos, substancias que aceleran notablemente la reacción. Esta adición puede causar la presencia de pequeñas cantidades de sulfuros o polisulfuros en la solución de tiosulfato de sodio producida; estas cantidades pueden eli-



minarse por tratamiento con el ácido sulfuroso o un bisulfito.

Como ejemplo de la aplicación de este procedimiento, se toman cantidades de sulfito de sodio anhidro y de azufre, tales que éste se encuentre con un exceso de un 5 por 100 aproximadamente sobre la cantidad teórica deseada para la formación del tiosulfato de sodio. Se añaden estas cantidades a una proporción de agua suficiente para formar 50 a 60 por 100 de solución de tiosulfato de sodio después de la digestión en un recipiente con envoltura de vapor. La retroacción puede necesitar de 30 a 40 horas. El tiempo de la reacción puede reducirse a 15 o 20 horas añadiendo 1 por 100 o menos por volumen, de una solución alcalina de sulfuro de sodio que se prepara calentando una solución concentrada de sosa cáustica con un exceso de azufre. Al final de la reacción, se sopla sobre la masa



de bióxido de azufre gaseoso o se la trata con bisulfito de sodio sólido hasta que la totalidad del sulfuro presente se haya descompuesto. La solución se separa entonces por cualquier procedimiento adecuado, tal como la filtración por filtro de vacío o por hidro-extractor y se vierte en los cristalizadores. El residuo sólido se devuelve al digestor y se emplea en la carga siguiente.

Como modificación se emplea un gran exceso de uno u otro de los reactivos, sulfito de sodio y azufre, de manera que formen una pasta o masa viscosa.

En el caso de que solamente el azufre esté en exceso, esto se efectúa convenientemente añadiendo a una cantidad conocida de agua, bastante sulfito de sodio para formar una solución concentrada de tiosulfato de sodio después de la digestión con las proporciones teóricas de azufre, y se añade a esta mezcla un gran exceso de azufre, suficiente para formar una masa pastosa. Cuanto el exceso de azufre es mayor, la reacción es más rápida. La digestión de la mezcla se hace entonces en caliente de 60° a 100° C., en un recipiente de camisa de vapor con agitación mecánica. La totalidad del sulfito de sodio se convierte entonces rápida-

mente en tiosulfato de sodio; una solución concentrada de este último, se forma en un tiempo reducido, cerca de dos horas o menos. La solución se separa entonces por cualquier procedimiento adecuado, tal como la filtración por filtro de vacío o por hidro-extractor y se le vierte en los cristalizadores. El residuo sólido se devuelve al digestor y se emplea en la carga siguiente.

En lugar de añadir un gran exceso de azufre se añade un gran exceso de sulfito de sodio y se utiliza así la totalidad del azufre. Puesto que el sulfito es prácticamente insoluble en una solución de tiosulfato de sodio de alta concentración, la presencia del exceso de sulfito no afecta a la cristalización del tiosulfato.

Si se emplean simultáneamente un gran exceso de sulfito de sodio y de azufre, se obtiene una solución saturada de tiosulfato, al mismo tiempo que una cierta cantidad de tiosulfato de sodio bihidratado, dependiendo del tiempo de la digestión y de las cantidades relativas de sulfito y de azufre presentes. Al final de la reacción se añade agua para rebajar la solución al grado de concentración deseado para la cristalización. Se ha demostrado que las impurezas más corrientes, tales como la sal ordinaria, el sulfato de sodio y el carbonato de sodio, son prácticamente insolubles en una solución caliente concentrada de tiosulfato; esta propiedad de la solución permite preparar el tiosulfato de sodio puro por el presente procedimiento con el sulfito de sodio impuro procedente de diversas fuentes. No es necesario un tratamiento especial; las impurezas se separan a medida que la concentración del tiosulfato aumenta.

Es asimismo utilizable el sulfito de sodio en bruto que se forma como subproducto en la preparación de diversas sustancias orgánicas, particularmente del fenol sintético, o del sulfito obtenido del álcali bruto o licor de álcali.

En otro ejemplo, la eliminación de impurezas solubles e insolubles sin pérdida de sulfito o azufre se hace posible por el empleo de un exceso de una u otra de estas sustancias alternativamente.

Cuando se emplea un exceso de sulfito, la sal residual así como las impurezas solubles, se hallan evacuadas fuera de la materia insoluble que queda después de la filtración y la sal se emplea de nuevo. Cuando se emplea un exceso de azufre, las impurezas solubles se evacúan fuera del azufre que queda después de la filtración con las impurezas insolubles y se emplea de nuevo.

En otra forma del procedimiento según este sistema, el exceso de los reactivos se utiliza para obtener una producción continua.

En esta forma de proceder, se hace pasar una solución caliente saturada de sulfito de sodio al través de una mezcla de sodio anhidro sólido y de azufre, manteniéndose o los recipientes en los cuales se produce la reacción a una temperatura que varía entre 60° y 100° C.

Regulando convenientemente las cantidades de reactivos sólidos en el aparato y el grado de salida de la solución de sulfito, se puede extraer de una manera continua una solución de tiosulfato de sodio de una concentración tal que se cristalizará por enfriamiento sin evaporación previa.

Esta operación continua puede efectuarse en un aparato como el representado esquemáticamente en la



figura, en la cual *a* indica la torre o recipiente en que se coloca una mezcla de sulfato de sodio sólido y de azufre en polvo en las proporciones deseadas para formar el tiosulfato de sodio, ocupando la mezcla aproximadamente la mitad del volumen del recipiente. La solución de sulfato de sodio se conduce al aparato, desde una cuba o depósito *b* por el tubo *c*, manteniéndose el nivel del líquido en los recipientes *a* y *d* a la altura del tubo *e*. El recipiente *d* tiene interiormente una placa tramada en persiana *f* que dirige toda materia sólida procedente del recipiente *a* al recipiente *d* por el tubo *g*, hacia el fondo del recipiente *d*, permitiendo el paso libre del líquido hacia el interior del recipiente *d*. Una bomba rotativa *h* en el tubo o conducto *i* hace circular el líquido del recipiente *d* hacia el recipiente *a* y le trae de nuevo a *d* por la intermedición del tubo *g*.

La operación se verifica como sigue: estando cargado el recipiente *a* con los reactivos sólidos, como precedentemente se ha dicho, la solución caliente de sulfato se recibe en el aparato hasta que el nivel del líquido alcanza el del tubo de nivel *e*. La válvula *j* de admisión del líquido queda entonces cerrada y la bomba *h* hace circular el líquido a través del aparato en el sentido del recipiente *d* al recipiente *a*. La parte superior del recipiente *a* y el conjunto del recipiente *d* sirven de espacios de clarificación o depósito.

Toda materia sólida puesta en circulación de *a* a *b* se dirige al tubo *i* y es dueuelta por la bomba al recipiente *a*. La circulación se continúa hasta que la solución de sulfato se ha convertido en una solución de tiosulfato de la fuerza deseada. Además la solución de sulfato es admitida entonces de un modo continuo en el aparato por el tubo *c* de suerte que pasa directamente al través de toda la materia sólida contenida en *a* y obliga a la solución de tiosulfato a verse en *e*. La marcha de la admisión del sulfato se regula de manera que el líquido de concentración se vierta de un modo constante. La cantidad de mezcla de sulfato sólido y de azufre se mantiene haciendo nuevas introducciones en el recipiente *a*, a intervalos de tiempo, por su parte superior.

Las dimensiones del aparato se determinan por el grado de producción de tiosulfato que se desee. Para una producción mínima, sea de media tonelada de tiosulfato por hora, la cantidad de mezcla sólida en las torres no deberá ser inferior a una tonelada, o cantidad equivalente al doble de la producción de tiosulfato por hora. Esto permite una reacción que dura dos horas. Es preferible trabajar con cantidades de materias sólidas que excedan del mínimo deseado para el grado de producción. Para la producción mínima antedicha, los recipientes *a* y *d* pueden tener un diámetro de 1,22 m. y una altura de 3,05 m. comprendida la base

cónica. La cuba o depósito *b* puede contener cualquier cantidad conveniente de la solución de sulfato; 11,350 litros mantendrán con exceso la alimentación deseada para 24 horas, admitiendo que la producción de tiosulfato sea de media tonelada por hora (de  $\text{Na}_2\text{S} \cdot \text{O}^{\circ} 5\text{H}_2\text{O}$ ) bajo la forma de una solución de 50 por 100. Los recipientes *a* y *d* pueden ser de camisa de vapor para mantener sus contenidos a una temperatura de 60° a 100° C. El aparato puede estar provisto de válvulas de gobierno apropiadas para responder a las necesidades.

El aparato no se limita a una forma o disposición particular para efectuar la operación continua, sino que puede modificarse según las necesidades lo exijan.

Se comprende naturalmente que el azufre se utiliza en todos los casos, en estado de polvo, de manera que active la marcha de la reacción.

El procedimiento hace práctica la preparación de una solución concentrada de tiosulfato con azufre y sulfato de sodio sin operación alguna de evaporación. Además la aceleración de la reacción permite la formación de una solución concentrada de tiosulfato, con una sola generación, continua y automáticamente.

Es este en resumen:

1.º Un procedimiento para la fabricación de tiosulfato de sodio:

a) Por la acción del azufre sobre el sulfato de sodio, en el cual las masas relativas de las sustancias de reacción y del agua, están en las proporciones deseadas para formar por digestión conveniente una solución de tiosulfato de sodio suficientemente concentrada, sin evaporación, para permitir una separación comercial por cristalización.

b) En el cual se emplea un gran exceso de sulfato de sodio y de azufre, uno u otro o los dos, sobre la o las cantidades teóricas deseadas para la formación del tiosulfato de sodio; la reacción se encuentra así acelerada, las soluciones concentradas se producen en un tiempo reducido y los reactivos impuros pueden utilizarse.

c) En el cual se emplea alternativamente un exceso de sulfato de sodio y de azufre, para obtener la eliminación de las impurezas solubles e insolubles alternativamente, y para evitar la pérdida de los reactivos.

d) Por medio de carbonatos hidratados o de una mezcla de carbonatos de sodio anhidros e hidratados de dióxido de azufre y de azufre.

2.º Un procedimiento para la producción continua de tiosulfato de sodio en el cual se hace pasar una solución caliente de sulfato de sodio a través de una mezcla íntima de sulfato sólido y de azufre.

3.º En el procedimiento según 1, la aceleración de la reacción tiene lugar por la adición de pequeñas cantidades de sustancias, tales como los hidratos o los sulfuros de álcali o los metales alcalino-terrosos.

## Tubo de rayos X para investigaciones de laboratorio

M. Müller ha construido un tubo de rayos X que se compone de un tubo de vidrio que soporta el cátodo y de una pieza cilíndrica de latón. Esta pieza está provista de una tapa colocada delante del cátodo. La tapa está agujereada en el centro; la abertura está cerrada por el anticátodo. Este último consiste en una hoja delgada de metal. Los rayos X que se producen en la su-

perficie interior de la hoja atraviesan el anticátodo. Este dispositivo permite acercarse a algunas décimas de milímetro de la fuente de los rayos X de suerte que la energía por  $\text{cm}^2$  es relativamente muy grande. Las piezas de que se compone el tubo son muy sencillas y pueden reemplazarse fácilmente. Las uniones de las diferentes partes están todas hechas con lacre.



El tubo sirve como fuente de radiación para determinar las longitudes de onda características de diferentes metales.

La intensidad es tal que se pueden ver los rayos

espectrales sobre la pantalla fluorescente. El tubo se acciona por una bobina ordinaria que suministre una tensión de 30.000 a 40.000 voltios y tenga un gasto de 0,5 a 1 miliamperio.

## ULTIMAS INVENCIONES

### Gasógeno intensivo Cervera

El fin principal de este aparato es el aprovechamiento de los residuos del coque, pudiendo variar su intensidad o poder calorífico y producir un máximo de

*Materiales.*—En la construcción del gasógeno intensivo no entran piezas de ningún tipo especial; se emplea el ladrillo o bloque refractario de uso corriente.

Tiene dos parrillas, una de grada en el frente, siendo su objeto facilitar el paso del aire y vapor: La

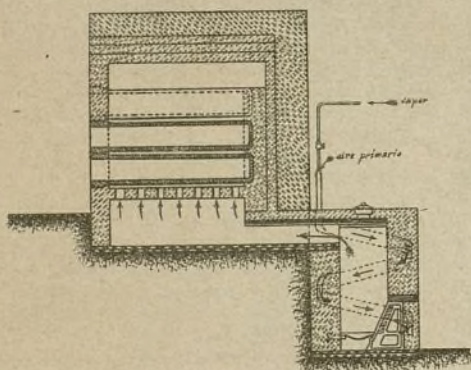
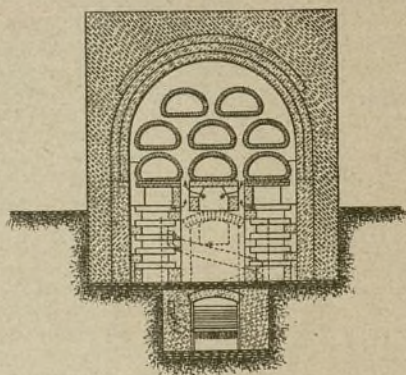


Fig. 1.

rendimiento que a nuestro juicio supera al alcanzado por otros tipos.

La gasificación se realiza en condiciones técnicamente estudiadas y con resultados prácticos insuperables.

Ya se aplique a la calefacción de hornos para destilación de hulla, ya sea para obtener altas temperatu-



parrilla de fondo u horizontal facilita el desprendimiento de las cenizas que de otro modo obstruirían los espacios libres entre las escorias.

El serpentín o recalentador por donde circula el aire primario tiene dos objetos: 1.º calentar a la mayor temperatura posible el aire primario que ha de ponerse en contacto con el combustible, aprovechando a

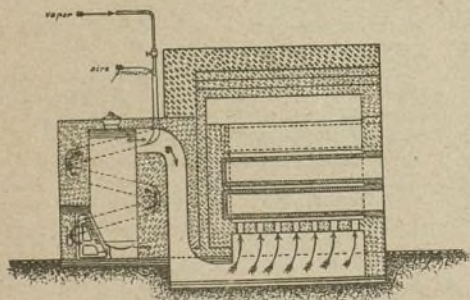


Fig. 2.

ras para hornos de vidrio, ya se dedique como fuente de alimentación para motores de explosión o para los aparatos que utilizan del gas su poder calorífico (máquinas soldadoras) en todos estos y otros ramos tiene aplicación ventajosa este gasógeno.

este fin el calor de irradiación que de cualquier modo se perdería; 2.º dar mayor duración al aparato por el continuo refrescamiento de sus paredes producido por la circulación de aire y vapor.

La sección del serpentín fué objeto de especial es-



tudio consiguiendo una marcha lenta de la mezcla de aire y vapor a fin de darle el máximo de temperatura, dismi uyendo en gasto de vapor y consiguiendo de este modo impulsar gradualmente el aire primario que de no hacerse de esta forma produciría agujeros en la masa del combustible gasificable, ocasionando una formación de  $\text{CO}^1$  en el mismo gasógeno en vez de obtener el  $\text{CO}$  que después de pasar a los quemadores del horno, sitio indicado para desarrollar su poder calórico, se convierte en  $\text{CO}^2$  gracias a la presencia del  $\text{O}$  que lo suministra el aire secundario.

**Combustibles.**—Primero y principalmente en este gasógeno se utilizan los menudos de coque, que en otros aparatos no podrían emplearse a causa de su compacidad o resistencia al paso del aire primario.

Puede utilizarse el coque en tamaño corriente, no necesitando entonces de la inyección del vapor y consiguiendo de este modo una economía de un 20 % sobre el gasógeno Lachomette tan conocido y generalizado en nuestras fábricas de gas.

**Funcionamiento.**—Para su buena marcha utilizando combustibles menudos deberá tenerse la precaución de dejar en la parte inferior del gasógeno una cantidad de escoria que servirá a modo de colador facilitando el paso del aire primario impulsado por el vapor. Inmediatamente sobre las escorias debe disponerse una pequeña cantidad de coque (40 kg.) que servirá de comburente al mismo tiempo que formará un lecho donde descanse la masa compacta de menudos del coque, que luego se aumenta gradualmente de volumen a medida que sigue la gasificación del combustible. El gasto del vapor es insignificante, toda vez que le ayudan a vencer la compacidad de los menudos de coque, el tiro del horno, la diferencia de temperatura del aire primario desde su entrada al serpentín hasta la salida al ponerse en contacto con el combustible, siendo suficiente la cantidad de  $1/2 \text{ m}^3$  de agua en las 24 horas.

**Economías.**—Responden en la práctica a la casi total supresión del consumo de coque en calefacción, permitiendo dedicar a la venta toda la producción del mismo.

Las diferencias de precio de coque a la de sus re-

siduos (carbonilla y polvillo), dan un margen de economía muy considerable que varía según sea la diferencia de precios indicados.

Consiguiendo con la implantación del gasógeno intensivo una economía de un 60 % en calefacción, resulta que una fábrica de gas que tiene por ejemplo un horno en servicio gastando mensualmente:

en calefacción . . . . .	2.825 ptas.
al año . . . . .	33.900 *
reduce su gasto por mes a . . . . .	1.130 *
al año . . . . .	13.560 *

osea una economía por horno en servicio de 20.340 ptas. cantidad altamente halagüeña para ingresar en concepto de beneficio.

### Hogar autoatizador de tiro forzado

Es demasiado conocido el hogar autoatizador de tiro forzado para que necesite ninguna nueva descripción en su estructura general, pero recientemente se han introducido en él modificaciones muy importantes como la de convertirlo en autoalimentador, reduciéndose al mismo tiempo la cantidad necesaria de fuerza para hacerlo funcionar. En sucintas palabras, la modificación esencial consiste en adaptarle un motor eléctrico y ventiladores con acción directa sobre el atizador, de modo que no se puede producir ninguna pérdida de fuerza sea en la transmisión o en los conductos de aire. Hasta ahora los ventiladores estaban separados de los atizadores y los cursos de aire; con esta disposición, causaban pérdidas de presión además de ocupar una buena parte de espacio. Ha sido necesario también disponer un juego de transmisiones para dar movimiento al emparrillado.

La nueva disposición se demuestra en las presentes figuras, en las que se puede observar la construcción sólida del aparato al mismo tiempo que sencilla y libre de complicaciones. El motor eléctrico A (fig. 2) suministra la fuerza a los dos ventiladores B, B, y a la transmisión para el movimiento de la parrilla, estando montados los ventiladores sobre prolongaciones de su eje a derecha e izquierda. En un extremo del eje existe una rueda que conduce una cadena silenciosa que mueve un eje sobre el que va montado un piñón con-

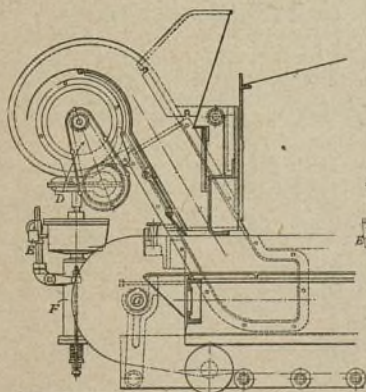


Fig. 1.

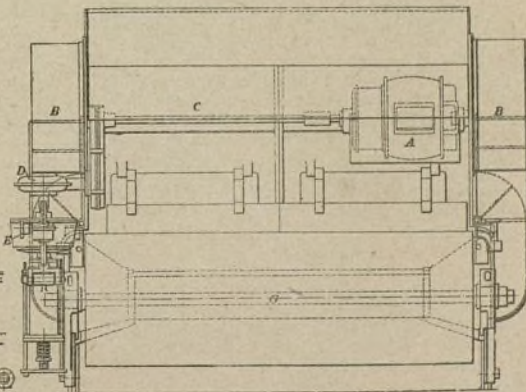


Fig. 2.



tenido en la caja D. Este piñón se articula con una rueda montada en un eje vertical en conexión con el cual existe una transmisión de cambio de velocidad contenida en la caja E. Bajo esta transmisión existe otro eje vertical dispuesto con otro piñón situado dentro del principal sobre el eje G (fig. 2). El árbol C conduce los ventiladores girando desde 950 a 1.050 revoluciones por minuto.

La rueda en D hace girar la principal a la velocidad

de 1  $\frac{1}{4}$  a 10 revoluciones por minuto, mediante la transmisión de cambio de velocidad que consta de ocho variaciones. Todas las transmisiones están encerradas en una caja hermética de aceite.

Este aparato aplicado a un tipo moderno de caldera, absorbe solo un tercio del uno por ciento de la potencia generada por la caldera. Esto, que constituye un ínfimo porcentaje, representa un elevado rendimiento.

## FORMULARIO INDUSTRIAL

### Método sencillo para hacer helados

Lo primero que es necesario para hacer helados, es disponer de una sorbetera o heladora de cuya descripción haremos gracia porque se hallan hoy en gran abundancia en el comercio y se pueden adquirir con gran facilidad y economía.

A la heladora acompaña una paleta acanalada que tiene varias aplicaciones, para hacer los helados, como veremos.

#### Reglas:

1.ª Preparadas las sustancias o mezclas que se quieran helar se echan en la sorbetera y se tapa perfectamente; entonces se introduce la sorbetera en su cuba que por lo general es de madera; siendo ésta de mayor diámetro que la sorbetera, queda entre ambas un espacio que se llena de hielo en pedazos y de bastante sal sea en grano o en polvo. Entonces se empieza a mover la sorbetera dentro de la cuba de un lado para otro en sentido rotatorio y se continúa así hasta la debida consistencia o cuaje por enfriamiento de las sustancias que se tratan de helar, contenidas en la sorbetera.

2.ª Es conveniente el uso de la sal en la forma expuesta en la regla anterior, porque su empleo precipita la coacción del helado debido a que la mezcla de la sal y del hielo es frigorífica haciendo descender la temperatura del hielo debido a la absorción de calorico contenido en éste por la sal al liquidarse.

3.ª Antes de que se acabe de deshacer el hielo, se abre el grifo o en otro caso el tapón situado en la base de la cuba para dar salida a toda el agua, reponiéndose la provisión de hielo y sal como se ha hecho la primera vez, repitiéndose esta operación mientras el helado contenido en la sorbetera no haya adquirido la consistencia o pastosidad debidas o deseadas.

4.ª Cada quince minutos se destapa la sorbetera y con la paleta acanalada de que hemos hablado al principio se desprende de las paredes interiores la substancia adherida mezclándola con el contenido del fondo.

Esta operación se repite hasta que el todo o contenido de la sorbetera esté suficientemente empastado o endurecido, pudiéndose entonces servir.

Siguiendo cuidadosamente estas reglas se pueden hacer todas las clases de helados imaginables de las que para ejemplo describiremos algunas empezando por la típica del mantecado y siguiendo con otras menos conocidas, pero todas exquisitas.

#### Mantecado

Este sorbete se hace a base de leche y huevos. La leche ha de ser buena y fresca, sin mezcla ninguna, ni siquiera de agua; se cuece a fuego lento dejándola luego enfriar por completo. A la leche así preparada se agregan, por cada litro:

1.º 12 yemas de huevos bien frescos y de buena calidad, batiéndolas antes suficientemente.

2.º Azúcar blanco refinado, 250 gramos.

3.º Una raspadura de nuez moscada, en cantidad prudencial para proporcionar a la crema una aroma apenas perceptible al paladar.

Esta mezcla se pone a fuego lento durante una media hora y en todo caso hasta que esté bien cocida, meneando siempre en el mismo sentido con una espátula de madera.

La crema así conseguida se retira del fuego y se deja enfriar por completo antes de echarla en la sorbetera en la que se helará en la forma ya descrita a cuyo final se obtendrá el sorbete conocido por mantecado, de la clase más fina y exquisita.

#### Sorbete de granada

Se desgranar con la mano granadas bien sanas y maduras, cuidando que los granos queden bien limpios y libres de corteza y de que no los toque instrumento ninguno metálico, como cuchillos de hierro o acero. Estos granos se majan en mortero de piedra pasando luego la pasta licuosa por un tamiz o cedazo bien fino.

Al licor resultante, por cada granada de tamaño regular se añaden:

1.º 10 gramos de zumo de grosellas.

2.º Azúcar blanco refinado, 45 gramos.

A estas substancias, después de mezcladas lo más íntimamente posible, se adiciona litro y medio de agua, y conseguida una completa solución removiendo con una espátula de madera, el licor resultante se echa en la sorbetera procediendo a helarlo en la forma indicada.

#### Sorbete de flor de naranja

Se hace un almibar compuesto de:

Agua . . . . .	1 litro
Azúcar blanco refinado . . . . .	200 gramos
En el momento de la ebullición se agregan:	
Flor de azahar . . . . .	130 gramos.

Se saca inmediatamente del fuego y se deja reposar y enfriar en una vasija, bien tapada, durante tres o cuatro horas cuyo a término se cuela el almibar por un tamiz y se pone en la sorbetera para helarlo.

#### Helado de almendras, coco, avellanas o nueces

Se hace con cualquiera de estos frutos, a base de leche de vaca, en vez de agua, una lechada majándolos para extraer su jugo; con la leche resultante de esta mezcla, se procede en la misma forma que para hacer el mantecado.

Estos helados se pueden aromatizar si se desea, con anís, limón, naranja o vainilla.

Suprimiendo los huevos se consigue una serie de helados no menos exquisitos en que el aroma o gusto de cada fruto tendrá más predominio.

Si se hace a base de agua, es decir, suprimiendo la leche y las yemas de huevo, se obtendrán una especie de granizados o espumas finísimos, muy aromáticos.



## La complejidad de los elementos químicos

El químico tiene razón para lamentarse de que los átomos de los físicos de nuestros días puedan explicar los fenómenos electromagnéticos y de radiación, no comprendiendo en éstos los de la afinidad química y la vasta variedad de reacciones. Aunque los problemas de la química teórica son en número más amplio que los de la física química, el químico y el físico, siguen su propio camino de investigaciones cada uno de ellos sembrado de especiales y muy sobradas dificultades, pudiendo muy bien decirse que, con frecuencia, químicos y físicos se desconocen entre sí al distanciarse en la ruta de sus orientaciones y descubrimientos.

Los elementos de la química, dice el profesor Soddy, ofrecen una complejidad en tres sentidos. En el primer sentido la complejidad se refiere a la naturaleza general de la materia como concepción derivada de las relaciones generales entre la materia y la electricidad, estudiadas y desarrolladas durante la pasada centuria. Excepto en fenómenos muy especiales, ni la materia ni la electricidad pueden estudiarse en estado libre y aisladamente. Los *elementos libres* de los químicos no son más libres que cuando los consideran formando parte de sus compuestos; en los compuestos químicos los elementos están combinados con otros elementos y en el estado llamado libre están *químicamente combinados con electricidad*. Los primeros son ya francamente bien conocidos en principio, pero la aplicación detallada de este principio al estudio de carácter químico está salpicada y aún interrumpida por grandes lagunas. La complejidad en el segundo sentido se ha desarrollado extraordinariamente, casi diríamos de un modo alarmante a partir del reconocimiento de cambios de radio-actividad y de radio-elementos, inseparables por los medios químicos. El corolario natural es que los elementos representan tal vez un tipo, siendo los miembros de éste semejantes en muchas de sus propiedades a los estudiados desde hace dos décadas y, por lo tanto, aparentemente idénticas. Pero todas esas propiedades afectan solo a la corteza, a la película exterior del átomo y aún los rayos Röntgen con su penetración, no los distingue. Solamente una diferencia se ha hallado en los núcleos interiores sobre la cual la radio-actividad nos ha llamado, la primera, la atención. Si la diferencia resulta últimamente de carácter químico, entonces, el criterio primordial del químico, la determinación del peso atómico, quebrará al distinguir los elementos químicos diferentes. Esta derrota y el que existen muchos más elementos que los 92 tipos posibles del cuadro periódico, lo ha demostrado el profesor Soddy.

En el tercer sentido la complejidad de los elementos ha descendido hasta los días actuales desde las especulaciones filosóficas de los antiguos pasando por los alquimistas de la Edad media y por las hipótesis de Prout en la que todos los elementos estaban constituidos o tenían su origen en cierto número de substancias primeras. Se supone en la actualidad que los radio-elementos están formados por helio y plomo;

edificar nuevas especulaciones es por el presente probablemente estéril. Pero la existencia de isotopos, los experimentos con los rayos X y la disipación de la materia con las partículas  $\alpha$ , da una concepción definitiva sobre lo que constituye la diferencia entre uno y otro elemento. Puede concebirse como el oro procedería del plomo o del mercurio, aun sin que se registren estos cambios y el átomo nucleario de Rutherford, aunque solo un principio, simplifica extraordinariamente la correlación de muchos hechos diversos.

Considerando primero el elemento como un compuesto entre materia y electricidad, el profesor Soddy hace notar que este concepto o esta hipótesis, implica realmente la ley de electrolisis de Faraday, por la que un átomo monovalente conduce una carga, el átomo divalente dos cargas y así sucesivamente y su aforismo de que las fuerzas de afinidad química y electricidad son las mismas, aunque entonces no se conciba la teoría atómica de la materia y de la electricidad como ha indicado Helmholtz.

La obra de Hittorf sobre la emigración de los iones, la conclusión de Arrhenius de que las sales fuertes se disocian en sus soluciones, el reconocimiento de que muchas reacciones son instantáneas e iónicas y otros hechos, han familiarizado al químico con la extraordinaria diferencia entre el elemento en condiciones de carga y las eléctricamente neutras. Pero la incomparable intensidad de estas cargas, no está suficientemente apreciada; para expresarlo vulgarmente, el profesor Soddy establece que la carga en un miligramo de iones de hidrógeno elevaría el potencial de la tierra en 10.000 voltios y si se intentara forzar a los iones de hidrógeno libre encerrándolos en una redoma de acero, la redoma estallaría en razón de la repulsión mutua de las cargas y delante del gas forzado se revelarían las líneas del espectro de hidrógeno en una ampolla vacía. Después han adivinado los avances fundamentales como el de la naturaleza de la electricidad, el aislamiento del electrón o átomo de electricidad negativa por J. J. Thomson, la concepción del carácter iónico de la descarga por los gases y el razonamiento de que el electrón debe poseer inercia inversamente proporcional al diámetro de la esfera en que esté concentrado, conduciendo al monismo comprensivo de que toda masa puede ser de origen electromagnética. Esto viene en apoyo de la conclusión de que los elementos, como en la concepción de la materia ordinaria, son siempre compuestos. En estado *libre* están compuestos del elemento en proporciones atómicas múltiples con los electrones. Los iones, los átomos no combinados, químicamente reales, no pueden existir en libertad mas que lo que existan los electrones. El compuesto puede ser individual, como entre átomo y electrón, o estático, afectando únicamente al número total de las cargas opuestas y el elemento presuntamente será en concordancia un aislador o un conductor de electricidad. La química ha enseñado prodigamente que la molécula  $H_2$  del hidrógeno y la molécula



$\text{Cl}_2$  de cloro en presencia, se disocian para formar  $2\text{HCl}$ ; ahora debe además considerar la unión como comprensiva de una descomposición o disociación del átomo H en un ión positivo y un electrón negativo y una combinación del último con el átomo de cloro.

Uno de los obstáculos para el conocimiento de estas relaciones es la idea convencional, derivada de la electrostática, de que las cargas eléctricas opuestas se neutralizan. En la electricidad o en la química el estado de neutralidad puede solo aplicarse a un punto exterior, por comparación con el diámetro del átomo. Nosotros volveremos a las ideas de Berzelius: el átomo de hidrógeno puede ser fuertemente electro-positivo y el de cloro negativo, uno con relación al otro, en el sentido molar. Algún día podrá ser posible trazar los mapas de los campos eléctricos que circundan a cada uno de los 92 tipos de elementos. Hemos de afrontar también la paradoja aparente de que la afinidad química esté en razón inversa de la afinidad del ión por los electrones. El caso del helio es instructivo: el helio no muestra toda su potencia en toda combinación química, pero el átomo posee dos electrones, siendo excluido sin ellos como una partícula  $\alpha$ ; uno de estos electrones en cierto grado es separado por operaciones eléctricas (análisis de rayos positivos, por ejemplo). El profesor Armstrong hace años suponía que el helio y los demás gases inertes estaban realmente compuestos por tales afinidades, que no pueden descomponerse, (puede ser que no piense así actualmente). Estos gases inertes son los que más se aproximan al átomo eléctricamente neutro. En los álcalis, metales e hidrógeno electro-positivos existe un electrón más que es necesario para satisfacer la carga positiva del ión; en los halógenos (cloro) la carga negativa es insuficiente; de aquí la mutua afinidad química entre los elementos de estos dos grupos. Es difícil para un químico averiguar si esta afinidad es debida a una disociación o a una tendencia de combinación. Existe probablemente solo una afinidad, la de las esferas cargadas opuestamente; pero siendo inmensamente grandes las cargas atómicas, y mínima la acción química, esta afinidad es portentosa. La acción que reconocemos como afinidad química es debida a las diferencias relativamente ligeras entre la magnitud de la tendencia universal del electrón a combinarse con la materia en el caso de electrones diferentes.

La confusión entre los primeros y los presentes puntos de vista relativos a las relaciones entre la materia y la electricidad, continúa el profesor Soddy, es nuevo obstáculo para el investigador. Conocemos electricidad negativa separada de la materia como el electrón; conocemos electricidad positiva, separada del electrón, el átomo de hidrógeno o la partícula  $\alpha$  (átomo de helio) siendo esta materia en condición no combinada eléctricamente. Ya hablemos, pues, de electricidad positiva y negativa, o de materia y electricidad, el dualismo perdura. Por otra parte, la teoría de la inercia electromagnética es un verdadero monismo que ha intentado definir dos clases de inercia, la inercia del electrón y la inercia de la materia como productos de una misma causa. No existe ninguna razón para suponer que la materia, excluyendo a su electrón, esté constituida por la misma substancia que la del mismo electrón.

Pasando a la complejidad en el segundo sentido, el

nuevo método radioactivo de análisis nos da a conocer a la vez tres nuevos elementos a partir del uranio: radio, polonio (que cambia 4.500 veces más rápidamente que el radio) del que una tonelada de uranio puede contener solo unos cuantos miligramos; actinio, igualmente raro debido a que se encuentra en una línea ramificada de desintegración. El polonio se parece al bismuto y al telurio sin ser derivado de ellos; el actinio se parece al lantano. Los tres miembros gaseosos, las emanaciones de radio, actinio y torio, tienen su propio lugar en el cuadro periódico como miembros extrínsecos de la familia argon, teniendo todos aproximadamente el mismo peso atómico.

Pero se han descubierto otros miembros en las tres series de desintegración, siendo los cuatro que sobreviven radio-plomo o  $\text{Ra D}$ , y yonio en las series de uranio e I de mesotario y radiotario en las series de torio; estos no constituyen nuevos elementos en tanto no poseen nuevos caracteres químicos, pero no existe ninguna casilla para ellos en el cuadro de periodicidad no pudiendo ser separados por medios químicos de los demás constituyentes de los minerales. Esta última propiedad, desde hace siete años, no se considera especialmente notable cuando la separación de estas varias tierras raras, es todavía muy imperfecta. Los casos no son siempre iguales, no obstante para estas, el peso atómico es la guía y esta falla en los radio-elementos.

En 1910, el profesor Soddy halló que I de mesotario que se ha conservado en secreto por razones técnicas, tiene precisamente las propiedades del radio y Marckwald publica el mismo hecho habiendo empleado algunos meses en otros ensayos para fraccionar el cloruro de radio—bario—mesotario, obtenido del mineral torianita. Así en este caso y en otros diversos, los elementos que difieren de 2 a 4 unidades de peso atómico aparecen inseparables químicamente y también químicamente idénticos. La concepción de tales elementos, últimamente llamados isotopos, fué expuesta por el profesor Soddy en 1910, siendo atribuida algunas veces a K. Fajans por haber publicado un trabajo semejante en 1913.

Estos puntos de vista han sido después corroborados por tres orientaciones progresivas. Primeramente, cada miembro de las series de desintegración, que viven más de un minuto han sido químicamente caracterizadas por A. Fleck, Soddy y otros; entonces se han efectuado generalizaciones rápidas en la interpretación de la ley de periodicidad; y en tercer lugar, se ha formulado un principio en el estudio experimental de la estructura del átomo. Cada caso de inseparabilidad ha sido confirmado por Paneth y Hevsey, T. W. Richards y W. F. Hall, etc., por nuevos métodos independientes. Aunque el torio y el yonio son inseparables, sin embargo, el torio es separable de todos los demás elementos. El espectro de los isotopos ha probado la identidad, mientras éste es de carácter electrónico y Rutherford y Andrada han extendido esta identidad al espectro de los rayos X. En relación al cuadro de periodicidad, un rayo  $\alpha$  cambia (representando una pérdida de dos cargas positivas), emite el elemento dos posiciones en el sentido de disminución de masa (véase el diagrama), y cuando en cambios subsiguientes no han sido excluidos los rayos  $\alpha$ , el producto frecuentemente invierte al carácter químico de la familia, aun-



que el peso atómico se haya reducido a 4 unidades (heli = 4) haciendo el paso al través de la alternación del cuadro.

Los productos de los cambios de los rayos  $\beta$  (electrones) son comunmente de más corta vida e imperfectamente caracterizados, químicamente; pero el cambio representa una alteración de lugar en el sentido opuesto. Así diferentes elementos son relegados a lugares ya ocupados en el cuadro. Pero todos estos elementos o productos que ocupan los mismos sitios, prueban ser aquellos que fueron hallados como no separables uno de otro y del primitivo ocupante del lugar respectivo; la denominación de «isotopo», indica en realidad «el mismo lugar».

Habiendo señalado diferentes cambios de estos radioactivos característicos, el profesor Soddy insiste particularmente en el producto de la desintegración última, el plomo. Como resultado del torio, siendo el peso atómico de éste  $\text{Th} = 232$  (o algo más elevado), y por la pérdida de 6 partículas  $\alpha$  de masa  $6 \times 4 = 24$ , el peso del átomo del plomo deberá ser  $\text{Pb} = 232 - 24 = 208$ ; como derivado del uranio, siendo el peso atómico de éste,  $\text{U} = 238$ , y por la expulsión de 8 partículas  $\alpha$  de masa,  $8 \times 4 = 32$ , el peso atómico del plomo deberá ser  $\text{Pb} = 238 - 32 = 206$ . Pero el peso atómico del plomo común es 207,2 (1) Así, aquél profesor

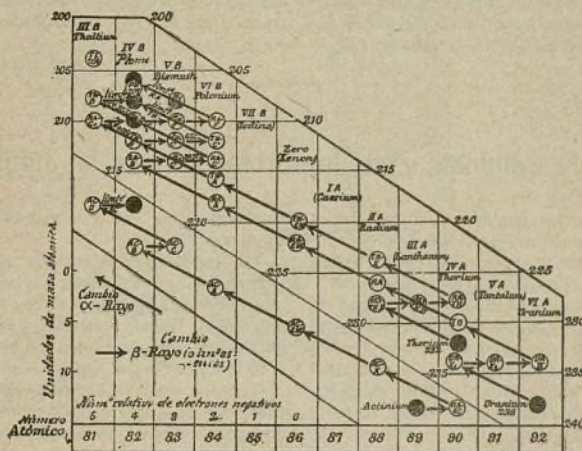
considera el plomo derivado de los minerales de torio, como más pesado y el derivado de los metales de uranio como más ligero que el plomo común, debiendo éste ser en realidad una mezcla de los dos. El aspecto geológico del problema ha sido discutido por el profesor J. Joly, cuyas ideas daremos a conocer en otra ocasión.

Con respecto a los minerales de uranio, los geólogos hallan que el plomo acumulado en ellos durante el período geológico concuerda con su apreciación respecto a la edad de la tierra. Pero los minerales de torio, parece que contienen demasiado poco plomo para concordar con las edades geológicas. El profesor Soddy no está desanimado, sin embargo, para acometer el problema del torio-plomo. Casi todos los minerales de torio, es sabido que contienen uranio y este cambia 2,6 veces más rápidamente que el torio; el plomo se produce mucho más rápidamente. La torianita procedente de Ceilán, con un 70 por ciento de  $\text{ThO}_2$ , contiene

ne también sobre un 30 por ciento de  $\text{U}_3\text{O}_8$ , de suerte que el plomo que se halle en ella puede ser de origen U. En Ceilán, sin embargo, se encuentra también torita, con 57 por ciento de Th, y solo 1 de U; se supone libre de plomo, pero el profesor Soddy halla en este mineral 0,4 por ciento de Pb. Librando con cuidado la torita, de la torianita y de otros minerales que la acompañan, aísla 70 gramos de plomo que prueba ser más denso que el plomo ordinario; suponiendo con Rutherford que los volúmenes atómicos de los isotopos deben ser los mismos, la determinación de la densidad produce un peso atómico de 207,74 para este plomo de torio. Este plomo y el plomo ordinario, se destilaron entonces en vacío y las determinaciones del peso atómico se verificaron después por el método de Stas; estas dieron 207,694 y 207,20 para los dos plomos. Entonces, a petición de Mr. Lawzon, Soddy le envió a Viena la primera porción de su plomo de torita, del que O. Hönigschmid verificó una determinación del peso atómico por el método de la plata, hallando los valores  $207,77 \pm 0,014$  como término medio de las determinaciones del peso.

Simultáneamente a estas investigaciones, se determinó por T. W. Richards, por M. Curie y por Hönigschmid y Horowitz, el peso atómico del plomo procedente de diferentes minerales de uranio, siendo el resultado más bajo del último, 206,046, mientras

el plomo procedente de la torianita había producido 206,8 y el de la monacita 207,08. Richards y otros confirman también la conclusión de que el volumen atómico de los isotopos es constante. No existe por lo tanto ninguna duda de que el plomo de uranio tiene aproximadamente 1 unidad más elevada y que el de torio, una unidad más pesado que el plomo común. La segunda materia, completamente independiente de los isotopos, se diferencia en peso atómico en relación al torio y al ionio, uno de los productos de uranio que ha perturbado los cálculos sobre crecimiento del radio, en los que el profesor Soddy ha trabajado durante 14 años. Hasta ese punto el período de vida del ionio ha parecido ser de 100.000 años, contra 60.000 del uranio. El año último, Miss Hitchens definitivamente ha hallado radio en los 3 kilogramos de uranio preparado por Soddy y este crecimiento está en concordancia con la ley del cuadrado del tiempo, como era de esperar. Ahora, la preparación de ionio obtenido de las 30 toneladas de óxido de uranio de Joachimsthal de Auer von Welsbach, está casi libre de torio y Hönigschmid y Horowitz hallan como peso ató-



Radio elementos y ley de periodicidad.

(1) Las tablas internacionales de pesos atómicos todavía dan en 1914  $\text{Pb} = 207,2$ ; la revisión eleva esta cifra a 207,2 y esta modificación afecta a las cifras mencionadas que difieren de las previamente publicadas por el profesor Soddy. En 1900 el valor aceptado fue  $\text{Pb} = 205,36$ .



mico 231,51 para aquel ionio, mientras su determinación renovada del peso atómico de torio, da  $T_h = 232,12$ . Si el ionio es (radio + 1 partícula  $\alpha$ ), como se ha supuesto, entonces su peso atómico deberá ser  $226 + 4 = 230$ . Las cifras halladas indican que la preparación de ionio contenía 30 por ciento de ionio y 70 por ciento de torio, lo que haría probable que el período de vida del ionio habría de elevarse a 150 000 años, de conformidad con las determinaciones de Stefan Meyer de los números de partículas  $\alpha$  emitidas por segundo por el radio y por las preparaciones de ionio, respectivamente.

El profesor Soddy, siguiendo estos cálculos, aprecia la edad de la tierra por la consideración del plomo de torita, en 131.000.000 de años lo cual está en perfecta concordancia con las apreciaciones geológicas. Si el plomo es por sí mismo inestable puede convertirse en mercurio por la pérdida de una partícula  $\alpha$ ; de estos dos elementos, aquél no ha podido descubrir ninguna traza en el plomo derivado de sus minerales. Si, sin embargo, se excluyeran una partícula  $\alpha$  y una partícula  $\beta$ , resultaría el talio y éste está siempre presente en pequeñas cantidades.

La conclusión que el profesor Soddy rectamente enuncia es que la determinación del peso atómico que todavía se pide con exactitud, habrá de conducirse por nuevos caminos e interpretarse con un nuevo sentido. Si los elementos pueden ser mezclas de isótopos, que se diferencien en unas cuantas unidades de peso atómico, las determinaciones del peso atómico pierden su significación como pruebas cuantitativas últimas de carácter elemental. En todo caso, localidad, edad geológica y la historia completa de un mineral, serán conocidos cuando basten para una determinación semejante. Además, la tesis de Prout adquiere un nuevo sentido. Los elementos diferentes pueden ser múltiplos de uno o dos elementos primordiales. El profesor Soddy, sugiere como posibles constituyentes últimos, el hidrógeno y el helio y atribuye las pequeñas divergencias que existen en los pesos atómicos de estos constituyentes al modo con que el átomo está constituido, en concordancia con el principio de masa electromagnética recíproca, como ha sido desarrollado por Silberstein y otros.

A. MENENDEZ CABALLERO

## Los hilos de celulosa y su importancia para la industria textil

Es sabido el gran desarrollo que ha tomado en Alemania, durante la guerra, la fabricación de los tejidos de papel, tanto desde el punto de vista de las necesidades militares (sacos de tierra) como por los múltiples usos en los cuales reemplazan a los tejidos ordinarios. Esta industria, no es allí una industria enteramente nueva, nacida de las dificultades de importar las materias textiles habituales; solamente las necesidades han desarrollado, de un modo considerable, una fabricación que existía ya en estado embrionario. En tanto que no había en Alemania antes de la guerra más que dos fábricas que produjesen los hilos de papel, existen hoy más de ciento.

Parece interesante señalar como primer elemento de documentación, las partes esenciales de una conferencia dada por un industrial alemán, uno de los promotores de esa industria.

«...La industria del hilo de papel sería más próspera de haber mucho papel viejo, porque este papel da un hilo más sólido que el de madera, es decir celulosa.

Se fabrican dos clases de celulosa: la pasta mecánica, obtenida mecánicamente, y la pasta química.

Esta última se subdivide asimismo en: celulosa de sulfito, celulosa de sulfato, celulosa de sosa y de sulfato.

Con la pasta mecánica, solo se obtienen las clases medianas de papel, que no ofrecen resistencia a la rotura, por ejemplo los papeles para diarios y para la impresión. Para nuestra nueva industria, la resistencia de un papel de pasta mecánica no es suficiente; nos servimos principalmente del papel de celulosa de sosa.

Todas las muestras presentadas en esta conferencia no contenían colorante ninguno y estaban hechas con hilos de celulosa de sosa, mientras que las muestras pintadas se fabrican con hilos de celulosa de sulfito. La celulosa de sulfito es en efecto más susceptible de colorear que las otras.

*Preparación del papel.*—La fabricación de celu-

losa de sosa se hace, en grandes líneas, de la manera siguiente:

La madera se transforma en pasta de celulosa por el procedimiento de la sosa y el sulfato. Se toma preferentemente la madera de epicea, cuyas fibras son las más largas, las más delgadas y las más blandas; las maderas de abeto y de pino son buenas también, pero la de epicea es preferible.

Gruesas muelas de piedra separan en seguida las partículas vegetales todavía adheridas. La celulosa obtenida se parece, después de este tratamiento, al tabaco picado.

La pasta pasa entonces a una pila deshiladora (Holländer) donde se mezcla con agua adicionada de cola al 2 %, de manera que dé una papilla espesa. La preparación debe hacerse con precaución de modo que no disminuya todavía la longitud de las fibras y a cortas.

Después de haber recibido en la Holländer el tratamiento conveniente, la celulosa llega a las cubas de mezcla; éstas son grandes pilas en las cuales se reúnen y mezclan por un batidor, las papillas de celulosa procedentes de diferentes Holländer.

De las cubas de malaxar, la pasta, que se mantiene clara con el agua, va a la máquina de papel y pasa en seguida sobre un tamiz metálico que separa por medio de sacudidas la pasta de celulosa dilatada con el agua. Por estas sacudidas y el movimiento de progresión simultáneo de la tela metálica, la papilla pierde su agua y las fibras de la celulosa adquieren una textura enmarañada. La papilla que está todavía impregnada de agua se descarga de ella por presión entre los fieltros; después es llevada sobre los cilindros desecadores, para ser finalmente enrollada en estado de papel en el extremo de la máquina.

En esta fabricación de papel, muchos puntos son importantes: desde luego la naturaleza de la materia,



después el hecho de que la pasta debe quedar untuosa; en seguida el modo de agitación sobre el tamiz metálico, el número de sacudidas por minuto y el acondicionamiento del tamiz; y por último, la rapidez del secado.

Si se emplea una máquina demasiado grande, por ejemplo, de una longitud de 3,90 m. que fabrique 2000 m. de papel por minuto, se puede afirmar que este papel no podrá servir a nuestro objeto; esta es una máquina conveniente a la fabricación del papel de diario y de imprenta. Para nuestro fin, no podrá pasar de 55 a 60 m. por minuto.

Es conocido de todos los fabricantes el hecho de que el papel más fuerte es el que está secado al aire. Pero como es imposible secar al aire grandes cantidades en rollos sin fin, debemos contentarnos con obtener, sobre la máquina de papel, la velocidad en metros que es absolutamente indispensable para nuestro objeto.

**Formación del hilo.**—El papel llega en grandes rollos o bobinas al fabricante de hilo. Este lo corta en bandas más o menos estrechas, según el número del hilo que se desee obtener. Estas cintas se arrollan en una máquina construida especialmente, en rollos muy parecidos a los del telégrafo Morse.

Durante el enrollamiento se humedecen estas cintas, condición primordial de la transformación ulterior en hilo.

En la manera de humedecer, reside el secreto del hilado a partir de los rollos. La humectación y el enrollamiento de las cintas de papel bajo presión, es una preparación sin la cual no llegaría a estado de hilo el papel.

Los rollos lisos vienen entonces a la aguja de hilado. Existen actualmente dos métodos principales para transformar en hilos las cintas de papel. Uno de los procedimientos es aquél por el cual el papel se hila como en las hilaturas de algodón o de yute, por medio de agujas de anillo. El otro procedimiento emplea una aguja de construcción especial de la que representa un pequeño modelo la figura 1. Este segundo procedimiento es hoy día el más empleado.

El rollo se coloca sobre una aguja que conduce una platina de hilar (plato circular horizontal fijado sobre el eje de la aguja debajo de ésta). Durante la rotación de la aguja con la platina y el rollo llevado por esta, la cinta de papel se estira y al mismo tiempo es guiada hacia el centro del eje de la aguja. Esta particularidad hace que la cinta pueda plegarse antes de sufrir su torsión. Esta plegadura es particularmente importante para un hilo perfeccionado del que se tratará más adelante. Por la rotación de la aguja, el hilo se redondea, estira y arrolla en grandes bobinas y el trabajo queda terminado.

Así se hace la preparación de un hilo de papel simple, llamado por su autor «Xylolin» y por otros «Silvalin».

**La textilosa.**—Se ha hallado un perfeccionamiento de este hilo de papel puro, asociando las fibras de celulosa a las fibras textiles. Las fibras de celulosa son notoriamente muy cortas, mientras que hay fibras textiles de longitud considerable. La longitud de las fibras textiles debe servir de correctivo a las fibras cortas de la celulosa. Esto se hace de la manera siguiente:

La bobina de papel, sea terminada, sea en vía de fabricación, se reviste de fibras textiles. Éstas son de desechos de algodón o de yute, separadas o mezcladas, las cuales son trabajadas en un velo por una carda.

La carda es una máquina de gran importancia en la industria del algodón y de la lana. Se compone de un gran número de cilindros formados de peines, que separan y desenredan las fibras de algodón, las reúnen en un velo y dejan estas fibras bajo la forma de una especie de *crepé*. Este *crepé* se junta al papel de un modo conveniente, se prensa o bien se encola. El conjunto del papel y de las fibras textiles, una vez seco, se arrolla finalmente en cilindros especiales. Estos cilindros van, como queda dicho, a la máquina de cortar, en la que son cortados en cintas y éstas transformadas en hilo por la aguja.

Esta aguja especial juega un papel importante en el modo de preparar este hilo. Ya se ha dicho en la explicación del procedimiento de hilado de las fibras de papel solo (Xylolin), que la cinta de papel se pliega antes de la torsión. Si una sola cara de la banda de papel está cubierta de fibras de algodón o de otro textil, no saldrá a la superficie del hilo, pero se acumulará en el interior de éste.

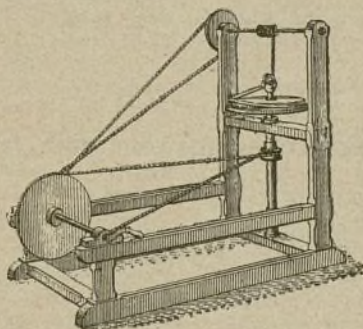
Para evitarlo, la banda de papel se dobla por la mitad. De esta suerte las dos caras

de la cinta plegada quedan cubiertas de materia textil y se impide que ésta se acumule en el interior del hilo.

Muchos han dicho que es imposible que un poco de materia textil pueda dar al hilado una fuerza particular o de propiedades particulares. Pero los ejemplos atestiguan que existe una gran diferencia entre un hilo fabricado con celulosa pura y un hilo que contenga además fibras textiles. El hilo resulta no solo más grueso, sino más resistente, porque adquiere, por las fibras más largas de la materia textil, una gran elasticidad.

Los hilos así obtenidos han sido llamados «Textilosa». Con estos hilos de textilosa se pueden fabricar toda clase de telas. Puede decirse que son pocas las ramas de la industria textil en las cuales los hilos de celulosa no hayan logrado todavía algún favor. Se han hecho tapices de textilosa pura. Además se han hecho de textilosa, sacos, cuerdas, cinchas, medias, vestidos, debiéndose notar que un vestido fué sometido al fuego sirviendo de uniforme a los bomberos, y ha sido usado durante muchos años habiéndose lavado por lo menos treinta veces.

La casa «Sächsishe Kunstweberei Claviez A. G.» ha suministrado millones de servilletas. Las telas de mueblaje, de tapices, de adorno, se fabrican en gran-



Dispositivo de la aguja para transformar en hilos las cintas de papel.



des cantidades; en poco tiempo, el hilo de textilosa o de celulosa ha penetrado en casi todas las ramas de la industria textil.

**Conclusiones.** — La cosa parecerá a muchas personas lo de el *huevo de Colón*. De hecho no es tan simple como pueda parecer. Hay por el contrario mucho que hacer y grandes capitales han sido necesarios para conducir esta industria al punto actual. No menos difícil que la fabricación de los productos, ha sido su introducción en el comercio. Es un hecho bien conocido que el hombre acoge todas las novedades con prevención y desconfianza. Admira de buena gana todo lo que es nuevo, pero prefiere siempre abandonar a los otros la realización de la práctica.

Bastará decir que los primeros pasos en este asunto se remontan a 22 años, para comprender la tenaz perseverancia que ha sido necesaria para alcanzar el objeto que se perseguía. Este objeto es sacar toda la parte posible de los productos naturales indígenas del país, logrando la independencia del extranjero; las cifras siguientes demostrarán cómo hasta el día de hoy se ha logrado el éxito.

Ya se ha indicado repetidas veces, que los hilos de celulosa debían principalmente reemplazar al yute y a

las materias textiles análogas. En el último año de paz, 1913, Alemania ha importado, según las estadísticas, la bagatela de 354 millones de kilogramos de tales productos, cuya mayor parte proceden de países coloniales. Estos 354 millones de kilogramos representan un valor de 225 millones de marcos. El yute sólo, entra por 163 millones de kilogramos, o sea cerca de la mitad de la importación total.

Para reemplazar estas 163.000 toneladas de yute, serán suficientes 2 millones de esteros de madera, porque un estero de madera da cerca de 90 kg. de celulosa de sosa y de sulfato. Alemania emplea cada año 35 millones de metros cúbicos de madera que importan 15 millones; los dos millones de aumento que resultan del empleo del hilo de papel no tienen gran importancia en relación con estas cifras.

La fábrica de Adorf, la de Oppeln y otras, producen hoy poco menos de 100.000 kg. de hilo de celulosa por día.

Pero no se trata solo del yute; la textilosa debe también substituir al lino, al cáñamo y otras materias textiles, y en un tiempo que no está muy lejano, reemplazar al algodón y la lana o al menos prestarles ayuda.

## El sistema turbo-eléctrico Ljungström para la propulsión marina

(VÉASE EL PLANO DE LA LÁMINA CENTRAL)

En nuestro número correspondiente al 20 de Agosto hicimos una descripción en términos generales de la maquinaria del «Wulst Castle» que es el primer buque dotado con el sistema turbo-eléctrico Ljungström de propulsión. Hoy nos proponemos extendernos en la descripción de la misma maquinaria para completarla con algunos detalles.

El buque conduce, como hemos dicho en nuestro primer artículo, dos turbo-generadores Ljungström, cada uno de los cuales desarrolla 625 kilovatios, funcionando a 3.600 revoluciones por minuto. Las calderas generan el vapor a la presión de 15,466 kgs. en el manómetro, estando dotadas de recalentadores de capacidad suficiente para asegurar una temperatura de 329° C. en la válvula de cierre de la turbina. La turbina Ljungström está muy especialmente adaptada para trabajar con estos grandes recalentadores. No existe, así, ningún peligro de que la ventaja termodinámica debida a la elevada temperatura sea descontada por consecuencia de las perturbaciones mecánicas.

En la figura 1 (lámina central) se reproduce una sección longitudinal por la turbina y sus dos generadores. Es notable lo reducido del espacio que ocupa la turbina propiamente dicha. El conjunto de las partes móviles miden 711 mm. de diámetro por 444 mm. en longitud axial, y su peso total es de 203 kilogramos.

La turbina Ljungström es una máquina de flujo radial. Consta de dos discos que conducen anillos de paletas de reacción. El vapor entra en las paletas por cerca del centro de los discos y al pasar de anillo a anillo impele un disco en una dirección y al otro en la opuesta. Cada disco está directamente acoplado a un generador y los dos generadores están interconecta-

dos para funcionar en paralelo. Próximo al extremo exterior del árbol de un generador, existe un excitador y sobre el mismo eje están situados el regulador principal y las bombas de aceite entre el excitador y los anillos del generador. El reborde o pestaña del escape de la turbina está unido directamente al condensador por medio de pernos, el cual sirve de asiento o fundación al conjunto. El peso de cada generador está soportado por puntales de extremos esféricos que terminan en topes de muelles, como indica la figura 1. Debido a esta disposición, las cajas del generador, turbina y condensador, pueden dilatarse libremente con los cambios de temperatura, con un mínimo de acción mutua perturbadora.

En la figura 2 (lámina central) se reproduce una sección longitudinal aumentada, de la mitad superior de la turbina. Por ella se comprobará la existencia de 30 anillos de paletas, divididos en tres secciones: alta presión, presión intermedia y baja presión. El anillo más interno de la sección de alta presión tiene un diámetro exterior de 78 mm., mientras que el diámetro exterior del anillo n.º 39 tiene 721 mm.

Cada disco de turbina está formado por tres componentes articulados por anillos flexibles en forma de haltera. Este dispositivo al mismo tiempo que asegura la exactitud de la alineación, facilita a cada componente la expansión libre sin que se estorben entre sí. La parte componente más interna de las tres está expuesta a temperaturas de vapor elevadas, mientras que la que conduce las paletas de baja presión puede tener una temperatura media quizá no mayor de 65° C. Con los discos rígidos se pueden producir graves perturbaciones al dilatarse dando lugar a tener que dejar gran-



des espacios para prevenir la dilatación que son causa de un gran aumento de pérdidas por escapes.

Por tales razones cada placa *c* simulada, de movimiento (fig. 2) se articula con su disco de turbina solamente por dos de los anillos en forma de halteras antes mencionados. Todo el vapor que se pierde por la placa tiene una muy elevada temperatura de recalentamiento que influye en la solidez de su articulación con el disco de la turbina, la cual puede ser gravemente averiada por la acción opuesta del vapor de la expresada procedencia a una temperatura muy elevada, sobre una de las caras y la del vapor «de trabajo» obrando sobre la otra superficie, a una temperatura muy inferior. Las paletas de la turbina Ljungström cuya construcción ya hemos descrito (1), se hacen con barras de acero-níquel en las que, después de cortadas conforme a la longitud conveniente, se forman unas espigas en los extremos de las paletas. Estas espigas se introducen en orificios formados en anillos reunidos de hierro forjado. Así se asegura una conveniente uniformidad de ángulo y espaciado, soldándose entonces sólidamente al oxiacetileno. Este conjunto de anillos, se tornean entonces en la forma necesaria formando una ensambladura de cola de milano en el canto, la cual se asegura envolviéndola por una entalladura formada por un anillo soporte, resistente, de acero de alta tensión. En la figura 2 todos estos dispositivos están claramente mostrados en las secciones. Los anillos soportes se fijan a los discos de turbina mediante anillos flexibles en forma de haltera del tipo que ya antes hemos descrito.

Debido al cuidado que se ha tenido en disminuir las perturbaciones derivadas de las diferencias de temperatura, es posible la adopción de espacios reducidos para la dilatación, aunque todavía es necesario seguir la máxima de Parsons que donde se emplean estos espacios muy reducidos entre partes sometidas a un movimiento relativamente rápido, una sola de las partes debe ser solamente un apéndice muy delgado. En la turbina Ljungström los apéndices son de cintas de acero-níquel de 0,125 mm. de espesor. Estas se aseguran calafateándolas en acanaladuras formadas en los anillos de las paletas, cuya disposición puede observarse más claramente en los extremos de los anillos de baja presión, en la figura 2. El escape en el flujo axial del vapor por entre los anillos de la paleta, en todos los casos, se halla sometido en su recorrido a dos contracciones, debidas a estos anillos, reduciéndose en concordancia la pérdida, que es muy pequeña.

Como se observará por la figura 2, los cuatro últimos anillos de paletas están contruados en tres secciones. Esta forma ofrece una mayor resistencia y solidez mientras al mismo tiempo aumenta el área de escape de la turbina. La carga debida a la fuerza centrífuga, se conduce distribuida por cuatro anillos de acero macizo, de suerte que la perturbación causada por aquella fuerza se reduce al mínimo.

Cuando funciona la turbina, la presión que fuerza a separar axialmente los dos discos es muy considerable. Esta impulsión extrema es recibida por las placas *cc* (figura 2). Cada una de estas placas simuladas consta de un par de discos acanalados, uno de los cuales monta sobre el disco de la turbina y el otro sobre la cámara *d* de vapor que es estacionaria. El vapor fluye por el es-

pacio comprendido entre los discos simulados, pasa por numerosos conductos y finalmente entra en la cámara de escape de la turbina. La disposición de los conductos está representada diagramáticamente en la figura 4. En esta figura, A representa parte del disco simulado giratorio y B parte del disco estacionario.

Como muestra la figura 4, se han empleado dos formas de acanaladuras en los discos simulados, al objeto de asegurar automáticamente un equilibrio exacto del impulso axial, el cual tiende a separar los discos principales de la turbina. La presión en el espacio de escape que tiende a forzar los dos discos reuniéndolos, se ha reducido; de aquí que no exista ningún desequilibrio de presión que tienda a separar los discos de la turbina. Estos, por lo tanto, se mueven separadamente conduciendo con ellos sus discos simulados. El efecto de este movimiento es que los conductos *aa* (fig. 4) son llevados a los espacios ensanchados o troneras, representados, aumentando así extraordinariamente los espacios en este punto, mientras que los de las acanaladuras *bb* permanecen inalterables. La consecuencia es que para obtener el mismo peso de vapor que pase por las acanaladuras *b* sea igual al que pasa ahora por las acanaladuras *a*, la presión al principio de la sección «*b*» del disco simulado debe elevarse. El resultado general es que la presión total que tiende a separar los componentes de los discos simulados, aumenta, corrigiendo así el «fuera de equilibrio» de los discos de la turbina debido a la carga en el vacío. En el caso contrario el vacío debe disminuir desde el tipo, original, de 685 mm., siendo perturbado en la dirección opuesta el equilibrio entre los discos simulados y los de turbina. Los dos discos de turbina tenderán entonces a cerrarse uno hacia otro. Con este movimiento, no obstante las cintas de conducción en las acanaladuras *b* de los discos simulados, son a su vez llevados a las troneras ensanchadas. De aquí que el vapor de merma que pasa por las acanaladuras *a* escape más libremente que antes y la presión total que tiende a separar los discos simulados, se halle disminuida, corrigiendo así de nuevo el «fuera de equilibrio».

Como ya hemos mencionado, el vapor entra en las paletas de la turbina muy cerca del centro, fluyendo radialmente hacia el exterior. Cuando el agente activo o de trabajo es el agua, el método más sencillo para transportarla al centro de los discos, es, sin duda alguna, emplear un árbol hueco, por el cual pueda pasar el fluido. Una disposición tal es, sin embargo, impracticable cuando el agente activo es el vapor muy recalentado. Las perturbaciones que se producirían en los cojinetes serían graves probablemente y el calor que se transmitiría con esta disposición desde el vapor a los rotores generadores no podría aceptarse por el proyectista de la instalación de la sección eléctrica. Se hace por lo tanto necesario buscar otra disposición que consiste en dotar a la turbina de dos cámaras de vapor *dd* (fig. 2).

El vapor se introduce en estas cámaras mediante unos tubos acodados *pp*, de los cuales se representa una sección bajo la turbina en la figura 1, y en la figura 3 una sección transversal de la válvula principal de cierre. La cámara de vapor *d*, es de pared doble, como puede observarse y los tubos de vapor pasan por ambas paredes en la sección interior que envuelve el árbol, lo cual se ve mejor en la figura 2.

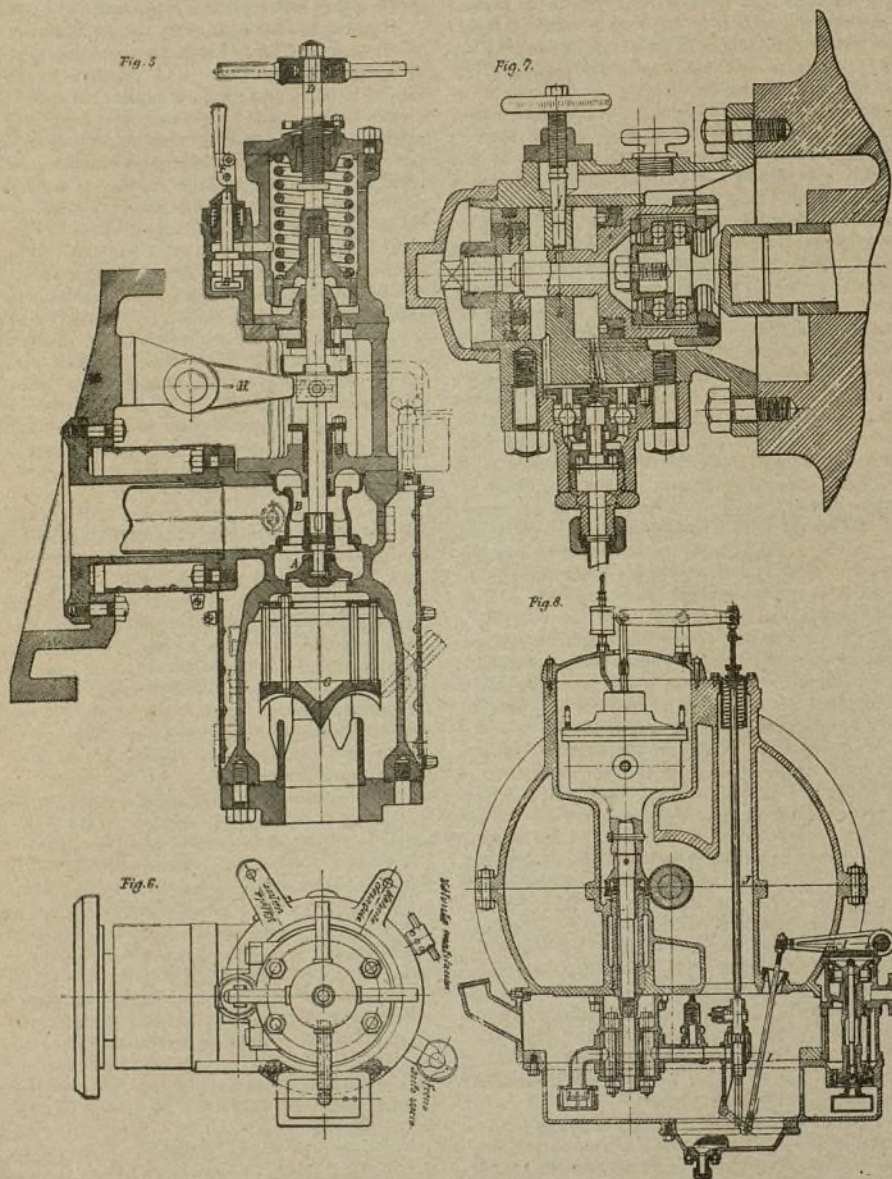
(1) Véase el número de esta REVISTA correspondiente al 20 de Agosto.



Para el caso en que la turbina haya de tomar una sobrecarga, existe una válvula especial que admite el vapor en el espacio exterior de la cámara desde la cual entra en la turbina por las aberturas *kk* (fig. 2).

orificio, perforado como se representa en la figura; entonces pueden quitarse los pernos *t*.

La válvula de cierre de vapor se combina en una caja con la válvula de regulación, la cual se representa



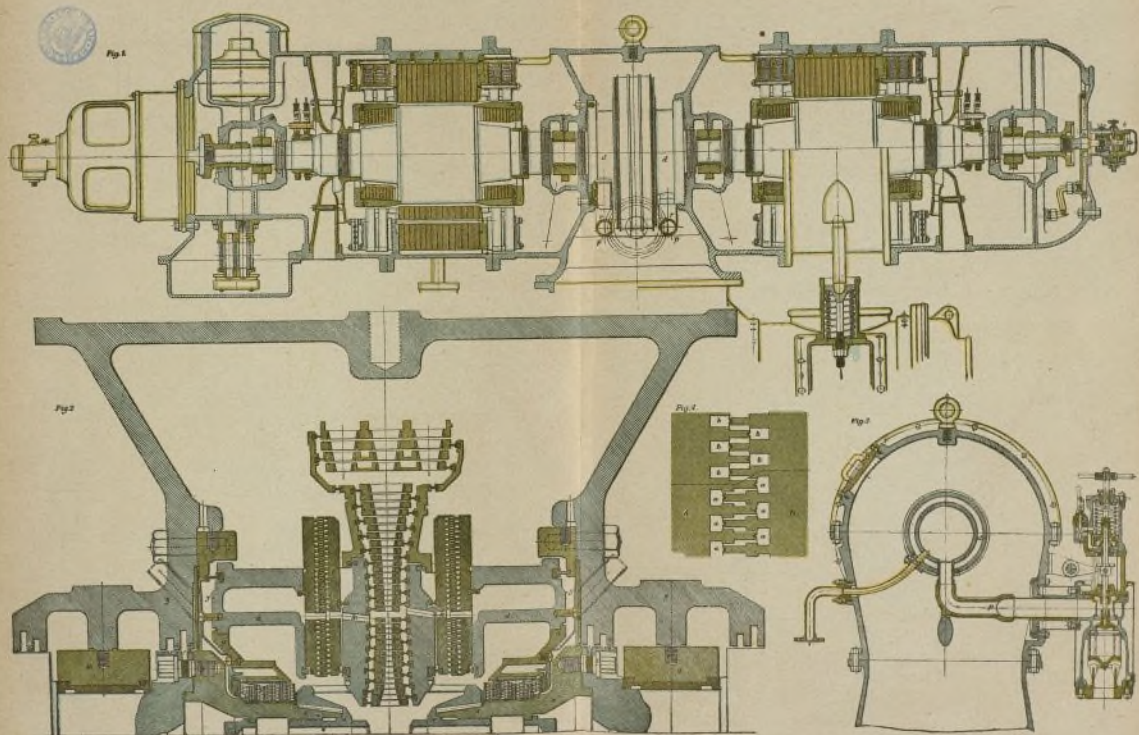
Cada disco de turbina descansa en un asiento cónico formado en el extremo del eje hueco *s*. Para desmontar la turbina se levanta la mitad superior de su caja lo mismo que los sombreretes superiores *u* de los cojinetes que tienen un grillete atornillado dentro del

en la parte de la derecha de la figura 3, mientras las figuras 5 y 6 representan el conjunto de la disposición en detalle a una escala mayor. La válvula de cierre (fig. 5) es del tipo ordinario estando coronada por una válvula *B* reguladora de doble pulsación equilibrada,











montada  
ganizada  
hasta que  
Por con

P

P

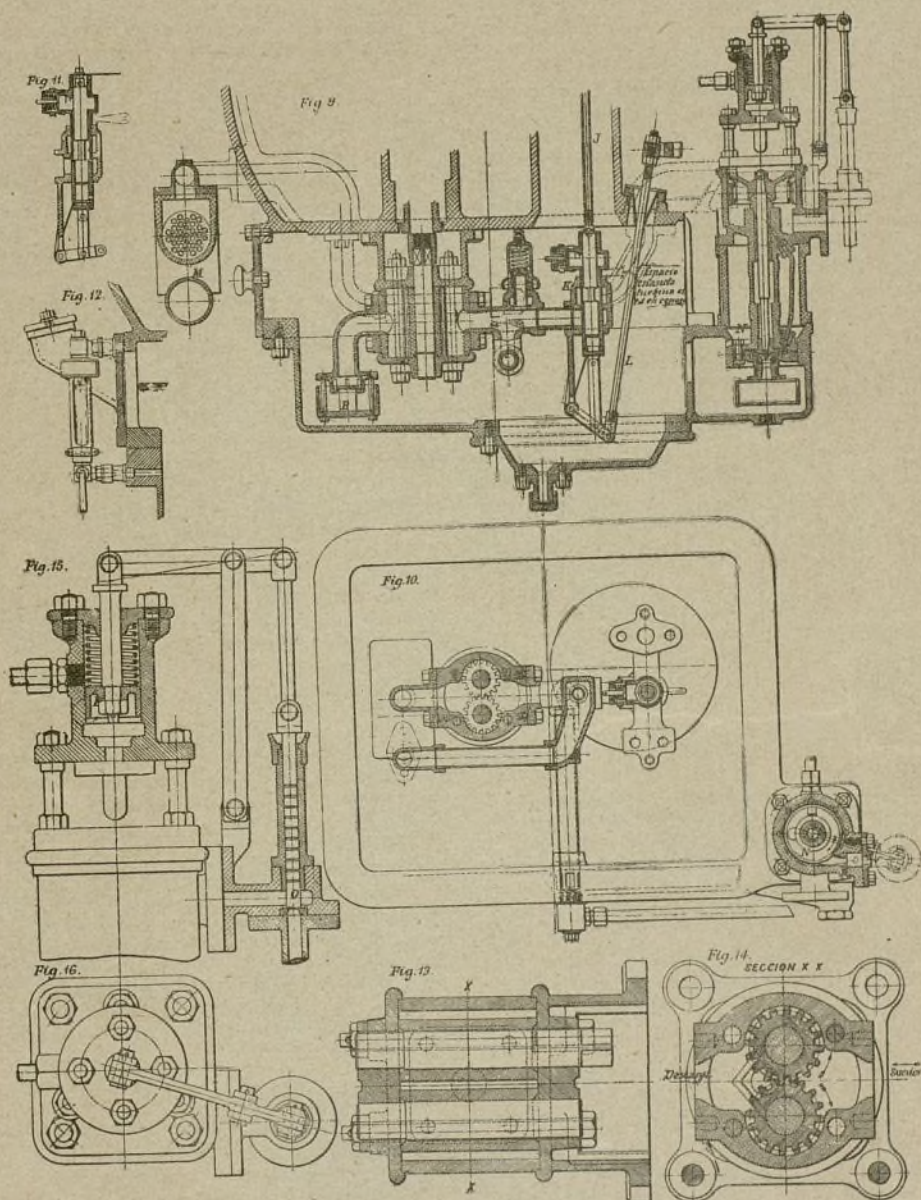


gran  
vapor  
sión  
muel  
con e



montada sobre el mismo eje. Esta válvula B está organizada de manera que no se abre apreciablemente hasta que A no se halla muy separada de su asiento. Por consecuencia, B puede moverse formando una

velocidad, el regulador reduce la presión del aceite, de modo que el muelle hace descender a C y con este pistón la válvula B del regulador, estrechando así la entrada de vapor. El eje D atornillado, se emplea solo



gran abertura sin afectar sensiblemente al paso del vapor por A. La válvula reguladora se acciona por presión de aceite el cual es admitido bajo el pistón C a muelle cargado. La presión de este aceite se regula con el mismo regulador de la turbina. Al aumentar la

para cerrar directamente la válvula A no pudiendo emplearse para abrirla. Por lo tanto, para poner en movimiento la turbina, lo primero que hay que hacer es levantar D abriendo las válvulas. La última, sin embargo, no puede todavía abrirse debido a que el resorte



superior C es bastante poderoso para mantener A cerrado contra la presión plena del vapor que actúa bajo de él. Elevando no obstante la presión en el circuito de aceite sea mediante una bomba de mano o por una bomba de vapor, auxiliar, el pistón C se eleva abriendo las válvulas y dando paso a la admisión del vapor en la turbina.

Como el circuito de aceite alimenta el pistón y los cojinetes, la disposición descrita asegura el que la turbina no pueda ser puesta en marcha hasta que los cojinetes no estén completamente nivelados.

La válvula representada en E (fig. 5) es una válvula de equilibrio. En la posición mostrada admite el aceite solo bajo el pistón C; debe sin embargo elevarse para establecer el equilibrio entre los lados superior e inferior de C, que entonces es forzado hacia abajo por el resorte y cierra la válvula A principal de cierre. La válvula E, como puede observarse, está provista de un muelle que constantemente tiende a situarla en la posición de equilibrio. Esta está contenida por el tope F y si este tope se levanta por medio de la palanca de mano o de otra manera, la turbina se cierra inmediatamente. Por el orificio superior mostrado en F, pasa un cable que en tanto que está tirante, el cierre se conserva en la posición representada y la válvula E permanece en su posición más baja. Este cable se articula a los reguladores de emergencia (de los cuales existen dos, uno para cada árbol de generador) en tal forma que, si cualquiera de ellos actúa, el cable se aflojará perdiendo su acción; entonces el muelle recobra la suya empujando el tope F y poniendo a E en movimiento.

Bajo la válvula A de cierre existe un colador G para retener las materias extrañas que accidentalmente pudiera conducir el vapor y evitar su paso a la turbina donde pudieran causar graves averías.

Como ya hemos dicho, para ambos generadores se emplea un excitador colocado al lado izquierdo del juego como se indica en la figura 1. Entre el excitador y el generador, están situados el regulador y las bombas y los depósitos de aceite. En la figura 8 se reproduce una sección transversal por estos últimos. La bomba principal de aceite, que es del tipo gemelo toma su movimiento desde la base del eje del regulador.

La palanca I representada en la parte izquierda de la fig. 8 está unida al mismo árbol como la palanca H (fig. 5). Esta acciona la «transmisión de sobre toma» por medio de la varilla de conexión. El regulador, cuando la velocidad varía, sube o baja la varilla J y con ella la válvula de pistón que regula la alimentación de aceite al pistón C (fig. 5). La disposición de esta válvula está representada a mayor escala en las figuras 9, 10 y 11. Como se puede deducir por éstas, la válvula

de pistón que es accionada por J, mueve en una articulación de manguito la «transmisión de sobre toma». El aceite suministrado por la bomba halla su paso al interior de la cámara K por la válvula de pistón que está articulada a la bomba principal de alimentación de aceite.

Si el regulador hace descender la válvula de pistón, el aceite será estrechado en su esfuerzo para pasar a la válvula. La presión bajo el pistón C de la válvula de cierre (fig. 5) aumentará así, abriéndose más la válvula del regulador. Al levantarse el eje de esta válvula, arrastra consigo la palanca H y como I (fig. 8) está unida al mismo eje, la varilla de conexión L descenderá conduciendo con ella el manguito. El efecto de esto es disminuir el paso del aceite a la válvula de pistón, estableciéndose así un cierto equilibrio hasta que una nueva carga pone al regulador otra vez en acción. Por esta disposición todo peligro queda eliminado. Como puede observarse existen también dos válvulas de desahogo sobre la descarga principal de la bomba y sobre la parte superior del manguito movable. La presión de aceite no puede nunca en consecuencia volverse excesiva. Un nivel de cristal muestra el del aceite en el depósito como indica la figura 12. El filtro o colador del aceite está colocado en su conducción principal como se representa en M (figura 9).

En las figuras 13 y 14 se reproduce en secciones aumentadas, la bomba principal de aceite.

Existe además una bomba auxiliar de aceite de tipo centrífugo (figs. 9 y 10). Esta bomba es conducida por una turbina de vapor de impulsión simple (fig. 10). La alimentación de vapor para esta turbina se toma desde la cámara principal de la válvula de vapor y el escape pasa directamente al condensador. Esta bomba auxiliar se emplea para poner en marcha la turbina y suministra el aceite a la presión necesaria para abrir la válvula principal de cierre de vapor y para nivelar los cojinetes. En la alimentación de vapor está situada una válvula automática que corta el vapor una vez la turbina está en marcha, y la bomba principal de aceite, funcionando. Esta válvula, pone además en movimiento automáticamente la bomba auxiliar en caso de faltar por cualquier causa el funcionamiento de la principal. Los detalles de esta válvula automática se representan en las figuras 15 y 16. En éstas, O es la válvula que está articulada mediante una conexión con un pistón P de resorte. El espacio inferior de este pistón está en relación con la descarga de la bomba principal de aceite y en tanto la presión es inferior a la normal, el pistón es forzado hacia abajo por el muelle manteniendo la válvula O abierta, continuando la bomba auxiliar funcionando.

### Dispositivo que asegura el buen funcionamiento de los frenos de aire en los trenes eléctricos

La London Electric Railway ha decidido adoptar un dispositivo del que se han hecho pruebas hace algún tiempo sobre los trenes de la Central London Railway que les protege contra todo peligro de accidente que pueda provenir de una insuficiente presión de aire en el funcionamiento de los frenos.

El problema que se trata de resolver consiste en evitar que la presión del aire en el conducto general descienda por debajo del valor necesario al buen funcionamiento de los frenos o se ponga al avance del tren. Para esto se emplea un aparato semejante al re-

gulador ya empleado en los tranvías eléctricos para detener o poner en marcha el compresor de aire según las necesidades de presión en el acumulador. Su dispositivo manométrico está montado sobre la conducción general, de tal manera que mediante una presión insuficiente en este conducto, el aparato funciona y corta el circuito de «marcha adelante» antes de su llegada al control de gobierno del tren.

El circuito de marcha atrás queda sin embargo en estado de funcionamiento de modo que es posible frenar con los motores o hacer marchar atrás.



## Métodos modernos de aplicación práctica a la industria en general

### Fabricación de los nitratos en el horno eléctrico

En la reunión anual de la Sociedad de Industria química inglesa de Birmingham, M. E. Kilburn Scott ha desarrollado las diversas ventajas que presenta su horno eléctrico trifásico para la fijación del ázoe del aire y compara entre sí, desde el punto de vista comercial, los diversos métodos de fabricación sintética de los nitratos.

Cuando se fija el ázoe del aire en horno eléctrico, la reacción depende principalmente del contacto del aire con el arco y el mejor dispositivo es el que asegura mejor este contacto.

En los hornos monofásicos la proporción de aire en contacto con el arco no es muy considerable: en el horno Birkeland-Eyde, el arco ocupa alternativamente la parte superior y la parte inferior; el aire afluye a todo el horno, pero solo se calienta donde arde el arco.

Hace algunos años todas las instalaciones de corriente alterna eran del tipo monofásico; desde que los motores están en boga, este tipo ha empezado a desaparecer. Se empleó el tipo bifásico a causa de la facilidad de transformación del monofásico en bifásico, durante algún tiempo, pero manteniéndose las instalaciones trifásicas casi universalmente adoptadas. Tres electrodos, separados por ladrillos refractarios, limitan un espacio en forma de pirámide de seis lados que el aire atraviesa de abajo arriba dirigiéndose hacia la parte más estrecha; se produce un arco giratorio con la frecuencia de la corriente cercana a 50 vueltas por segundo. El horno del tipo Kilburn Scott es el único que ha sido desarrollado como unidad trifásica autónoma.

Para asegurar la mayor superficie de contacto del aire y del arco, es esencial soplar los arcos en llamas; esto puede realizarse por un campo magnético fijo, como en el horno Birkeland-Eyde, o por un campo rotativo como en el horno Mosicki, o aún por el aire mismo que atraviesa el horno, como en los dispositivos Schönherr, Pauling y Kilburn Scott.

La insuflación magnética exige corriente continua para excitar los imanes, para lo cual es necesaria una instalación de transformación. El empleo del aire evita esta instalación. En el horno Schönherr, se imprime al aire un movimiento de rotación para mantener el arco en el centro de la cámara tubular de reacción; en los hornos Pauling y Kilburn Scott, este aire sigue naturalmente su camino.

Para una energía o producción dada, se puede decir que las dificultades de funcionamiento de los hornos, varían con el número de los electrodos. No sucede lo mismo con la energía perdida. Tres hornos monofásicos necesitan seis electrodos; un horno trifásico sólo exige tres.

La materia de los electrodos juega un papel importante en el rendimiento. Los del horno Birkeland-Eyde contienen una aleación especial de cobre que da buenos resultados. Los hornos Pauling modificados que funcionan en Legnano bajo la dirección del doctor Rossi, emplean una aleación de aluminio que posee una acción catalítica favorable.

**Puesta en marcha.**—Los hornos monofásicos se ponen en marcha aproximando los electrodos hasta que se forma el arco. La regulación debe operarse con cuidado, porque a causa de la alta tensión, hay peligro de variaciones bruscas o de oscilaciones en las máquinas eléctricas. El horno trifásico suprime esta regulación; las llamas del arco empiezan por chispas de encendido auxiliares: un hilo metálico colocado a mitad de camino entre los puntos de los tres electrodos, encima del tubo de llegada del aire, está unido a un aparato de alta frecuencia; cuando este último se pone en marcha, la chispa salta entre el hilo y los electrodos. La gran ventaja de este método es que fija de una vez para siempre los electrodos a la distancia más favorable de la llegada de aire. El horno funciona también a una tensión más baja pues que se evita la alta presión necesaria a la puesta en marcha.

Añadamos que en el trifásico las fases son siempre, de hecho, máximas, mientras que en el monofásico la energía varía de cero a su máximo dos veces por período. Un calentamiento previo del aire realiza una economía de calor, deseca el aire y favorece su ionización; la temperatura de 250° C. adoptada, da buenos resultados. Se aprovechan para este calentamiento los gases que se desprenden de las cámaras de reacción.

**Refrigeración.**—Siendo la formación del óxido de ázoe una acción química reversible, importa enfriar rápidamente el óxido formado. Con los hornos monofásicos, esto sólo es realizable insuflando un exceso de aire en la cámara de reacción; Kilburn Scott obtiene este resultado cubriendo su horno con una caldera. Los hornos Birkeland-Eyde y Schönherr no se prestan al empleo de una caldera, aunque, sin duda, han sido empleadas en Noruega, en las instalaciones monofásicas. La eficacia de la refrigeración por el procedimiento de la caldera se basa en el gran calor de vaporización del agua, y reporta también economía debido al empleo del vapor para producir la energía eléctrica. El rendimiento no se modifica cuando el vapor se produce antes de la ebullición del agua. Los experimentos han demostrado que un 10 % de la energía eléctrica empleada en el horno puede recuperarse bajo forma de vapor a baja presión.

**Rendimiento.**—El rendimiento general admitido para los hornos monofásicos, es de 50 a 60 grados de ácido nítrico puro por kilovatio-hora, o bien cerca de una tonelada por kilovatio-año. Los experimentos hechos sobre los hornos trifásicos Kilburn Scott indican que se pueden mejorar estas cifras en un 50 %.

El rendimiento alcanza ya su pleno valor un cuarto de hora después de la puesta en marcha del horno; esto es importante a causa de la parada del horno durante las horas de reposo. Ya se ha dicho que el horno funciona a una tensión de 1500 voltios, notablemente inferior a la que se emplea en cualquier otro caso. Con un buen funcionamiento el rendimiento puede pasar de 85 %.

**Absorción.**—El sistema de absorción habitualmente empleado consiste en una serie de altas torres de alba-



ñilería de ladrillos resistentes a los ácidos. Estas torres se rellenan de piezas de cuarzo o de una de las numerosas formas patentadas de revestimiento resistente a los ácidos. El gas entra por la base de cada torre y sale por arriba después de haber atravesado los intervalos de revestimiento. Al mismo tiempo, el líquido absorbente se cuela en sentido inverso recubriendo el revestimiento de una capa delgada, de manera que asegura una superficie de absorción lo más grande posible. La mayor parte de la absorción se hace en la primera torre que recibe el gas más concentrado.

El ácido nítrico débil se recoge en la base de cada torre y se conduce por presión a lo alto de la torre siguiente; el líquido pasa de una torre a la otra en sentido contrario. Este sistema da un ácido de una concentración de cerca de 25 %, suficiente para la fabricación de los nitratos de amonio y de calcio. Moscicki ha perfeccionado este método: en su instalación, las cámaras de absorción rectangulares son adyacentes, las paredes de separación están atravesadas por pequeños agujeros inclinados de manera que impidan el escape de los líquidos. Una cámara por cada dos, se llena de piedras de cuarzo, para ofrecer una gran superficie de absorción; las otras están vacías y obran como cámaras de oxidación.

El gas pasa muy lentamente, a una velocidad de 4 cm. por segundo, y circula horizontalmente de cámara en cámara, a través de los orificios de los tabiques. Las paredes externas de las cámaras son impermeables a los líquidos y a los gases mediante un revestimiento de asfalto resistente a los ácidos. El líquido circula como en los otros sistemas, en sentido inverso del gas. La absorción del peróxido de azoe es así casi completa; alcanza 97 % y el ácido nítrico puede obtenerse a una concentración de 40 a 50 por ciento.

**Comparación de los métodos directo e indirecto.**—Los que están interesados en la fabricación *indirecta* del ácido nítrico, por el carburo de calcio y la cinamida, o por la oxidación del amoníaco, han hecho, dice Kilburn Scott, la comparación con el método directo de síntesis por el arco eléctrico, con el fin de probar que el método indirecto es el mejor. Se ha dicho que el gasto de energía es menor para obtener la misma cantidad de ácido; pero esto es muy dudoso. Observa que es necesario tener en cuenta los gastos primeros de instalación y de otros factores.

Si se admite que el precio de los hornos y accesorios y la importancia de las instalaciones sea aproximadamente la misma para los dos procedimientos, el método indirecto exige además: a) una instalación completa para la fabricación de la cinamida; b) una máquina de aire líquido para obtener el azoe puro; c) una fábrica mecánica para moler el carburo y la cinamida, o bien, d) una caldera y autoclaves para la fabricación del amoníaco; e) una instalación catalítica completa para oxidar el amoníaco.

Son necesarios, además, diversos dispositivos para purificar los materiales y los gases, porque la catalización exige una pureza absoluta.

Desde el punto de vista del coste de los materiales,

el método directo tiene una ventaja considerable: una de las materias no tiene valor; otra, casi lo mismo y la otra materia, el agua, verosimilmente no lo aumentará. Ciertos materiales necesarios en el método indirecto, los electrodos de carbono, por ejemplo, son costosos y difíciles de obtener.

En cuanto se refiere a la mano de obra, el método directo marcha casi automáticamente; el método indirecto exige una mano de obra importante, en parte especializada, y algunas de sus operaciones son peligrosas para la salud.

Se ha dicho que en Inglaterra no existe bastante energía eléctrica para los procedimientos electroquímicos; de hecho algunos años antes de la guerra la energía eléctrica resultaba más económica que en el Niágara. En el porvenir, el problema de la energía eléctrica barata, se resolverá estableciendo estaciones de energía de alta potencia; se proyectan algunas de 120,000 kw. cada una. La fabricación del coque metalúrgico se extenderá mucho, y los hornos de modelos antiguos se reemplazarán por los hornos con recuperación de sub-productos que darán grandes cantidades de gas utilizables para la producción de energía eléctrica. Se estima que el gas de una batería moderna de 100 hornos de coque producirá de 3000 a 4000 H.P.

Una gran parte de la energía eléctrica así producida será empleada en las operaciones electroquímicas y metalúrgicas. Kilburn Scott cree que la fabricación de los nitratos por el aire será una de las principales. El método directo se presta particularmente: éste conviene para aprovechar las horas inhábiles o las épocas de calma en la industria; no tiene materia que solidificar y el horno tiene poca obra de albañilería que pueda deteriorarse en caso de parada.

Empleado como carga de base para una estación de fuerza motriz, el procedimiento directo de arco puede establecerse en cualquier parte; como no necesita transportar las materias primas, la fábrica puede construirse al lado de la estación eléctrica.

Si la energía la suministran los gases de los hornos de coque, se puede formar inmediatamente nitrato de amoníaco. Esto es mejor que comprar el ácido sulfúrico; el nitrato de amoníaco posee sobre el sulfato la ventaja de venderse con más facilidad, y se obtiene mejor precio de la unidad del azoe.

**Discusión.**—En la discusión que a continuación se expone, se ha preguntado si la caldera no corre peligro de corrosión electrolítica; Kilburn Scott la une eléctricamente a la tierra. En la práctica quedan de 3 a 5 % de óxido de azoe que no se pueden transformar en ácido nítrico y que se escapan libremente; esto no implica restricción absoluta en cuanto a la instalación de la fábrica.

Webb insiste sobre la importancia del factor *tiempo* en la transformación del  $AzO$  en  $AzO_2$ ; observa que se han empleado en un principio, revestimientos demasiado delgados, y el papel que juega el procedimiento Moscicki le intriga.

Kilburn Scott confirma la concentración de 50 % obtenida y da como coste para la instalación del procedimiento de arco, en cifras redondas; 200 pesetas por kilovatio.



## Horno para la fabricación de nitruros y otros compuestos oxigenados

El presente sistema se refiere a la fabricación de nitruros, cinamidas, cianuros y otras combinaciones nitrosas, tratando con el oxígeno los cuerpos capaces de fijar, por medio de un horno que permite realizar una fabricación continua de los compuestos en cuestión. El horno es del tipo vertical; está provisto por arriba de aberturas para introducir la carga y para el escape de los gases formados por la reacción y por abajo de dispositivos de descarga de funcionamiento continuo. A conveniente distancia de las aberturas de descarga desembocan los canales de combustión del oxígeno o los gases nitrosos y, por encima de este punto, el horno está provisto de medios para proporcionar calorífico a la carga. La chimenea del horno está dispuesta de tal modo que su sección aumenta de arriba abajo en los puntos donde la carga podría tender a obstruirse durante el descenso.

La presente figura muestra en sección vertical, una forma práctica de este sistema.

La chimenea 1 es de forma cónica de manera que impide a los materiales de la carga que la obstruyan y permite el paso de los gases de abajo arriba. La construcción del horno y las materias empleadas han sido elegidas para soportar una temperatura de 2000°C cuando menos.

Los cuerpos sólidos, por ejemplo, una mezcla de carbon y de bauxita o de otros óxidos u oxidantes son conducidos de continuo a 2 por un cierre de gas. El gas penetra, con preferencia en estado caliente, en 3 y los gases resultantes de la reacción se escapan por 4. Por las aberturas 5, practicadas en la pared del horno se introducen los electrodos (no representados) en la carga que se halla caliente por la corriente de gas que la atraviesa. En lugar de cargar el horno hasta la

altura indicada sobre los electrodos, se puede mantener la superficie de la carga encima de estos últimos disponiéndolos de manera que la carga se caliente en caída libre. El producto se extrae por debajo del horno con la ayuda de un transportador 6, formado en el caso que muestra el dibujo, por una plataforma giratoria alrededor de un pivote 7 y provista de ruedas 8 que corren sobre rieles. El sistema comprende pues:

1.º Un horno de chimenea para la fabricación continua de nitruros y otros compuestos oxigenados,

por una reacción entre los cuerpos sólidos y el gas, caracterizada por el hecho de que la chimenea a la cual el calorífico necesario es llevado sobre toda la extensión de la zona de reacción y cuya sección encima de esta última aumenta de un modo uniforme de arriba a abajo, está provista en su extremidad inferior, de dispositivos de descarga por medio de los cuales se asegura ésta continuamente durante el funcionamiento del horno.

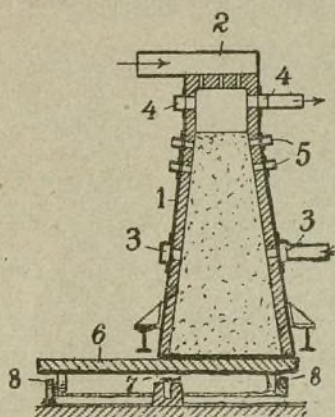
2.º Un horno caracterizado, además, por uno o varios de los puntos siguientes:

a) La chimenea que afecta la forma de cono, con sección que aumenta hasta el fondo del horno, está provista en un punto inter-

medio entre la o las aberturas de entrada del gas y la abertura para la introducción de la carga, de dispositivos para la calefacción eléctrica;

b) El fondo del horno está formado por un dispositivo de transporte de funcionamiento continuo, por el cual el producto sale del horno;

c) El fondo del horno está a una distancia relativamente considerable de la zona de reacción de manera que permite a la descarga enfriarse un poco antes de llegar al dispositivo de descarga.



## Tratamiento de los aceites de hidrocarburos

El procedimiento se refiere al tratamiento de los aceites de hidrocarburos y más particularmente al tratamiento de los aceites minerales compuestos principalmente de hidrocarburos de la serie de las parafinas, y tiene por objeto un método que permite retardar o impedir completamente la formación de depósitos en estos aceites.

Cuando los aceites de hidrocarburos se exponen al aire, forman lentamente un depósito oscuro o lodo que parece provenir de una ligera oxidación. Cuando estos aceites se emplean como refrigerantes, como por ejemplo en las cubas de transformadores eléctricos, el depósito puede acumularse sobre las paredes de la cuba y sobre las espiras de refrigeración, impidiendo hasta cierto punto la disipación del calor.

El procedimiento se funda en el hecho descubierto de que la formación de depósito puede impedirse por

la presencia de una pequeña cantidad de fósforo. En este procedimiento se emplea con preferencia el fósforo rojo, el amorfo, y una pequeña fracción de 1 por 100 de peso del aceite basta para obtener el resultado deseado.

El fósforo puede mezclarse con el aceite o amasarse con la cola u otro adherente conveniente y extenderse sobre las paredes interiores de las cubas antes de recibir el aceite.

El aceite parece tener poco efecto disolvente sobre el fósforo, si bien es posible la formación de una pequeña cantidad de líquido resinoso. Se ha hallado que este procedimiento da buenos resultados para el tratamiento de aceites refrigerantes conocidos bajo el nombre de aceite de transformadores que están próximos al queroseno, pero ligeramente más pesados y tienen puntos de inflamación más elevados.



En el tratamiento de estos aceites se ha hallado que es suficiente emplear el fósforo rojo en la proporción de 0,1 a 0,2 por 100 del peso del aceite. El aceite de transformador tratado con fósforo rojo en las proporciones antedichas, puede exponerse en un recipiente abierto a la temperatura de 100° centígrados durante varias semanas sin que se forme lodo, notándose solo un ligero ennegrecimiento del aceite. El aceite no tratado en las mismas condiciones, se ennegrece en pocos días en un grado tal, que deja de ser transparente y se vuelve negro con rapidez.

El procedimiento no se limita al tratamiento de las clases particulares de aceites de hidrocarburos, sino que puede aplicarse a todos los aceites en general.

El procedimiento se refiere, pues, a un método para impedir la formación de depósito de los aceites de hidrocarburos y consiste en tratar estos aceites con el fósforo, preferentemente del tipo amorfo o rojo.

El procedimiento comprende además un método especial de tratar el aceite que consiste en recubrir el interior de las cubas con un revestimiento que contenga fósforo rojo.

## Temple del acero por el procedimiento Wild-Barfield

Este procedimiento empleado por el Laboratorio de ensayos de electricidad de Westminster, utiliza hornos de resistencias.

La pieza que ha de endurecerse se calienta en un baño y se enfria en otro, empleándose sales especiales en cada caso.

El baño de caldeo posee una bobina ordinaria de calentamiento y además un arrollamiento exterior de hilos de pequeño diámetro conectados directamente a un galvanómetro. El arrollamiento principal, formando una fuente de calor, magnetiza el objeto que se ha de templar.

La temperatura requerida se determina aproximadamente por un pirómetro de par térmico; pero se determina con más exactitud del modo siguiente: a la temperatura exigida para el temple, el acero deja de ser magnético y la variación del flujo magnético produce una fuerza electromotriz en el devanado de hilo fino y por consecuencia una desviación del galvanómetro; la desviación dura todo el tiempo durante el cual

el acero pasa por la temperatura del temple. Además, luego que se ha visto a la aguja del galvanómetro volver al cero se retira el acero del horno de caldeo y se le temple. Calentando el acero rápidamente en el baño, se disminuye la descarbonización y la oxidación.

La mezcla empleada para el temple tiene un punto de vaporización elevado y no produce, por consecuencia, vapores que impidan la operación del temple. El agua por el contrario produce vapor.

El horno necesita 1.300 vatios cuando está en pleno trabajo y puede tratar objetos de diámetro superior a 25 mm.

Se ha hecho un ensayo con este horno sobre un recipiente de 18 mm. de diámetro; el tiempo necesario para el baño de caldeo fué de 1,75 minutos.

Se pueden utilizar directamente los recipientes al salir del temple sin someterlos a una limpieza especial; el único efecto visible de la operación del temple es el color negro que toma el objeto en lugar de su bruñido brillante.

## Nuevo método de extracción de los vapores del gas de hulla

En una exposición presentada a la reunión de la sección de Londres de las Society of Chemical Industry, el doctor R. Lessing, después de haber recordado los esfuerzos hechos por las fábricas de gas para extraer el tolueno y la bencina del gas de hulla, insiste sobre la necesidad de hallar un procedimiento de recuperación del benceno, de instalación y explotación sencillos, con el mayor rendimiento posible. Debido a los trabajos que ha realizado a este objeto, durante dos años, ha llegado a la obtención de un procedimiento que el ministerio de Municiones inglés ha decidido poner en práctica.

El principio del método es el empleo de un *scrubber* o lavador seco, lleno de una materia absorbente sólida, que extrae el benceno del gas sin necesidad de una corriente de aceite de colada; los productos volátiles absorbidos pueden recuperarse por destilación al vapor.

Se cree desde luego que la brea seca comprimida puede servir de absorbente, pero resulta que la viscosidad de esta materia disminuye rápidamente por absorción de los vapores del gas; después de cierto tiempo la brea empieza a derretirse amenazando obstruir los conductos. Se ensaya entonces con éxito el ladrillo refractario.

El gas pasa a través de un recipiente cerrado (*scrubber* de destilación) que contiene la materia porosa em-

bebida de aceite ligero (aceite verde o aceite de gas). Esta materia porosa puede consistir en trozos de ladrillo o preferentemente, en piezas moldeadas de una forma definida, con una superficie lo más grande posible.

Los diversos compuestos contenidos en el gas, en los cuales el aceite es soluble: carburos de hidrógeno y compuestos orgánicos sulfurados, líquidos a la temperatura ordinaria, son absorbidos.

Cuando el aceite ha absorbido la cantidad deseada de la substancia que ha de extraerse, lo que depende de numerosos factores: volumen y superficie de la materia absorbente, velocidad y volumen del gas, temperatura y grado de saturación del gas, solubilidad de los vapores y del aceite y tensión de vapor de la solución formada, etc., se cierran las aberturas de llegada y salida del gas, que se dirige hacia otro aparato de la misma naturaleza.

Se hace pasar entonces una corriente de vapor a través de la materia porosa: este vapor arrastra todos los productos volátiles absorbidos en un condensador refrigerado por agua, y de allí a un receptor provisto de tubos de nivel para el agua y la bencina en bruto.

Es útil proveer el *scrubber* de destilación de una camisa de recalentamiento para evitar la condensación del vapor sobre sus paredes.



Cuando la destilación ha terminado, se cierra la admisión de vapor y se enfría el *scrubber* haciendo pasar el agua por la camisa; el aparato está entonces dispuesto para una nueva operación.

Con tres juegos, o más, de *scrubbers* de destilación que funcionen a la vez, se puede organizar un programa definido para los tres períodos: absorción, destilación y refrigeración. Como el gas pasa a la velocidad de 150 litros por hora en el aparato de laboratorio, no se necesitan más que 20 horas para el tratamiento de 3 m<sup>3</sup>, mientras que el método de ebullición más

empleado, por medio de botellas llenas de aceites pesados, exige en iguales condiciones cuatro días.

Aparte de la economía de tiempo, precisa señalar la *simplicidad* del aparato que reúne el absorbedor, el recalentador y el alambique productor de vapor.

La atención actual está concentrada sobre la recuperación de la bencina para la fabricación de explosivos, pero el aparato de M. Lessing podrá prestarse más tarde a la separación de los demás constituyentes de la mezcla de vapores contenida en el gas de hulla; es esto un punto muy importante.

## Niquelado rápido

F. C. Mathers, E. H. Stuart, E. G. Sturtevant, han emprendido recientemente investigaciones, en el laboratorio de la Universidad de Indiana, sobre los mejores métodos de niquelado. Recomiendan el empleo de ánodos de níquel del más puro. Ciertos niqueladores creen que el níquel puro no se disuelve bien y los autores han hallado en efecto que las bandas de cátodos de níquel, de 99,8 % de pureza, no se disuelven regularmente como ánodos. Sin embargo estos ánodos puros tienen la gran ventaja de no introducir en el baño ningún cuerpo extraño: es sabido que el hierro, que es la impureza ordinaria, descolora los depósitos y los enturbia. Se facilita la disolución del ánodo, añadiendo un cloruro de níquel o de magnesio. El ánodo debe estar completamente sumergido y para alejar toda impureza del cátodo, en el que provoca una picadura, el ánodo debe estar suspendido en una envoltura. La solución debe agitarse si es perfectamente clara y tenerse en reposo durante 8 horas, o más, antes de usarla, si está turbia y contiene partículas sólidas en suspensión.

Cuanto más fuerte sea la proporción de sulfato de níquel en relación al sulfato doble de níquel y de amonio, más brillantes serán los depósitos. El mejor baño contendrá 4 % de sulfato de níquel y de amonio, 10 a 14 % de sulfato de níquel, 1 a 3 % de ácido bórico y de 0,2 a 0,3 % de citrato de amonio. El citrato tiende a conservar el baño transparente; el ácido bórico mantiene la ligera acidez deseable. La densidad de corriente que se recomienda es de 1,6 amperios por de-

címetro cuadrado, lo que deposita una capa de 2,5 centésimas de milímetro en una hora y cuarto.

M. O. P. Watts de la Universidad de Wisconsin, se ha ocupado de la misma cuestión. Este profesor no se sirve del baño habitual de sulfato doble de níquel y de amonio sino que emplea por litro de agua, 240 grs. de NiSO<sub>4</sub>, 7H<sub>2</sub>O, 20 grs. de NiCl<sub>2</sub>, 6H<sub>2</sub>O y 20 grs. de ácido bórico BO<sub>3</sub>H<sub>3</sub>. El cloruro de níquel puede reemplazarse por cloruro de magnesio o también por cloruro de sodio.

Calentando este baño a 70° C, la velocidad de formación del depósito puede ser más del doble y, con densidades de corriente que varíen de 22 a 33 amperios por decímetro cuadrado, M. Watts pretende hacer en diez minutos lo que exige una hora en el niquelado rápido ordinario. Estas velocidades no se han podido obtener sino con baños de cloruro de níquel.

Habiendo pedido el presidente de la Sociedad electroquímica americana, ante el cual M. Watts ha hecho su exposición, detalles sobre la posibilidad del trabajo con densidades tan grandes, éste ha indicado que estas velocidades de depósito se obtienen en las fábricas de lámparas de Wichita. Se ha hecho girar el cátodo a mil vueltas por minuto; pero los depósitos rápidos obtenidos a alta temperatura no son siempre blancos sino un poco amarillos. Los ánodos de granalla de níquel que nunca están exentos de hierro, pueden utilizarse; no son necesarias entonces las sales de amonio que formarían alrededor de la granalla un revestimiento de hidrato de hierro, perjudicando la solución de níquel.

## Procedimiento de fabricación del cloruro y bromuro de bencilo

La cloruración y la bromuración directas del tolueno solo utilizan la mitad del halógeno para la formación del derivado bencilico; la otra mitad escapa a la reacción bajo la forma de ácidos clorhídrico y bromhídrico.

Este procedimiento tiene por objeto utilizar integralmente la cantidad de halógeno empleada, suprimir la producción y condensación de hidracido y por consiguiente la regeneración del halógeno y está basado sobre la acción directa del halógeno libre junto a la del halógeno naciente obtenido por la oxidación por medio de cloratos y del hidracido a medida que se produce.

Véase a título de ejemplo, cómo puede realizarse este procedimiento:

A un recipiente con agitador mecánico, se hace

llegar el halógeno con el tolueno, en exceso, en presencia de la cantidad correspondiente de clorato o de potasa.

El halógeno es fácilmente absorbido sin separación alguna de hidracido.

El producto obtenido se separa de la sal restante por lavado y decantación, sometiéndolo a la destilación fraccionada.

Para los homólogos de los derivados halógenos bencilicos, se emplean los carburos homólogos del tolueno.

El procedimiento apuntado, consiste en resumen en la preparación del cloruro y bromuro de bencilo y homólogos por la acción del cloro y del bromo sobre el tolueno y sus homólogos en presencia de cloratos.



## La soda como substitutivo del cianuro de potasa para pulir metales preciosos

Uno de los mejores substitutos del cianuro de potasa, que se emplea en gran escala para limpiar y pulir plata y prendas en general, y que se vende ahora a un precio relativamente elevado por esta razón, es el sodio o soda como comunmente se llama. Esta sustancia se asemeja mucho a la potasa tanto en sus propiedades químicas como físicas, pero es mucho más abundante que ésta y se halla más extensamente distribuida. Se produce en grandes cantidades en Inglaterra, Francia, Dinamarca, Sud América y Estados Unidos. Su precio corriente es como la quinta parte del precio de la potasa. Además, su extensa distribución elimina toda probabilidad de que una sola nación obtenga el monopolio de dicha sustancia y haga subir su precio hasta una cifra casi prohibitiva.

El uso del cianuro de potasa para limpiar y pulir metales preciosos se debe al hecho de que contiene cianógeno y no a las propiedades inherentes de la potasa. En Sud América existe un depósito de sodio que según cálculos contiene más de 99,000,000 de toneladas de esta sustancia en forma de nitrato.

El cianuro de soda ha resultado ser un substitutivo tan satisfactorio del cianuro de potasa, que ya se en-

saya la aplicación del mismo para beneficiar mineral de oro. El cianuro de potasa, como es sabido, se compone de potasa, carbono y nitrógeno, un átomo de cada uno de estos elementos. Como quiera que el peso atómico de la potasa es 39, el del carbono 12 y del nitrógeno 14, el peso molecular de la sal es 65 (obtenido por la suma de los tres pesos atómicos de los elementos constituyentes).

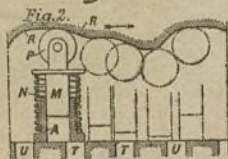
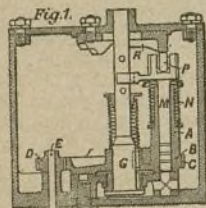
El cianuro de soda se presenta combinado en las mismas proporciones relativas, pero como el peso atómico del sodio es 23, el peso molecular del cianuro es 49. Ahora bien, de las 65 partes del cianuro de potasa, 39 partes son potasa y el resto, o sean 26 partes, cianógeno. En el cianuro de sodio, sin embargo, cada una de las moléculas de las 49 partes contiene 23 partes de sodio y 26 partes de cianuro. Teniendo presente que el único valor de cualesquiera de estas sustancias está en su contenido de cianuro, es fácil ver cuánto más fuerte es el cianuro de sodio que el de potasa.

Este es un punto muy importante, porque es claro que si se trata de substituir el cianuro de potasa con la sal de sodio, esta última debe usarse en una cantidad mucho menor.

## ÚLTIMAS INVENCIÓNES

### Lubrificadores de alimentación mecánica

Este nuevo mecanismo de lubricación mecánica es aplicable a los lubricadores en que existe una bomba cuyo pistón es movido mediante una leva, para descargar el aceite por una serie de puertas de descarga gobernadas por aquel movimiento (operándose el curso de aspiración por medio de un resorte).



Por cada puerta de carga U, por la cual el émbolo M verifica su carga de aspiración de aceite, existen otras varias, T, de descarga que se ponen en comunicación sucesivamente. La leva R está formada por una serie correspondiente de superficies que obran por descarga de cantidades iguales o variables separadas por planos no teniendo lugar ninguna acción

mientras la bomba pasa de puerta a puerta. El cilindro A de la bomba está formado sobre una base B, en cuya periferia tiene dientes C con los cuales engrana un piñón conductor D sobre un eje E. La base B gira en un árbol G. El émbolo M obra en el cilindro A bajo la intervención de un muelle N que conduce un rulo P en constante contacto con la leva R.

Por la figura 2 se observará que existen dos puertas T de descarga en la base B para cada paso por U y que el cilindro A al haber pasado justamente una puerta U de entrada, recibe su carga, descubriéndose en este último momento una puerta de descarga T.

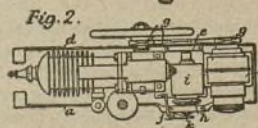
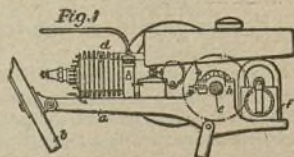
La parte de la leva R que obra mientras el cilindro atraviesa su puerta, es semejante a la que mueve el pistón M en una mitad de su curso de descarga. Sobre breve entonces un plano sobre la leva y entretanto el cilindro pasa sobre la segunda puerta T de descarga, donde debido a la forma de la leva se termina la

segunda mitad del curso del émbolo. De nuevo interviene una superficie plana sobre la leva y entonces el cilindro alcanza la segunda puerta de entrada U opuesta a la posición de la leva que permite al émbolo M elevarse bajo el impulso del resorte N terminándose el curso de aspiración.

### Velocípedos de propulsión mecánica

El mecanismo de que damos conocimiento es aplicable a los velocípedos en que el motor va montado sobre la rueda zaguera, con pedal ordinario articulado a dicha rueda por una correa o una cadena.

Una barra horizontal a está unida a los soportes b del ciclo. Sobre la barra se coloca el motor d, un contraeje e y una magneto f, siendo los ejes del motor y de la magneto, paralelos a los lados opuestos del contraeje. Los tres ejes se conectan por engranajes g. El contraeje conduce una polea h para correa o cadena, articulando por embrague con el eje. El embrague i sobre el eje e es del tipo de disco múltiple. Un muelle interior aprisiona los discos y por medio de unas trabas, la polea h al eje, mientras la palanca j aprisiona sobre un husillo central k en el eje y actuando so-



bre los discos, sirve para soltar la polea. El movimiento de la palanca se efectúa por un alambre de Bowden mediante otra palanca situada en el manillar de la máquina. El movimiento se transmite por una polea a la rueda zaguera, por correa o cadena.



## La regla de Lord Kelvin y su aplicación práctica <sup>(1)</sup>

Un conductor de  $R$  ohmios de resistencia, atravesado durante  $t$  horas por una corriente de  $I$  amperios de intensidad, es la base de una disipación de energía  $RI^2t$  vatios-horas conforme a la ley de Joule. En el caso de una transmisión de energía, no se podrá reducir esta pérdida, sino obrando sobre la resistencia  $R$ , y, estando dada la longitud del conductor, aumentando su sección.

Pero se aumenta así el gasto de primera instalación. De suerte que los gastos anuales de amortización aumentan, cuando se trata, para una fuente de energía dada, de mejorar el rendimiento de la canalización. Si al mismo tiempo se aumentase demasiado la sección de los cables, se llegaría a pagar por gastos suplementarios de amortización una suma superior a la que la reducción de la pérdida por el efecto Joule habría permitido economizar.

El valor que es necesario tratar de reducir al mínimo está, pues, representado por la suma:

*gastos de amortización + valor de la pérdida Joule*  
cuyos dos términos son función: el primero, de la sección  $s$  del conductor, el segundo, del inverso de esta sección.

Tal es el principio del razonamiento a que se refiere la regla conocida, pero poco empleada, de Lord Kelvin.

Esta regla, que permite conocer el valor más ventajoso que conviene dar a la sección de un conductor, puede, sin embargo, adquirir algún alcance práctico, si se sabe transponer el problema de la manera siguiente:

En lugar de la sección óptima se tratará de determinar cuánto aumenta la suma de los gastos anuales de explotación cuando la sección real del conductor es una fracción dada de esta sección óptima. Y en el fondo, esto constituye el verdadero conocimiento de esta pérdida que es el problema esencial, si se reconoce que la sección óptima en sí misma es raramente utilizable.

Examinaremos desde luego un caso sencillo, el transporte de una potencia constante por medio de una corriente continua, y sean:

$P$ , la potencia que ha de transmitirse, en kilovatios;  
 $I$ , la intensidad constante de la corriente, en amperios;

$L$ , la longitud de la canalización en kilómetros (medida según el trayecto real de los conductores);

$s$ , la sección de un conductor, en  $\text{cm}^2$ ;

$\rho$ , la resistividad del metal de los conductores, en microhmios centímetros;

$d$ , la densidad de este metal;

$f$ , el precio de la energía, en pesetas por kilovatio-hora;

$n$ , la duración anual del funcionamiento de la canalización, en horas;

$c$ , el precio del kilogramo de conductor, en pesetas;

$a$ , el tipo anual, en pesetas, de interés y de amortización de 1 peseta.

Designaremos, además, por  $A$  los gastos anuales de amortización y por  $J$  el valor anual de la pérdida Joule.

Con las unidades adoptadas, el peso de los conductores es:

$$2sLd \cdot 10^3 \text{ kilogramos,}$$

y su precio:

$$2sLdc \cdot 10^3 \text{ pesetas.}$$

De donde un gasto anual de amortización:

$$A = 2sLdca \cdot 10^3 \text{ pesetas.} \quad (1)$$

Observemos que se puede expresar este gasto de una manera algo diferente. El precio de un conductor es en efecto proporcional a su longitud y, entre ciertos límites, a su sección.

Designando  $\lambda$  un coeficiente de proporcionalidad, el precio de los conductores se escribe:

$$2\lambda sL \text{ pesetas,}$$

de donde

$$A = 2\lambda sLa \text{ pesetas.} \quad (2)$$

Se ve comparando (1) y (2), que

$$\lambda = dc \cdot 10^3 \quad (3)$$

$\lambda$  no es otra cosa que el precio kilométrico del cable en relación al  $\text{cm}^2$  de sección. El interés de esta notación particular aparecerá en ciertas aplicaciones.

Siendo la resistencia de los conductores

$$\frac{2\rho L}{s} \cdot 10^{-1} \text{ ohmios}$$

ocasiona una pérdida anual de

$$\frac{2\rho L}{s} I^2 n \cdot 10^{-4} \text{ vatios-horas,}$$

cuyo coste es

$$J = \frac{2\rho L}{s} I^2 n f \cdot 10^{-4} \text{ pesetas.} \quad (4)$$

Se tiene pues en definitiva:

$$A + J = 2sLdca \cdot 10^3 + \frac{2\rho L}{s} I^2 n f \cdot 10^{-4} \text{ ptas.} \quad (5)$$

Esta suma es mínima, al mismo tiempo que la expresión

$$\frac{A + J}{2L} = 10^3 \cdot dca + \frac{\rho n f I^2}{10^4 \cdot s} \quad (6)$$

cuya derivada por relación a  $s$

$$10^3 \cdot dca - \frac{\rho n f I^2}{10^4 \cdot s^2}$$

(1) (De L'Industrie Electrique)



se anula para

$$s = \frac{1}{10^3} \sqrt{\frac{\rho n f}{dca}} \quad (7)$$

Este valor *óptimo* de  $s$ , que será en adelante designado por  $\Sigma$ , corresponde a un mínimo de  $A + J$  puesto que la derivada segunda

$$+ \frac{\rho n f l^2}{10^4 \cdot s^3}$$

es positiva para todo valor de  $s$ .

A la sección  $\Sigma$  corresponde en fin la densidad de corriente *óptima*  $\Delta$ .

$$\Delta = \frac{1}{\Sigma} = 10^3 \sqrt{\frac{dca}{\rho n f}} \quad (8)$$

Es a este resultado al que se tiende generalmente y, de hecho, cuando se le quiere aplicar a los casos particulares, se reconoce que conduce a densidades de corriente inaceptables.

Designando por  $F$  el gasto anual de explotación y por  $C$  el conjunto de los gastos anuales que no dependen de  $s$ , se tiene:

$$F = C + A + J, \quad (9)$$

o teniendo en cuenta los valores anteriormente hallados para  $A$  y  $F$ :

$$F = C + 2sLdca \cdot 10^3 + \frac{2\rho L}{s} l^2 n f \cdot 10^{-4} \quad (10)$$

que se puede todavía expresar:

$$F = C + 2sLdca \cdot 10^3 + 2\rho Ls \left(\frac{l^2}{s^2}\right) n f \cdot 10^{-4} \quad (11)$$

Si en esta última relación reemplazamos  $s$  por  $\Sigma$  y  $\frac{l^2}{s^2}$  por  $\Delta^2$ , tendremos la expresión del gasto mínimo de explotación  $\psi$ , en las condiciones del problema.

Se halla:

$$\psi = C + 4 \Sigma Ldca \cdot 10^3 \quad (12)$$

De suerte que si se adopta para el conductor una sección cualquiera  $s$ , se aumentará el gasto de explotación, en relación al mínimo  $\psi$ , en una cantidad

$$F - \psi =$$

$$2sLdca \cdot 10^3 + 2\rho \frac{L}{s} l^2 n f \cdot 10^{-4} - 4 \Sigma Ldca \cdot 10^3 \quad (13)$$

A esta expresión de apariencia complicada, se le puede dar una forma sencilla introduciendo una variable auxiliar, la relación

$$\frac{s}{\Sigma} = x; \quad (14)$$

manteniendo  $\Sigma$ , que depende de una manera única de las condiciones del problema, como una constante.

Si, en (13), se efectúa la substitución

$$s = \Sigma \cdot x \quad (15)$$

se convierte

$$F - \psi = 2\Sigma xLdca \cdot 10^3 + 2\rho \frac{L}{\Sigma x} l^2 n f \cdot 10^{-4} - 4 \Sigma Ldca \cdot 10^3 \quad (16)$$

En esta expresión, el término

$$2\rho \frac{L}{\Sigma x} l^2 n f \cdot 10^{-4}$$

puede escribirse:

$$2\rho \frac{l^2}{\Sigma^2} \Sigma^2 n f \cdot 10^{-4}$$

Pues  $\frac{l^2}{\Sigma^2}$  no es otra cosa que el cuadrado  $\Delta^2$  de la densidad de corriente *óptima*. Reemplazando  $\Delta^2$  por el valor deducido de (8), el término en cuestión se convierte en

$$2 \frac{L}{x} dca \Sigma \cdot 10^3$$

y se tiene:

$$F - \psi = 2\Sigma xLdca \cdot 10^3 + 2 \frac{L}{x} dca \Sigma \cdot 10^3 - 4\Sigma Ldca \cdot 10^3 \quad (17)$$

que se reduce a

$$F - \psi = 2 \cdot 10^3 \cdot \Sigma Ldca \left(x + \frac{1}{x} - 2\right) \quad (18)$$

Poniendo

$$\begin{cases} Y = F - \psi \\ \beta = 2 \cdot 10^3 \cdot \Sigma Ldca \end{cases} \quad (19)$$

se tiene finalmente:

$$Y = \beta \left(x + \frac{1}{x} - 2\right) \quad (20)$$

$\beta$  es aquí una constante de la misma clase que  $\Sigma$ ; de suerte que, cuando se escoja una sección  $s$ , que es una fracción  $x$  de la sección *óptima*  $\Sigma$ , se aumentan los gastos anuales de explotación en una cantidad  $Y = F - \psi$  que aparece como producto por una constante de la ordenada  $y$  de la función

$$y = x + \frac{1}{x} - 2 \quad (21)$$

Esta ecuación representa una hipérbola que admite el eje  $Oy$  por asíntota y cuyo centro tiene por abscisa  $O$  y por ordenada  $-2$ .

Pasando por este centro la segunda asíntota, tiene por coeficiente angular el límite de la relación  $\frac{y}{x}$  cuando  $x$  tiende hacia el infinito.

$$\lim_{(x \rightarrow \infty)} \left(\frac{y}{x}\right) = \lim_{(x \rightarrow \infty)} \left(1 + \frac{1}{x^2} - \frac{2}{x}\right) = 1$$

Esta segunda asíntota es así paralela a la bisección del ángulo  $yOx$ ; corta pues el eje  $Ox$  en un punto donde la abscisa es 2.

Observemos que la derivada

$$\frac{dy}{dx} = 1 - \frac{1}{x^2}$$

se anula para  $x = \pm 1$ .

No hemos de repetir aquí que el valor  $x = +1$ , convirtiendo en positiva la segunda derivada, corresponde a un mínimo.

Para este valor  $x = +1$  se halla además que (21) dá:

$$y = 0$$



de donde resulta que en este punto la abscisa 1 es de la ordenada 0 y el eje  $Ox$  es tangente a la hipérbola (21). Es desde luego fácil construir esta curva, representada en la figura.

Las secciones que se han dado a los conductores son generalmente más pequeñas que las que se obtendrían con la aplicación de la fórmula (7). Resulta que  $x$  será con más frecuencia menor que 1.

Es, pues, sobre todo la rama de la hipérbola comprendida entre el eje de las  $y$  y la paralela

$$x - 1 = 0$$

a este eje, la que importa trazar, a la finalidad de las aplicaciones.

Teniendo la hipérbola (21) los coeficientes numéricos independientes de los dados particularmente en el problema, puede construirse de una vez para siempre; y esto es por lo que se le ha escogido con preferencia a la hipérbola (20).

La presencia del coeficiente  $\beta$  obligará en efecto a una construcción especial en cada problema.

Sin embargo, no es inútil recordar las relaciones que existen entre la hipérbola (2) y la familia de hipérbolas que representa la ecuación (20).

Las hipérbolas (20) admiten el eje  $Oy$  como asíntota; pero mientras que la abscisa del centro es todavía 0, la ordenada de este punto es  $= 2\beta$ . La segunda asíntota tiene por coeficiente angular  $\beta$  y por ecuación:

$$y + 2\beta = \beta x \quad \text{o} \quad y = \beta(x - 2).$$

Esta segunda asíntota corta, pues, siempre, el eje de las  $x$  en el mismo punto fijo de la abscisa  $e$ .

En fin, la función (20) pasa por un mínimo en el punto  $x = 1$ ,  $y = 0$ , de suerte que las hipérbolas (20) son todas tangentes al eje de las  $x$  en el mismo punto que la hipérbola (21).

De (20) y (21) se deduce:

$$Y = \beta y.$$

Estando trazada la hipérbola tipo (21) se obtendrá, pues, la hipérbola (20) correspondiente al problema particular, ampliando todas las ordenadas de la primera en la relación  $\beta$ . En otros términos: toda hipérbola particular se deducirá por proyección de la hipérbola (21).

La segunda asíntota de las hipérbolas (20) forma con  $Oy$  un ángulo  $\alpha$  cuya tangente es:

$$\text{tang. } \alpha = \frac{1}{\beta}.$$

de suerte que para los valores un poco grandes de  $\beta$  los trazados serán poco inteligibles, y esto es una nueva razón para limitarse a la construcción de la hipérbola tipo.

Nos resta examinar, la utilidad práctica que se puede sacar de estas consideraciones.

Cuando se adopta la sección óptima  $\Sigma$ , los gastos anuales de explotación toman, como se ha visto, su valor mínimo:

$$\psi = C + 4 \Sigma L d c a \cdot 10^3; \quad (22)$$

$C$  comprende los gastos que no dependen de la sección.

Se puede poner esta expresión bajo la forma:

$$\left. \begin{aligned} \psi &= C + \varphi \\ \varphi &= 4 \Sigma L d c a \cdot 10^3 \end{aligned} \right\} \quad (23)$$

o teniendo en cuenta el valor (19) de  $\beta$ :

$$\psi = C + 2\beta. \quad (24)$$

Pues el *mínimum de la porción de gastos anuales que dependen de la sección tiene por valor el doble del coeficiente  $\beta$* .

Si se toma una sección  $s = \Sigma x$ , diferente de  $\Sigma$ , los gastos de explotación se convierten en  $F$  y se tiene:

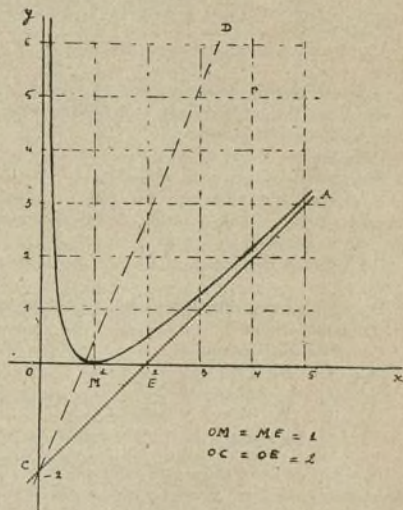
$$F - \psi = \beta \left( x + \frac{1}{x} - 2 \right) = \beta y \quad (25)$$

es decir:

$$F = \psi + \beta y = C + \varphi \beta y$$

o:

$$\left. \begin{aligned} F &= C + \varphi' \\ \varphi' &= \varphi + \beta y \end{aligned} \right\} \quad (26)$$



La comparación de estas dos últimas expresiones con (24) muestra que:

$$\frac{\varphi' - \varphi}{\varphi} = \frac{y}{2} \quad (27)$$

es el tipo de aumento de los gastos anuales que dependen de la sección, cuando se pasa de la sección  $\Sigma$  a la sección  $s$ .

Desde el punto de vista práctico, el método expuesto conduce a calcular desde luego la sección óptima  $\Sigma$ :

$$\Sigma = \frac{1}{10^3} \sqrt{\frac{p n f}{d c a}},$$

pues el coeficiente  $\beta$ :

$$\beta = 2 \cdot 10^3 \cdot \Sigma L d c a.$$

Si por una u otra razón, esta sección  $\Sigma$  no conviene, se formará la relación  $x$  de la sección adoptada con la sección óptima. La ordenada de la hipérbola tipo, correspondiente a este valor  $x$ , medida en la escala y multiplicada por  $\beta$  hará conocer cuánto aumentarán los gastos anuales por la substitución de  $\Sigma$ , de la sección escogida.

Este cálculo suplementario, poco complicado, no está desprovisto de interés y podrá contribuir a desva-



neces ciertas indecisiones en la elección de la sección.

En lugar del trazado de la hipérbola tipo se puede también utilizar los números de la tabla siguiente que dan los valores de  $x$  correspondientes a los valores regularmente crecientes de  $y$ :

Valores de $y$	Valores de $x$		Valores de $y$	Valores de $x$	
	< 1.	> 1.		< 1.	> 1.
0,05	0,80	1,25	0,90	0,40	2,50
0,10	0,73	1,37	1,00	0,382	2,618
0,20	0,64	1,56	1,50	0,314	3,186
0,30	0,583	1,817	2,00	0,268	3,732
0,40	0,536	1,863	3,00	0,209	4,79
0,50	0,50	2,00	4,00	0,172	5,828
0,60	0,47	2,13	5,00	0,146	6,854
0,70	0,443	2,257	10,00	0,0839	11,916
0,80	0,42	2,38	20,00	0,0456	21,45

Un ejemplo numérico esclarecerá el uso de esta tabla.

Sea una canalización de longitud  $L = 2$  km., destinada a conducir una corriente  $I$  de 50 amperios; los otros términos dados serán:

Densidad del cobre,  $d = 9$ ;

Precio de 1 kg. de cobre,  $c = 2$  pts.;

Tipo anual de amortización de 1 pts.,  $a = 0,0575$  (correspondiente a una duración de amortización de cerca de 30 años con un tipo de interés de 4 %);

Resistividad del metal,  $\rho = 1,6$  microhmio — cm.;

Duración anual de funcionamiento,  $n = 1000$  horas;

Precio del kilovatio,  $f = 0,18$  pts.

Se halla sucesivamente:

$$\Sigma = \frac{50}{10^3} \sqrt{\frac{1,6 \times 1000 \times 0,18}{9 \times 2 \times 0,0575}} = 0,834 \text{ cm}^2,$$

$$\beta = 2 \times 10^3 \times 0,834 \times 2 \times 9 \times 2 \times 0,0575 = 345,3.$$

Notemos de paso, sobre este valor de  $\beta$ , a cuales hipérbolas aplanadas, y por consecuencia inutilizables, conduciría la construcción directa de las hipérbolas  $Y = \beta y$ .

Si se adopta la sección  $\Sigma$  se tiene:

$$x = 1$$

$$Y = F - \psi = 0,$$

el gasto anual es entonces mínimo y la proporción de este gasto que es función de la sección tiene por valor:

$$\varphi = 2\beta = 690,60 \text{ pts.}$$

Con los términos dados que anteceden, la resistencia de la canalización

$$R = 2 \times 1,6 \times \frac{2}{0,834} \times 10^{-4} = 0,775 \text{ ohmio}$$

provocaría una caída de tensión:

$$0,775 \times 50 = 38,75 \text{ voltios.}$$

El precio del cobre será de:

$$2sLdc \cdot 10^3 = 2 \times 0,834 \times 2 \times 9 \times 2 \times 10^3 = 6084,80 \text{ pts.}$$

Supongamos que se estiman estos resultados inapreciables y que se necesita por ejemplo, aumentar la sección cerca de 50 por 100.

Se hallará entonces:

$$x = 1,5.$$

La tabla anterior demuestra que el valor correspondiente de  $y$  estará muy próximo a 0,20 de donde resultará un aumento de los gastos anuales.

$$Y = F - \psi = \beta y = 345,3 \times 0,2 = 69,10 \text{ pts.}$$

y un tipo de aumento de la proporción, variable,

$$\frac{y}{2} = 0,10.$$

Si al contrario, se quiere reducir la sección un 50 por 100, se deberá hacer:

$$x = 0,5$$

de donde:

$$y = 0,5.$$

El aumento de los gastos anuales será:

$$345,3 \times 0,5 = 172,50 \text{ pts.,}$$

o sea un tipo de aumento de

$$\frac{y}{2} = 0,25.$$

Hemos explicado, de intento, sobre un caso muy sencillo esta manera de utilizar la regla de Lord Kelvin. En realidad, la corriente tiene rara vez una intensidad constante; pero cuando se trata de un proyecto o del estudio de las condiciones de funcionamiento de una instalación ya existente, se puede siempre definir y determinar una corriente constante *equivalente* a la corriente real, es decir, que produzca anualmente la misma pérdida Joule. Se tratará sin mayores dificultades el caso de una corriente periódica. Hay además otras consideraciones más importantes que elucidar.

No hemos incluido en la apreciación de la amortización anual más que el precio del metal de los conductores sin tener en cuenta otros gastos, tales como el entretenimiento de la canalización. Para estos últimos, se estima frecuentemente, en los cálculos de este género, que son proporcionales a la sección del conductor y se les incluye en el término  $a$ , tipo anual de intereses y amortización. Esta manera de operar parece discutible por más de un concepto. No se duplica el entretenimiento, cuando se duplica la sección de una canalización. Si hay proporcionalidad, esta no puede ser más que para una variación limitada de la sección. Desde luego creemos preferible razonar de otro modo.

Supongamos que se trata de estudiar un proyecto. De una manera general no se puede pedir una precisión excesiva a los cálculos que se apoyan por sí mismos en apreciaciones clasificadas y deducidas sobre todo según su grado de probabilidad; éstas encierran siempre una cierta parte de incertidumbre.

Y de suponer que fuesen rigurosamente conocidas en el momento del estudio, estos datos cesarían de ser exactos algunos meses o algunos años después, porque si la canalización continúa como se ha establecido, la potencia producida debe seguir todas las fluctuaciones de la demanda. El cálculo de una sección es pues, desde el punto de vista práctico, una operación de carácter esencialmente aproximativo e importa menos investigar un valor perfectamente exacto correspondiente a estos datos rígidos que determinar con cuidado el orden de la magnitud de las diversas repercusiones económicas que resultarán de las variaciones de estos datos.

Volviendo a los gastos de entretenimiento, en ma-



teria de proyectos no pueden sino evaluarse y mejor es todavía basar el proyecto sobre la explotación de instalaciones existentes lo más parecidas posible a la que se estudie. Se obtendrán así datos de un gran valor que bastará modificar ligeramente teniendo en cuenta las diferencias técnicas de las instalaciones comparadas y de las contingencias locales entre las cuales se debe mover.

Hecho esto, si se trata de escoger entre secciones muy próximas, habrá que contentarse con considerar estos gastos como constantes; si por el contrario se trata de secciones muy diferentes, esto es, que se proyectan tensiones de distribución igualmente muy diferentes, y ateniéndose a la manera de ver que hemos indicado, la comparación con las instalaciones existentes de los potenciales próximos habrá conducido a las constantes que bastará introducir convenientemente en los cálculos.

Designaremos como ejemplo por  $\Sigma_1$ ,  $\Sigma_2$ , las secciones óptimas necesariamente diferentes que corresponden a dos tensiones, y por consiguiente a dos corrientes diferentes, y determinadas en cada uno de estos dos casos por los procedimientos que hemos detallado. Sean también  $S_1$  y  $S_2$  las secciones respectivamente diferentes de  $\Sigma_1$  y  $\Sigma_2$ , una de las cuales se cuenta adoptar. Conservaremos todas las demás notaciones hasta aquí empleadas y afectemos respectivamente con los índices 1 y 2 las cantidades que se refieren a  $\Sigma_1$ ,  $\Sigma_2$ . Sean en fin,  $E_1$  y  $E_2$  los gastos anuales de entretenimiento, supuestos constantes.

Tendremos:

$$\left. \begin{aligned} \psi_1 &= C + E_1 + 2\beta_1 \\ F_1 - \psi_1 &= \beta_1 y \end{aligned} \right\} (28)$$

así como:

$$\left. \begin{aligned} \psi_2 &= C + E_2 + 2\beta_2 \\ F_2 - \psi_2 &= \beta_2 y \end{aligned} \right\} (29)$$

de donde se deduce:

$$\psi_1 - \psi_2 = E_1 - E_2 + 2(\beta_1 - \beta_2). \quad (30)$$

Si, para fijar las ideas, resulta de (30) que:

$$\psi_1 > \psi_2$$

se comparará  $F_1$ , como  $F_2$ , a  $\psi_2$ :

$$\left. \begin{aligned} F_1 - \psi_2 &= \beta_1 y + \psi_1 - \psi_2 \\ &= \beta_1 y + (E_1 - E_2) + 2(\beta_1 - \beta_2). \end{aligned} \right\} (31)$$

En apoyo de estas observaciones añadiremos que la tensión de distribución y la potencia suministrada en sobrecarga son, mucho más que la sección, los factores que influyen sobre los gastos de entretenimiento. Pero tampoco es ésta cuestión de proporcionalidad, pues intervienen otros elementos tales como el modo de construir los soportes, el tipo de trabajo mecánico del metal de los conductores, las intemperies, etc., influencias todas sólo evaluables bajo la forma de una estadística media, como antes hemos hecho.

Otra cuestión que examinar es la amortización del gasto de instalación, que además del precio del metal de los conductores, comprende todavía, para atenerse a lo principal, el precio de los aisladores, soportes, trabajos de arte y mano de obra en general; conjunto complejo de factores, algunos de los cuales excluyen todavía toda idea de proporcionalidad.

Nos ceñiremos para no salir de los límites de este

estudio, a bosquejar la manera general de proceder.

Observaremos desde luego que si el precio de los conductores está bien determinado, así como con rigor el de los soportes, el precio de los otros elementos de la canalización no pueden determinarse sino por apreciación análoga y con incertidumbres de una importancia con frecuencia muy apreciable.

Si se trata de una instalación ya existente la que se estudia, de las más sencillas, bastará relacionar el precio de fabricación de la canalización al peso total de los conductores; se obtendrá así el precio del kilogramo de conductor *instalado*, que se introducirá en los cálculos como siendo el valor particular de  $c$ .

Cuando la canalización es subterránea, se puede, desde el punto de vista del precio, dividirlo en dos partes, comprendiendo una los cables, cuyo precio en kilogramos se conoce, y la segunda todos los demás elementos cuyo precio podrá generalmente tratarse como una constante, y se operan como se ha explicado a propósito de los gastos de entretenimiento.

De una manera general, se procurará de esta suerte conseguir en las aplicaciones separar del precio de fabricación estimado, los elementos que en las condiciones del problema quedarían igual si la sección cambiase; este sería el caso, por ejemplo, de los soportes de canalización aérea, dentro de amplios límites de variación en la sección. De estos elementos agrupados separadamente se formará una constante, válida para un cierto campo de variaciones de la sección, y se sumará todo el resto en conjunto, al peso del conductor, que dará el valor de  $c$  propio al caso examinado. Bien entendido que, si nos vemos conducidos al resultado de una sección que se encuentre fuera de los límites de admisión de la constante se determinará un nuevo valor de esta constante conveniente a un nuevo grupo de valores de la sección.

Aplicado de esta manera el método, dará siempre indicaciones correctas.

La determinación completa de una sección, no puede resultar de la sola aplicación de las reglas que preceden. Es necesario todavía tener en cuenta las tensiones y el calentamiento de los conductores, reglas cuyo carácter es el de imponer límites prácticos fuera de los cuales la instalación no podría realizarse de una manera industrial, aun cuando el principio de economía se hallare satisfecho.

Para la condición de calentamiento, el único cálculo consiste en asegurarse de que la densidad de corriente verifique una cierta desigualdad. Se tomará por otra parte la precaución de dar a  $p$  y  $d$  los valores que corresponden a la temperatura media de los conductores, la cual no puede determinarse más que por apreciación.

Examinaremos un poco más en detalle la cuestión de la caída de tensión.

Conservaremos siempre las notaciones y unidades hasta aquí empleadas designando por:

$U_0$  la tensión en el origen de la canalización;

$U_a$  la tensión en su punto de término;

$P$  la potencia transportada, medida en este último punto; y definiremos un coeficiente  $\alpha$ , tipo de la caída de tensión:

$$\alpha = \frac{U_0 - U_a}{U_0} = \frac{RI}{U_0} = \frac{Rl^2}{U_0 l}. \quad (32)$$



Este coeficiente no es pues otro que la relación entre la potencia perdida en la canalización por el efecto Joule, y la potencia que se le suministra. Entre este coeficiente y el rendimiento  $\gamma$  de la canalización, existe la relación:

$$\gamma = 1 - \alpha.$$

De la fórmula (32) se deduce:

$$U_a = U_o (1 - \alpha), \quad (33)$$

y como  $P = U_a I \cdot 10^{-3}$  se tiene:

$$I = \frac{P \cdot 10^3}{U_o (1 - \alpha)}, \quad (34)$$

Conforme (32) se tiene todavía:

$$U_o - U_a = \alpha U_o = RI. \quad (35)$$

Llevando a esta relación los valores de  $I$  (34) y de  $R$ ,

$$R = 2\rho \frac{L}{S} \cdot 10^{-1} \text{ ohmios},$$

se deduce:

$$\alpha (1 - \alpha) U_o^2 = 0,2 L P \rho \cdot 10^3. \quad (36)$$

Las ecuaciones (34) y (36) unidas a las ecuaciones (7), (8), (19) y a la hipérbola tipo o a la tabla correspondiente, permiten estudiar bajo todas esas fases, de una manera sencilla y práctica, una cuestión de esta naturaleza.

Entre las diferentes maneras de utilizar estas fórmulas, véase una muy sencilla.

Se calcula  $\Sigma$  y  $\beta$  por medio de las fórmulas (7) y (19), después  $s$  por medio de la fórmula (36), después de dadas  $\alpha$  y  $U_o$ . Se forma entonces la relación  $\alpha = \frac{s}{\Sigma}$

y conforme al trazado de la hipérbola tipo o a los números de la tabla de los valores de  $y$  y el valor de  $\beta$ , se deduce si el grupo de valores  $s, \alpha, U_o$ , puede conservarse; si se estima que no puede ser, ya se está advertido del sentido en el que es necesario buscar la modificación.

Se deduce de la ecuación (36), diferenciando después de haber tomado los logaritmos:

$$\frac{ds}{s} + \frac{d\alpha}{\alpha} + \frac{2dU_o}{U_o} - \frac{d\alpha}{1-\alpha} = 0,$$

ó:

$$\frac{ds}{s} + 2 \frac{dU_o}{U_o} + \frac{1-2\alpha}{1-\alpha} \cdot \frac{d\alpha}{\alpha} = 0 \quad (37)$$

expresión que, en ciertos casos, se prestará con alguna comodidad a precisar los valores de  $s, U_o, \alpha$ . En efecto,

$\frac{ds}{s}, \frac{dU_o}{U_o}, \frac{d\alpha}{\alpha}$  pueden considerarse como los tipos de variaciones de estas tres cantidades alrededor de valores numéricos dados y bajo condición de que  $ds, dU_o, d\alpha$ , queden limitados. En este caso  $\frac{1-2\alpha}{1-\alpha}$  se convierte en un coeficiente numérico (par-

ticular a cada valor de  $\alpha$ ), y si una cualquiera de las tres cantidades  $s, U_o$  ó  $\alpha$  permanece constante, la ecuación (37) proporcionará inmediatamente una relación entre las variaciones de las otras dos.

El segundo miembro de (36) es una constante para un problema particular. Si por lo tanto se designan por los acentos primero y segundo, dos grupos de valores numéricos de  $s, \alpha, U_o$ , se tendrá.

$$\frac{s'}{s''} \cdot \frac{\alpha'}{\alpha''} \cdot \frac{1-\alpha'}{1-\alpha''} \cdot \frac{U_o'^2}{U_o''^2} = 1. \quad (38)$$

Tomemos de nuevo el ejemplo numérico que hemos tratado más arriba; éste conducirá para  $\alpha$  al valor:

$$\alpha = \frac{38,75}{600} = 0,065.$$

Conservamos siempre el mismo valor de  $U_o = 800$  voltios. Si se hace  $\alpha = 0,05$ , se deducirá de (36):

$$s = 1,05,$$

lo que dará:

$$x = \frac{s}{\Sigma} = \frac{1,05}{0,834} = 1,26;$$

de donde, según la tabla de los valores de  $y$ ,

$$y = 0,05$$

y como  $\beta = 345,3$ , se vé que los gastos anuales varían algo más de 17 pesetas si se adopta la sección de 105 mm<sup>2</sup>. Desde el punto de vista económico, estas dos secciones son pues equivalentes.

Busquemos entonces, en lo que se convertirá  $U_o$  si se deseara hacer a la vez

$$\alpha = 0,05 \quad y \quad s = 0,834.$$

La ecuación (38), en la cual se hace  $\frac{s'}{s''} = 1$ , da

$$U_o' = 768 \text{ voltios}.$$

Supongamos que no se puede pasar prácticamente de 725 voltios; la variación correspondiente de  $\alpha$  podrá obtenerse por medio de (37), en la cual se hará:

$$ds = 0,$$

de donde:

$$\frac{d\alpha}{\alpha} = -2 \frac{1-\alpha}{1-2\alpha} \cdot \frac{dU_o}{U_o}$$

$$\frac{1-\alpha}{1-2\alpha} = 1,05 \quad y \quad \frac{dU_o}{U_o} = \frac{43}{768} = -0,056$$

y por consecuencia:

$$\frac{d\alpha}{\alpha} = +0,117.$$

Este ejemplo numérico no tiene otro objeto que demostrar concretamente un procedimiento de cálculo cuya base es la regla de Lord Kelvin, pero que permite deducir de esta regla las conclusiones prácticas.

Creemos que el partido que se puede sacar, resalta bastante y nos contentaremos con señalar aquí que algunas de estas consideraciones son susceptibles de cierta extensión y desarrollo interesante.

CH. VALLET.

### Preparación del bronce de magnesio

El bronce de magnesio, que posee gran tenacidad y cierta dureza, sin que se alteren las otras propiedades del bronce ordinario, es generalmente preparado como sigue: El cobre puro o aleado a otros metales,

se fande con magnesio o con materias susceptibles de producirle por reacción química. La combinación obtenida es luego tratada por los procedimientos usuales y con arreglo a la aplicación que se la quiera dar.



## Sobre los espectros de los rayos X de elementos isotopos

Sabemos por las investigaciones de Rutherford y Andrade que los espectros de los rayos  $\gamma$  de Ra B y Ra C presentan una concordancia esencial con los espectros de los rayos X de sus isotopos. No es fácil juzgar de la extensión de esta concordancia en cuanto al valor numérico de las longitudes de onda, por las mediciones practicadas en condiciones diferentes. Parece por lo tanto que la diferencia eventual es inferior a los límites del error.

Una comparación de los espectros de los rayos  $\gamma$  de las materias radioactivas con los espectros de los rayos X de sus isotopos, parece menos fácil que un estudio análogo de los espectros de los rayos X de isotopos diferentes. Teniendo por finalidad un estudio semejante, existen desde luego dos isotopos: plomo Ra G, porque el Ra G existe en pureza y en cantidades suficientes y que por otra parte, el peso atómico está bien definido. Es sabido que M. O. Hœnigsmid, utilizando el mineral uranita puro, cristalizado, procedente de Morogoro, ha logrado producir una preparación de una pureza excepcional. Gracias a la amable complacencia del profesor Hœnigsmid hemos tenido la ocasión de comparar nosotros mismos los espectros de los rayos X de esta preparación de Ra G<sup>(1)</sup> con los del plomo ordinario.

Nuestro estudio nos conduce tanto sobre la serie L como sobre las líneas más fuertes ( $\alpha\beta$ ) de la serie de Dans; en uno y otro caso, los dos espectros fueron reproducidos sobre una misma placa, en condiciones absolutamente idénticas.

Interceptando los rayos por medio de una pantalla de plomo, hemos logrado que una banda en el centro de la placa fuese iluminada por el espectro de los rayos X del Ra G en tanto que el espectro del plomo se reproducía sobre las partes exteriores. En algunos casos no se ha podido comprobar el desplazamiento ni otra variación de las líneas espectrales.

Nos consta, pues, como resultado final, que las longitudes de onda de los espectros X de los isotopos plomo Ra G, con la exactitud adquirida de cerca de  $0,0001 \cdot 10^{-8}$  cm. están en conjunto en concordancia.

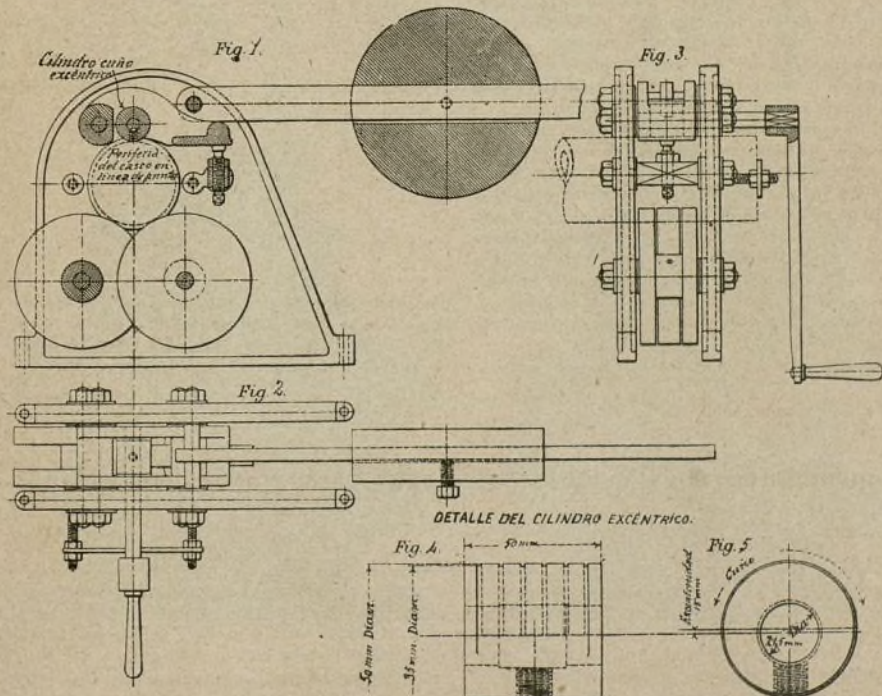
Ha sido ya comprobado de antemano que los espectros ordinarios, visibles y ultravioletados, son igualmente idénticos de suerte que la diferencia en las oscilaciones atómicas producidas por la masa diferente del núcleo del átomo, escapa a nuestras mediciones, suposición a la cual predisponen ya las reflexiones puramente teóricas.

(1) El peso atómico de la preparación es según las constataciones de Hœnigsmid 206,05, en tanto que el del plomo ordinario es de 207,18.

## Máquinas para marcar cascos de granadas

Una de las prácticas más delicadas en la fabricación de granadas es la operación de marcar sus cascos, para

lo que se emplean dos máquinas o aparatos, una para marcar las bases o culotes y otra para marcar la peri-

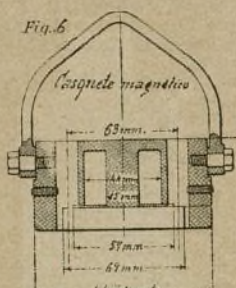




feria. El marcador de esta última clase actualmente en mayor uso, es el representado en detalle en las figuras 1 a 5. La forma es la de un cilindro de cuño, excéntrico

facilidad 240 cascos por hora. Un cilindro ha llegado a marcar hasta 40.000 granadas. El desgaste es naturalmente mayor en el caso de los shrapnel, pero así es mínimo.

El aparato o máquina para marcar culotes se representa también en sus detalles en las figuras 6 a 10. La pieza marcadora se asegura a la base del casco de la granada por medio de un casquete magnético. Los cuños sueltos se insertan e introducen por las aberturas, verificándose la operación de marcar, a martillo. Los cuños están contruidos en forma que pueden girar y desprenderse por medio de cuñas. El casquete magnético sirve también para elevar el casco por me-



el cual contiene la matriz de la marca permanente que se ha de imprimir en el casco de la granada, pero contiene además este cilindro aberturas adecuadas para colocar caracteres cambiables para marcar la fecha, números específicos de series, etc., y cualquier otra notación de carácter variable que convenga. Los primeros modelos de este marcador, tenían cilindros concéntricos y el peso para verificar la presión se elevaba a mano cada vez que se introducía un casco.

El cilindro excéntrico evita esta necesidad; como el casco se puede insertar después que la parte marcadora del cilindro, la cual está en la parte de excentricidad máxima, el manubrio que conduce el peso da la presión al tiempo que se dirige hacia abajo, de suerte que la simple acción de dar vuelta al manubrio para marcar el casco, automáticamente hace obrar al peso.

Con esta disposición los cascos se marcan tan rápidamente como pueden introducirse en la máquina, pudiendo llevar o hacer funcionar el manubrio una muchacha.

Con esta máquina se pueden marcar con la mayor

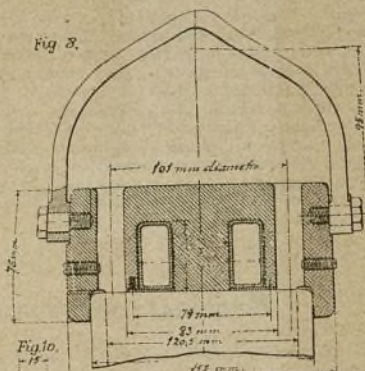


Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 11.

Fig. 12.

Fig. 13.

Fig. 14.

Fig. 15.

Fig. 16.

Fig. 17.

Fig. 18.

Fig. 19.

Fig. 20.

Fig. 21.

Fig. 22.

Fig. 23.

Fig. 24.

Fig. 25.

Fig. 26.

Fig. 27.

Fig. 28.

Fig. 29.

Fig. 30.

Fig. 31.

Fig. 32.

Fig. 33.

Fig. 34.

Fig. 35.

Fig. 36.

Fig. 37.

Fig. 38.

Fig. 39.

Fig. 40.

Fig. 41.

Fig. 42.

Fig. 43.

Fig. 44.

Fig. 45.

dió de una polea como es corriente. Con este aparato, una muchacha puede con toda facilidad marcar 60 cascos por hora, incluyendo todas las maniobras necesarias para la operación.

## Taquímetro a dos líquidos (patentado) para grandes velocidades

(VÉASE MODELO DESMONTABLE)

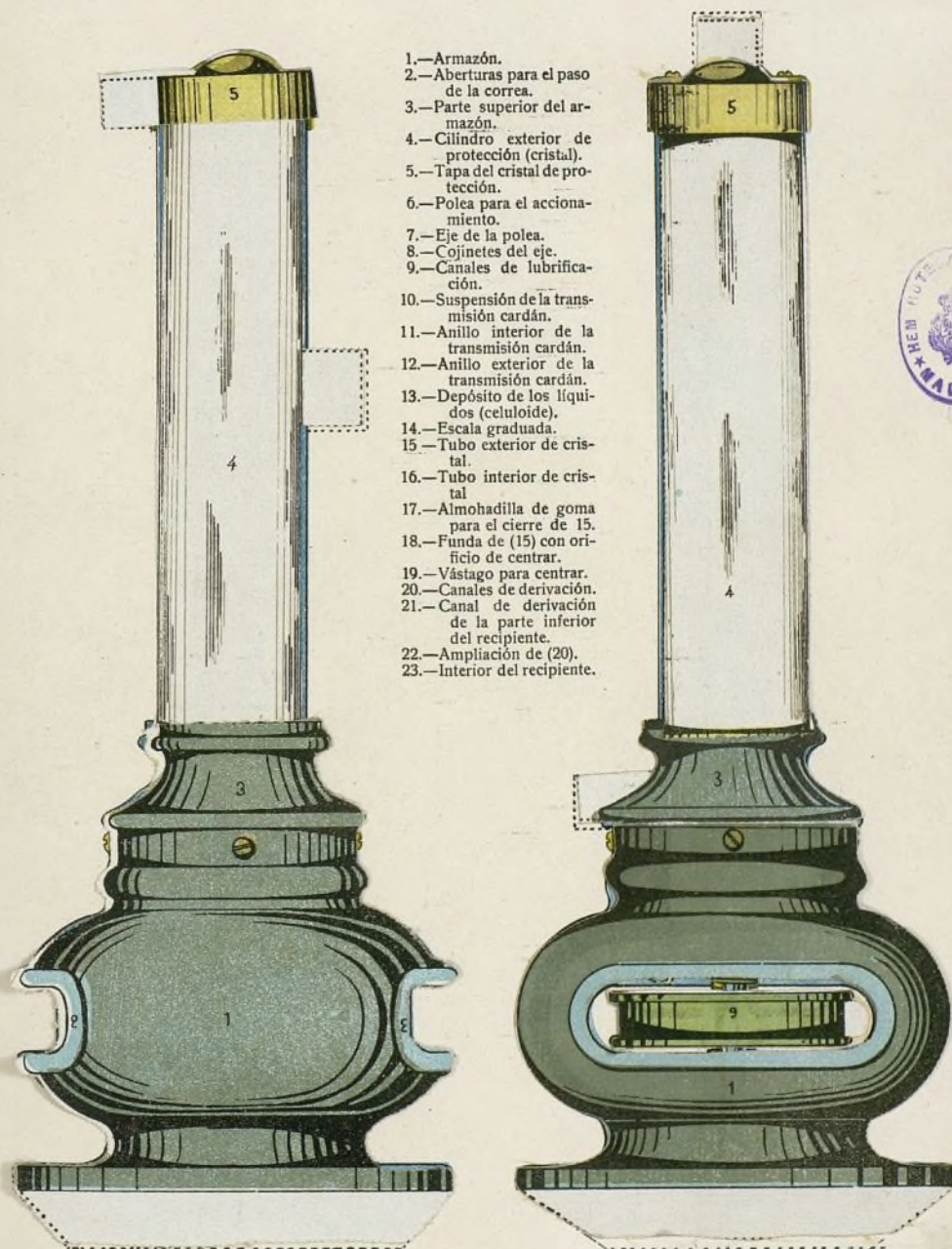
El aparato que representa nuestro modelo desmontable, está construido para ser acoplado a máquinas de grandes velocidades, para medir las mismas automáticamente; la construcción en esquema es la siguiente:

En un recipiente se encuentran dos cuerpos, como por ejemplo, glicerina y aire. En estado de reposo, estos se encuentran separados por la diferencia de su

densidad. Ahora bien; si el recipiente empieza a girar rápidamente, la fuerza centrífuga que se desarrolla en la glicerina, tiende a obligar a esta a ascender por un tubo de cristal, hasta una altura determinada, la cual está siempre en relación a la velocidad con que gire el recipiente en cuestión. La burbuja de aire o sea el nivel de la glicerina, penetra en el tubo vertical y as-



# TAQUÍMETRO A DOS LÍQUIDOS PARA GRANDES VELOCIDADES





ciendo  
leyén  
obten  
dio de  
El  
liquid  
otro  
que n  
liquid  
ficios  
ve ob  
una a  
de re

en l

Pa  
un mo  
técnic  
guien  
1.  
2.  
máqui  
3.  
mient

En  
motor  
gimen  
del m  
máqui  
ción o

La  
es *ac*  
según  
si se  
duccie  
mente

Si  
condu  
mente  
diver  
emple

Si  
es P.  
tencia  
máqui  
embar  
a este  
difícil  
el hec

C  
quina  
siones  
veloc  
nota a  
la cu

(1)



ciende más o menos, según la velocidad de la máquina, leyéndose sobre la escala graduada el resultado que se obtenga. Esta escala es graduada de antemano por medio de comprobaciones al efecto.

El aparato que nuestro modelo presenta utiliza dos líquidos, uno de ellos de mucho peso específico, y el otro de poco. Estos líquidos son de tal constitución, que nunca pueden mezclarse. Al girar el recipiente, el líquido de mucho peso específico se escapa por los orificios laterales empujando al líquido ligero, el cual se ve obligado a ascender por el tubo de cristal, hasta una altura determinada, la cual corresponde al número de revoluciones de la máquina a que se haya acoplado.

El accionamiento se verifica por una correa que transmite la fuerza a la polea 6.

Estos aparatos miden velocidades hasta 12.000 revoluciones por minuto, pudiendo, por lo tanto, ser acoplados a turbinas de vapor, y otros aparatos de grandes velocidades.

Como es natural, modificando su construcción, pueden utilizarse también para medir con exactitud, velocidades pequeñas, adaptándolos para estos casos.

La transmisión cardan anotada en (11) y (12) se construye con objeto de evitar trepidaciones a los tubos centrales.

SANTIAGO LÓPEZ TAPIAS, Ingeniero E. M.

## Determinación de las pérdidas por frotamiento y ventilación en las máquinas eléctricas: empleo del método de amortiguamiento<sup>(1)</sup>

### Diferentes métodos de determinación

Para determinar el par de resistencias pasivas de un motor o de un generador eléctrico cualquiera, el técnico tiene a su disposición los tres métodos siguientes:

- 1.º Empleo de un motor auxiliar;
- 2.º Por correcciones hechas directamente sobre la máquina en ensayo;
- 3.º Método de Routin o método de amortiguamiento.

**Empleo de un motor auxiliar.** — Se emplea un motor auxiliar cuyo rendimiento, en los diferentes regímenes de marcha, se ha determinado previamente del modo más preciso posible. Este motor arrastra la máquina de ensayo sea directamente por la intermediación de un manguito de acoplamiento, sea por correa.

La elección del modo de arrastre—que en principio es *ad libitum*—se impone alguna vez por sí misma según la naturaleza de la máquina que debe ensayarse: si se trata de un turboalternador, por ejemplo, la conducción directa por el motor auxiliar será evidentemente preferible a la de correa.

Sin embargo, aparte algunos casos especiales, la conducción por correa es la más utilizada corriente en las plataformas de ensayo, en razón de la diversidad de velocidad que permite realizar por el empleo de poleas de dimensiones apropiadas.

Si la potencia absorbida por el motor de arrastre es  $P$ , siendo  $\eta$  el rendimiento correspondiente, la potencia necesaria para las resistencias pasivas de la máquina sometida al ensayo, será  $\eta P$ . Es de notar, sin embargo, que, en el caso del ataque por correa, falta a este método un poco de precisión, porque es muy difícil evaluar de manera exacta la energía perdida por el hecho del resbalamiento de la correa.

**Correcciones hechas directamente sobre la máquina en ensayo.** — Se alimenta esta última bajo tensiones variables teniendo cuidado de mantener su velocidad constante e igual a su valor normal, y se nota a cada tensión, la potencia absorbida: trazando la curva de potencias en función de las tensiones,

se obtiene la curva C de la figura 1 que, extrapolada hasta la abscisa nula, da en OA el valor de las resistencias pasivas buscadas.

Muy sencillo en principio, este método es de una aplicación menos fácil de lo que pudiera creerse: consideremos, por ejemplo, el caso de un motor asíncrono cuyas pérdidas por frotamiento y ventilación deban investigarse. Se ajusta la curva de los vatios en vacío para las tensiones progresivamente débiles, como antes se ha indicado. Si, como es general el caso, la frecuencia no es sensiblemente constante, la máquina funcio-

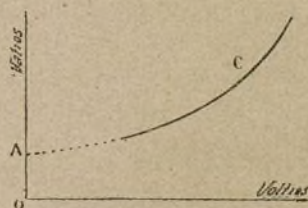


Fig. 1.—Curva de las pérdidas en vacío.

nará tanto como motor, tanto como generatriz asíncrona, de suerte que los fenómenos *vatiados* de aceleración del rotor se superpondrán a los que se trata de medir, haciendo las lecturas del vatímetro muy difíciles. Si las pérdidas en las planchas son, a la tensión normal, relativamente elevadas en relación a las de frotamiento y ventilación, el fenómeno será tanto más acusado cuanto que la tensión sea más débil, hasta el punto de hacer imposible toda medición.

En el caso de ensayos sobre material de corriente continua, los efectos del mismo orden pueden intervenir (aunque menos necesariamente que en el caso de motores asíncronos) cuando se produzca una variación brusca de la tensión de alimentación.

Para llevar a cabo un ensayo ejecutado según este procedimiento, habrá pues que procurar que la tensión, para cada regulación, si se trata de motores o de generatrices de corriente continua, o la frecuencia en el caso de motores asíncronos, sea lo más constante posible.

(1) De La Technique Moderne.



**Método de Routin o de amortiguamiento.**—Este método, del cual nos ocuparemos exclusivamente en lo que sigue, es en la mayor parte de los casos el que da los resultados más precisos, y su aplicación fácil justifica un empleo más frecuente del que se hace generalmente.

Aunque ya se encuentre expuesto en todos los cursos y tratados de electricidad, recordaremos que consiste en lanzar la máquina que deba ensayarse a una velocidad un poco superior de la normal, después de haber cortado la corriente de alimentación, ajustando la curva de disminución de la velocidad angular en función del tiempo.

Si  $I$  designa el momento de inercia del rotor,  $\omega$  su velocidad angular en el instante  $t$ ,  $C_r$  el valor del par correspondiente a las resistencias pasivas, el teorema de la derivada del momento de la cantidad de movimiento da la ecuación:

$$I \frac{d\omega}{dt} = -C_r. \quad (1)$$

Sean (fig. 2), (c) la curva de disminución de velocidad y A el punto correspondiente a la velocidad con relación a la cual se investiga  $C_r$ .

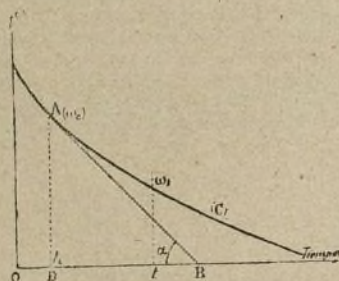


Fig. 2.—Curva de amortiguamiento.

Llevando a A la tangente a la curva (c) se tendrá:

$$\frac{d\omega}{dt} = \text{tang. } x = \frac{AD}{DB}.$$

Habiéndose determinado por un medio cualquiera, el momento de inercia  $I$  del rotor, sea por el cálculo, sea experimentalmente, la ecuación (1) dará inmediatamente el valor del par buscado.

Este par se obtendrá muy exactamente si  $I$  y tang.  $x$  se han determinado con la mayor precisión posible; en el caso contrario, el error relativo cometido sobre  $C_r$  será, según la relación:

$$\frac{dC_r}{C_r} = \frac{dI}{I} + \frac{d(\text{tang. } x)}{\text{tang. } x},$$

la suma de los errores relativos cometidos sobre los dos factores  $I$  y tang.  $x$ .

Pero el trazado, hecho por sentimiento de la tangente AB es acompañado casi siempre de un error de gráfico que alcanza de 5 a 10 por 100, de suerte que en la mayor parte de los casos (sin mencionar el que puede cometerse sobre  $I$ ) el error que alcanzará  $C_r$  estará lejos de ser despreciable.

Con objeto de suprimir esta causa de error, nos ha parecido interesante sustituir el trazado de la tangen-

te, que no es en el fondo sino una diferencia hecha al juzgar el método de integración (más sencillo si bien los cálculos son un poco más largos) que vamos a exponer.

Se puede indicar que  $C_r$  es la suma de dos términos: uno  $C_f$  relativo a los frotamientos del árbol en sus cojinetes y de las escobillas sobre el colector; el otro  $C_v$  representa el par debido a la ventilación de la máquina.

El término  $C_f$  es, según los casos, constante o variable con la velocidad según una ley todavía mal definida en la hora actual.

Es natural admitir que  $C_f$ , supuesta función de  $\omega$ , estará suficientemente representado por una fórmula de tres términos:

$$C_f = A + B\omega + c_1\omega^2$$

en la cual los coeficientes  $B$  y  $c_1$  serán nulos simultáneamente si  $C_1$  es independiente de la velocidad.

En cuanto a  $C_v$ , es como se sabe, proporcional al cuadrado de la velocidad, de suerte que puede escribirse:

$$C_v = c_2\omega^2.$$

Por consiguiente:

$$C_r = C_f + C_v = A + B\omega + C\omega^2,$$

poniendo:

$$C = c_1 + c_2.$$

La ecuación (1) se convierte entonces en

$$-I \frac{d\omega}{dt} = A + B\omega + C\omega^2$$

o también:

$$-I d\omega = Adt + B\omega dt + C\omega^2 dt$$

e integrando entre los límites  $t_0$  y  $t_1$ :

$$-I \left[ \omega \right]_{t_0}^{t_1} = A(t_1 - t_0) + B \int_{t_0}^{t_1} \omega dt + C \int_{t_0}^{t_1} \omega^2 dt$$

$$I(\omega_0 - \omega_1) = A(t_1 - t_0) + B \int_{t_0}^{t_1} \omega dt + C \int_{t_0}^{t_1} \omega^2 dt,$$

La integral  $\int_{t_0}^{t_1} \omega dt$  es fácil de evaluar; representa el aire comprendido entre la curva de disminución (c), el eje de las abscisas y las paralelas al eje de  $\omega$  correspondiente a las abscisas  $t_0$  y  $t_1$ .

Por lo mismo  $\int_{t_0}^{t_1} \omega^2 dt$  representa la superficie comprendida entre una curva (c)<sup>2</sup> fácil de trazar, puesto que sus ordenadas son iguales al cuadrado de las de la curva conocida (c), el eje de los tiempos y las dos rectas  $t = t_0$  y  $t = t_1$ .

La medida de estas superficies puede hacerse con planímetro y se obtendrá así una ecuación de primer grado en  $A$ ,  $B$ ,  $C$ .

Repitiendo el cálculo para otros dos intervalos de integración  $t_0 - t_4$  y  $t_0 - t_3$ , se obtendrán dos nuevas ecuaciones que unidas a la primera permitirán determinar los valores numéricos de los coeficientes  $A$ ,  $B$ ,  $C$ . El par resistente para cada velocidad se deducirá fácilmente.

Podemos observar que generalmente  $c_1$ , coeficiente de  $\omega^2$  en la fórmula indicada para  $C_f$  es muy débil si no nulo; en estas condiciones, si se trata de máquinas de gran velocidad, de turboalternadores, por ejem-



plo, donde el efecto de la ventilación prepondera, se puede decir que a poco más la expresión  $C\omega^2$  no concierne al par debido a la ventilación.

En el caso particular escogido, este método permite pues, además, separar al menos aproximadamente, las pérdidas por frotamientos de las pérdidas por ventilación. Ya veremos sobre un ejemplo el interés que presenta esta descomposición.

Hemos aplicado este método a las máquinas indicadas a continuación:

Alternador trifásico de 1.700 k. v. a. . . . . 428 t./m.  
Motor trifásico de 600 H.P. . . . . 428 t./m.  
Motor de corriente continua de 200 H.P. . . . . 3.000 t./m.  
Alternador trifásico de 2.600 k. v. a. . . . . 500 t./m.  
Alternador bifásico de 12.500 k. v. a. . . . . 1.250 t./m.

cuyas curvas de velocidad han sido ajustadas a la placa de ensayo de los talleres de electricidad de Champagne-sur-Seine, por los cuales han sido construidas estas máquinas.

Señalaremos de antemano para facilitar la lectura de las tablas que siguen, que la evaluación de los términos:

$$\int_{t_0}^{t_1} \omega dt \quad \text{y} \quad \int_{t_0}^{t_1} \omega^2 dt$$

no se ha hecho con el planímetro, sino descomponiendo la curva (c) en un gran número de elementos para que en cada intervalo (c) y (c') puedan considerarse como rectas asimilando el área de un elemento a la de un trapecio.

### Aplicaciones

*Ejemplo I.*—Alternador de 1.700 k. v. a. de 428 t./m. (Sociedad hidroeléctrica de la Bidoire).

La curva de amortiguamiento de esta máquina aparece en la figura 3.

El cuadro numérico I da todas las indicaciones útiles sobre la manera como se han conducido los cálculos.

CUADRO I

Cálculos relativos al alternador de 1700 k. v. a. 428 t./m.

Tiempo en segundos	Velocidad en nt./m.	$\Delta T$	$n\Delta T$	$\Sigma n\Delta T$	$n^2$	$n^2\Delta T$	$\Sigma n^2\Delta T$
0	448	*	*	*	201	10 <sup>3</sup>	*
10	430	10	4 390	4 390	185	193 10 <sup>3</sup>	193 10 <sup>3</sup>
20	411	20	8 410	12 800	169	354	547
30	393	20	8 040	20 840	154,5	323,5	870,5
40	373	20	7 660	28 500	139	292,5	1 164
50	350	20	7 280	35 780	120	258,5	1 552,5
60	327	20	6 900	42 680	101	221,5	1 984,5
70	303	20	6 520	49 200	81,2	182,5	2 467,5
80	279	20	6 140	55 340	61,2	142,5	2 990,5
90	255	20	5 760	61 100	41,2	102,5	3 543,5
100	231	20	5 380	66 480	21,2	62,5	4 126,5
110	207	20	5 000	71 480	1,2	2,5	4 749,5
120	183	20	4 620	76 100	0,5	1,5	5 401,5
130	159	20	4 240	80 340	0,5	1,5	6 083,5
140	135	20	3 860	84 200	0,5	1,5	6 795,5
150	111	20	3 480	87 680	0,5	1,5	7 547,5
160	87	20	3 100	90 780	0,5	1,5	8 339,5
170	63	20	2 720	93 500	0,5	1,5	9 171,5
180	39	20	2 340	95 840	0,5	1,5	10 043,5
190	15	20	1 960	97 800	0,5	1,5	10 955,5
200	0	20	1 580	99 380	0,5	1,5	11 907,5

El momento giratorio del inductor de este alternador tiene por valor:

$$PD^2 = 11.000 m^2 k,$$

o sea:

$$I = \frac{PD^2}{4g} = 280.$$

Tomando como intervalos de tiempo 0—70", 0—300" y 0—600" y haciendo notar que para pasar

de  $n$  de la tabla anterior a  $\omega$  no debe olvidarse el factor  $\frac{2\pi}{60}$ , se obtienen las ecuaciones siguientes:

Intervalo 0—70" 70 A + 2.985 B + 1276 · 10<sup>3</sup> C = 2.200

Intervalo 0—300" 300 A + 9.900 B + 3420 · 10<sup>3</sup> C = 6.750

Intervalo 0—600" 600 A + 14.800 B + 4250 · 10<sup>3</sup> C = 9.940

que resueltas dan para A, B, C los valores siguientes:

$$\begin{aligned} A &= 5,55 \\ B &= 0,118 \\ C &= 0,01145. \end{aligned}$$

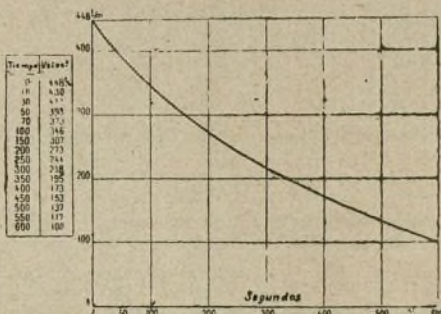


Fig. 3.—Curva de amortiguamiento de un alternador trifásico de 1700 k. v. a., a 428 vueltas por minuto.

El par de las resistencias pasivas tiene pues por expresión:

$$C_r = 5,55 + 0,118 \omega + 0,01145 \omega^2$$

de suerte que para la velocidad normal del alternador, se tiene:

$$(\omega = 44,9)$$

$$C_r = 33,85 m k.$$

Este par corresponde a una potencia de 20,3 H.P., o sean 15 kvs., muy sensiblemente la misma que la deducida con ayuda del motor de arrastre.

*Ejemplo II.*—Motor trifásico de 600 H.P. de 428 t./m.

La curva de amortiguamiento aparece en la figura 4.

$$C_r = 5,55 + 0,118 \omega + 0,01145 \omega^2$$

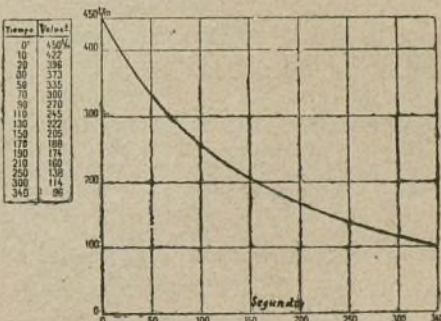


Fig. 4.—Curva de amortiguamiento de un motor trifásico de 600 H.P. a 428 vueltas por minuto.

Los cálculos se han ejecutado según el cuadro numérico II.



CUADRO II

Cálculos relativos al motor trifásico de 600 H.P. 428 t. m.

Tiempo en segundos	Velocidad en t./m.	$\Delta T$	$n \Delta T$	$\Sigma n \Delta T$	$n^2$	$n^2 \Delta T$	$\Sigma n^2 \Delta T$
0	450	*	*		2 025	10 <sup>3</sup>	
10	422	10	4 360		1 780,84	16 745	
20	396	10	4 093		1 568,16	16 745	
30	373	10	3 845	19 375	1 391,29	14 797,25	75 706,85
40	355	20	7 080		1 124,25	25 135,4	$\times 10^4$
50	330	20	6 350		900	20 222,5	
60	300	20	5 700		729	16 290	69 867
70	270	20	5 150	26 140	600,25	13 292,5	$\times 10^4$
80	245	20	4 670		492,85	10 931	
90	222	20	4 270		420,25	9 131	
100	205	20	3 930		353,45	7 737	
110	188	20	3 620		302,75	6 562	
120	174	20	3 340		256	5 587,5	41 267,7
130	160	20	3 090	27 350	190,44	4 828,8	$\times 10^4$
140	148	20	2 860		129,96	3 010	
150	138	40	5 960		92,16	4 442,4	
160	114	50	6 300				
170	96	40	7 200				

El momento de inercia del rotor tiene por valor:

$$I = \frac{PD^2}{4g} = \frac{1866}{39,24} = 47,5.$$

Con los intervalos de tiempo siguientes, 0—50', 50—150', 150—340', se obtienen como ecuaciones:

$$\text{Intervalo } 0 = 50' \quad 50A + 2.027,78B + 82.936C = 571,71$$

$$\text{Intervalo } 50 = 150' \quad 100A + 2.735,80B + 76.539C = 646,28$$

$$\text{Intervalo } 150 = 340' \quad 190A + 2.862,45B + 45.208C = 541,88$$

de donde se deducen para A, B, C los valores siguientes:

$$\begin{aligned} A &= 0 \\ B &= 0,148 \\ C &= 0,00338. \end{aligned}$$

El par debido a las resistencias pasivas es por lo tanto:

$$C_r = 0,148 \omega + 0,00338 \omega^2$$

y a 420 t./m., velocidad en carga del motor, su valor es de:

$$C_r = 6,52 + 6,55 = 13,07 \text{ m k.}$$

Sea una potencia de 7,65 H.P. = 5,65 kws.

Ejemplo III.—Motor de corriente continua de 200 H.P. de 3.000 t./m.

La curva de amortiguamiento aparece en la figura 5.

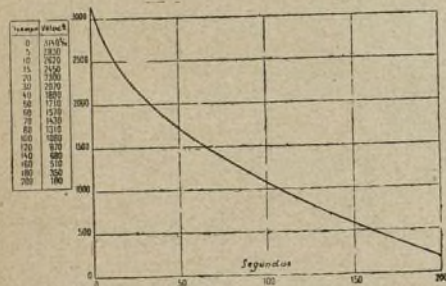


Fig. 5.—Curva de amortiguamiento de un motor de corriente continua de 200 H.P. a 300 vueltas por minuto.

Los cálculos se han ejecutado según el cuadro numérico III.

CUADRO III

Cálculos relativos al motor de 200 H.P. de 3.000 t. m.

Tiempo en segundos	Velocidad en t./m.	$\Delta T$	$n \Delta T$	$\Sigma n \Delta T$	$n^2$	$n^2 \Delta T$	$\Sigma n^2 \Delta T$
0	3 140				9 850,6	10 <sup>3</sup>	
5	2 830	5	14 925		8 008,9		44 671 250
10	2 620	5	13 625		6 864,4		37 183 250
15	2 430	5	12 675	53 109	6 002,5		32 167 250
20	2 300	5	11 875		5 230		28 231 250
25	2 070	10	21 850		4 284,9		47 874 500
30	2 070	10	19 750		3 534,4		39 096 500
40	1 880	10	17 950	104 650	2 924,1		32 292 500
50	1 710	10	17 950		2 464,9		26 945 000
60	1 570	10	16 400		2 044,9		22 549 000
70	1 430	10	15 000		1 716,1		18 805 000
80	1 310	10	13 700		1 166,4		28 825 000
100	1 080	20	23 900		756,9		19 233 000
120	870	20	19 500		462,4		12 193 000
140	660	20	15 500	84 700	260,1		7 225 000
160	510	20	11 000		122,5		3 826 000
180	350	20	8 603		32,4		1 549 000
200	180	20	5 300				

El momento de inercia del inducido tiene por valor:

$$I = \frac{PD^2}{4g} = \frac{22,8}{39,24} = 0,58.$$

Los intervalos de tiempo escogidos, así como las ecuaciones correspondientes, se indican a continuación:

$$\text{Intervalo } 0'' - 20'' \quad 20A + 5557,45B + 1557069C = 51$$

$$\text{Intervalo } 20'' - 80'' \quad 60A + 10952,7B + 2052398C = 60,1$$

$$\text{Intervalo } 80'' - 200'' \quad 120A + 8864,7B + 792153C = 68,6$$

de donde se deduce para A, B, C, los valores siguientes:

$$\begin{aligned} A &= 1,01 \\ B &= 0,01135 \\ C &= 0,0000603. \end{aligned}$$

La fórmula del par  $C_r$  es pues:

$$C_r = 1,01 - 0,01135 \omega + 0,0000603 \omega^2$$

y para  $n = 3000$  t./m. da:

$$D_r = 3,39 \text{ m k.}$$

sea una potencia de 14,1 H.P. = 10,45 kws.

Ejemplo IV.—Alternador trifásico de 2600 k. v. a de 500 t./m. (Sociedad de Fuerzas motrices de Ver-cors).

La curva de amortiguamiento aparece en la figura 6.

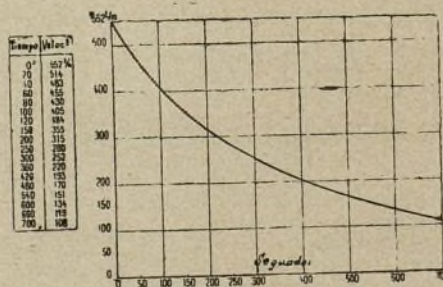


Fig. 6.—Curva de amortiguamiento de un alternador trifásico de 2.600 k. v. a., a 500 vueltas por minuto.

ra 6. Los cálculos se han ejecutado según el cuadro numérico IV.



CUADRO IV

Cálculos relativos al alternador de 2.600 k. v. a. 500 t. m.

Tiempo en segundos	Velocidad en nt./m.	$\Delta T$	$n\Delta T$	$\Sigma n\Delta T$	$n^2$	$n^2\Delta T$	$\Sigma n^2\Delta T$
0	552				304 704		
20	514	20	10 660		264 196	5 689 10 <sup>3</sup>	
40	483	20	9 970		233 289	4 974 85	
60	452	20	9 380	38 860	207 025	4 403 14	18 986,24
80	430	20	8 850		184 900	3 910,25	$\times 10^3$
100	405	20	8 350		164 025	3 489,25	
120	384	20	7 890		147 456	3 114,81	
140	355	30	11 085	72 250	126 025	4 102,22	34 325,75
160	315	50	16 750		99 225	5 631,25	$\times 10^3$
180	280	50	14 875		78 400	4 440,62	
200	252	50	13 300		63 504	3 547,60	
220	220	60	14 160		48 400	3 357,12	
240	193	60	12 390		37 249	2 569,48	
260	170	60	10 890	63 210	28 900	1 984,47	11 648,31
280	151	60	9 630		22 801	1 551,03	$\times 10^3$
300	134	60	8 550		17 956	1 222,71	
320	119	60	7 590		14 161	963,51	

Momento de inercia del rotor:

$$I = \frac{PD^2}{4g} = \frac{12350}{39,24} = 315.$$

Los intervalos de tiempo escogidos son 0 — 80'', 80 — 300'' y 300 — 660'', y las ecuaciones correspondientes:

Intervalo 0 — 80'' 80 A + 4067 B + 207994 C = 4022,1

Intervalo 80 — 300'' 220 A + 7561,7 B + 266488 C = 5868,3

Intervalo 300 — 660'' 360 A + 6615,5 B + 127607 C = 4384,7

que dan para A, B, C los valores siguientes:

$$\begin{aligned} A &= 6,35 \\ B &= -0,0139 \\ C &= 0,01715. \end{aligned}$$

de donde la expresión del par:

$$C_r = 6,35 - 0,0139 \omega + 0,01715 \omega^2$$

que para  $n = 500$  t./m., da:

$$C_r = 52,9 \text{ mk},$$

sea una potencia de H.P. = 272 kvs.

La misma cifra se ha deducido sobre el motor de arrastre de este alternador.

**Ejemplo V.**—Alternador bifásico de 12.500 k. v. a. de 1.250 t./m. (Compañía Parisién de distribución de Electricidad, fábrica Sudoeste).

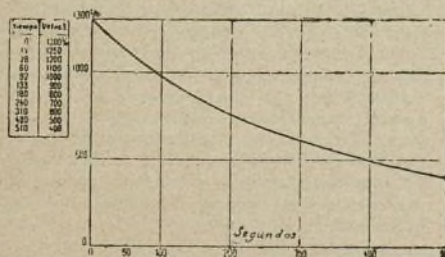


Fig. 7.—Curva de amortiguamiento de un alternador bifásico de 12.500 k. v. a., a 1250 vueltas por minuto.

La curva de amortiguamiento aparece en la figura 7. Los cálculos se han ejecutado según el cuadro numérico V.

CUADRO V

Cálculos relativos al alternador bifásico de 12.500 k. v. a. de 1.250 t./m.

Tiempo en segundos	Velocidad en nt./m.	$\Delta T$	$n\Delta T$	$\Sigma n\Delta T$	$n^2$	$n^2\Delta T$	$\Sigma n^2\Delta T$
0	1 300				169 10 <sup>4</sup>		
14	1 250	14	17 850		156,5	238 10 <sup>3</sup>	238 10 <sup>3</sup>
28	1 200	14	17 150		144	210,5	438,5
42	1 100	32	36 800	17 850	121	863,5	1 042,0
56	1 000	32	33 600	51 450	100	354	1 396,0
70	900	40	36 000	88 050	81	371	1 767,1
84	800	40	32 000	120 050	64	341	2 108,1
98	700	60	45 000	165 050	49	339	2 447,0
112	600	70	45 000	210 050	36	298	2 745,0
126	500	60	40 000	250 050	25	275	3 020,0
140	400	110	49 500	373 900	16	225,5	3 245,5

Valor del momento de inercia del rotor (comprendidos los inducidos de la excitatriz y de la generatriz de servidumbre):

$$I = \frac{PD^2}{4g} = \frac{29420}{39,24} = 750.$$

Los intervalos de tiempo escogidos, así como las ecuaciones correspondientes se indican a continuación:

Intervalo 0 — 92'' ... 92 A + 11050 B + 1335 · 10<sup>3</sup> C = 23 600Intervalo 0 — 310'' ... 310 A + 28800 B + 2815 · 10<sup>3</sup> C = 55 000Intervalo 0 — 510'' ... 510 A + 39100 B + 3365 · 10<sup>3</sup> C = 70 700

que dan para A, B, C los valores siguientes:

$$\begin{aligned} A &= 13,75 \\ B &= 0,655 \\ C &= 0,0113 \end{aligned}$$

de donde la expresión del par de las resistencias pasivas:

$$C_r = 13,75 + 0,655 \omega + 0,0113 \omega^2.$$

Para  $n = 1.250$  t./m., sea  $\omega = 131$ , esta fórmula da:

$$C_r = 13,75 + 85,5 + 194 = 293,25 \text{ mk}.$$

La potencia correspondiente a este par es de 512 H.P. o sean 376 k. v. s.; si se observa, como hemos indicado precedentemente, que el término  $\omega^2$  no concierne apenas a la ventilación, se verá que la potencia absorbida de hecho de las resistencias pasivas se descompone como sigue:

Frotamiento en los cojinetes, frotamiento de las escobillas de las generatrices de corriente continua. . . 136 kvs.  
Ventilación. . . . . 250

El valor elevado de esta última cifra pone en evidencia el pequeño rendimiento—que se encuentra en casi todos los turboalternadores construidos con autoventilación—de los ventiladores axiales y centrífugos dispuestos sobre el rotor y la ventaja que representaría, en los casos parecidos, el reemplazamiento de la autoventilación por una insuflación forzada, con la ayuda de un grupo motor-ventilador independiente.

En el ejemplo escogido, la adopción de una ventilación separada habría rebajado a un máximo de 50 k. v. s. la potencia absorbida por la acción de la insuflación: se habría pues reducido en 200 k. v. s. la potencia correspondiente a las resistencias pasivas, realizando así una ganancia de un 2% sobre el rendimiento a plena carga del alternador.



### Conclusión

El método de cálculo que hemos expuesto precedentemente, puede igualmente aplicarse a otros casos en que no se trate de máquinas eléctricas; puede utilizarse por ejemplo en el estudio de las resistencias de la marcha de un tren.

Si  $r$  representa este esfuerzo de avance, se sabe que  $r$  es una función de la velocidad  $v$  del tren, en general suficientemente bien representada por una fórmula de tres términos:

$$r = A + Bv + Cv^2$$

A, B, C, son los coeficientes que dependen de la sección transversal del tren, del número de coches remolcados, etc.

Si  $m$  representa la masa del tren, la ecuación del movimiento durante el período de disminución de velocidad será, suponiendo bien entendido el esfuerzo motor suprimido y la vía en plano:

$$m \frac{dv}{dt} = -[A + Bv + Cv^2]$$

Deduciendo la curva de velocidades en función del tiempo por un cálculo análogo al que hemos hecho en los ejemplos precedentes, se encontrará pues un medio de determinar el valor numérico de los coeficientes A, B, C.

P. ROBIN.

## Métodos modernos de aplicación práctica a la industria en general

### Tratamiento eléctrico de los minerales de hierro titanífero

Según el *Financial Times*, existe sobre la ribera norte de la Saguenay River, en la provincia de Quebec, un depósito de mineral titanífero magnético que se aprecia en 1 a 5 millones de toneladas. La energía eléctrica puede obtenerse en dos puntos de la ribera: a 9 millas al oeste y a 12 millas al este del depósito. El carbón y la cal necesarios para el tratamiento eléctrico están situados en las proximidades.

El mineral contiene aproximadamente: 50,53 por 100 de hierro, 10,55 de titanio, 0,02 de azufre, 0,03 de fósforo y es susceptible de separación magnética que da un producto que contiene 36,20 por 100 de hierro por 8,3 de titanio.

Este producto puede tratarse en los hornos eléctricos; se ha comprobado que 1,75 tonelada de este mineral tratado en un horno eléctrico con adición de 0,6 tonelada de carbón de madera y 0,5 tonelada de cal, produce una tonelada de fundición.

La energía eléctrica necesaria es aproximadamente 3.000 kilovatios-hora por tonelada de metal producido.

Para tratar el mineral original con 0,4 tonelada de carbón de madera y 0,7 tonelada de cal, son necesarios 3.500 kilovatios-hora por tonelada de metal producido; esto demuestra la necesidad de la separación magnética.

### Los diferentes tipos de convertidores

Es sabido que existen actualmente, tres tipos principales de convertidores: el motor generador, el motor convertidor o convertidor Lacour y el convertidor rotativo. La cuestión de saber cuál de los tres tipos se debe escoger, depende de un cierto número de circunstancias, tales como la naturaleza de la corriente producida, la naturaleza de la corriente suministrada y la naturaleza de la carga.

Cuando se quiere transformar la corriente alternativa simple en corriente continua, es indiscutible que el motor generador es el más indicado; la conmutatriz monofásica tiene no solo poco rendimiento sino que además su funcionamiento presenta dificultades considerables.

Para la transformación de corriente trifásica en corriente continua, es la conmutatriz la que ocupa el primer lugar. Su adopción sobre una vasta escala en Inglaterra, ha sido considerablemente dificultada por consecuencia del hecho de que la frecuencia más extendida es de 50 períodos por segundo. El mayor desarrollo de la conmutatriz se ha producido en América donde la frecuencia más extendida hasta estos últimos años ha sido de 25 períodos por segundo y las conmutatrices no ofrecen entonces ninguna dificultad en la construcción ni en el funcionamiento.

Las primeras conmutatrices para la frecuencia de 50 períodos por segundo, presentaban algunos inconvenientes relativos a la conmutación, y su funcionamiento era inestable.

Estos inconvenientes tenían las causas siguientes: Efectuándose la alimentación de las máquinas con una corriente de 50 períodos por segundo, y siendo las máquinas en esta época adecuadas para velocidades relativamente pequeñas, la distancia entre los puntos de potencial opuesto sobre los porta escobillas de corriente continua, era relativamente pequeña. Además las máquinas no estaban provistas de polos auxiliares para la conmutación. Así estaban expuestas a la producción de chispas en el colector bajo fuertes sobrecargas y, por consecuencia de la pequeña distancia de los portaescobillas, estas chispas engendraban arcos muy perjudiciales. Estas dificultades han sido vencidas por la introducción de polos auxiliares y el aumento de la velocidad; resulta que la conmutatriz para la frecuencia 50 o 60 períodos por segundo, es actualmente no solo tan estable como cualquier otro modelo de convertidor de frecuencia, sino que es considerablemente superior desde el punto de vista del rendimiento y de un precio de coste menor.

Las conmutatrices de Siemens se construyen para



frecuencias usuales y para potencias de 50 a 3600 kilovatios. Existen también una serie de conmutatrices de atracción para las tensiones de 1200 a 1500 voltios y para los circuitos de frecuencia igual a 25 períodos por segundo. En las frecuencias superiores a 25 períodos por segundo, cuando es necesario tener estas tensiones elevadas del lado continuo, se emplean habitualmente, sea una sola conmutatriz provista de dos colectores en serie, sea más generalmente dos de modelo

corriente de 600 a 750 voltios en serie. Asimismo, en el caso en que la alimentación en corriente continua debe hacerse bajo 2400 o 3000 voltios, se pueden utilizar dos conmutatrices de 1200 a 1500 voltios puestas en serie, si la frecuencia es 25 períodos por segundo. Para los circuitos de frecuencia 50 o 60 períodos por segundo, se adoptan generalmente motores generadores dispuestos en serie y movidos por un solo motor cuando la tensión de corriente continua es superior a 1200 voltios.

### Aparato eléctrico para la fotografía submarina

La *Scientific American* ha descrito, recientemente, un aparato submarino para la fotografía en el fondo de los mares. Este aparato se ha ensayado con éxito en el buque americano *Vassal* y ha sido inventado por Hartman, de Nueva York.

El aparato consiste, en principio, en varios cilindros rígidos de acero; está provisto de un giróscopo que le da la estabilidad; este giróscopo está movido eléctricamente y se alimenta de una batería de 12 voltios colocada en el mismo cilindro.

Los tres cilindros superiores son horizontales; uno de ellos contiene el motor y el propulsor que da la dirección a todo el aparato. Otro cilindro contiene el

aparato fotográfico y su mecanismo, que se acciona eléctricamente desde el puente del buque por un hilo eléctrico. El tercer cilindro es un proyector que, lo mismo que el motor del propulsor, se alimenta y gobierna por un cable desde el buque.

El aparato pesa 750 kgs. en el aire y cerca de 50 kgs. cuando se le sumerge suspendido de un cable de acero. Se necesitan unos 100 amperios de 120 a 200 voltios, según la profundidad, para accionar los proyectores, motores, etc.

El aparato rinde grandes servicios en las operaciones de sondeo y de salvamento, cuando la simple inmersión es difícil o impracticable.

## FORMULARIO INDUSTRIAL

### Fabricación de licores

#### Preparación de los jarabes

Los licores se hacen a base de jarabes o almibares cuya preparación que aunque muy fácil requiere cierta atención y cuidados, hemos de exponer en primer lugar con el método debido.

El almibar puede obtenerse de cinco grados o puntos: *medio punto*, *punto mayor*, *punto de perla* y *punto de caramelo*. Aparte de estos diferentes grados de densificación del almibar, es esencial la operación de clarificarlo, cuando los azúcares que se empleen no sean refinados.

Para hacer el almibar se ponen al fuego en cacerola o caldera esmaltada o mejor esmaltada, perfectamente limpia, tres partes de agua y dos de azúcar, no teniendo nada más que hacer hasta que empiece a hervir en cuyo momento se procede a la clarificación.

La clarificación se hace con claras de huevo disueltas en agua en la proporción de una clara en igual volumen de agua, aproximadamente, por cada 800 gramos de azúcar.

Vertida esta mezcla en el almibar, con una espumadera se va separando y retirando toda la espuma que se forma en la superficie continuando esta operación hasta que la espuma parezca completamente blanca. Entonces se cuela el almibar con un paño de franela obteniéndose el almibar así cocido, clarificado y colado, en el grado de concentración de *medio punto*.

Para obtener el almibar en el grado siguiente de concentración, se pone el de *medio punto* al fuego, haciéndolo hervir lentamente hasta el momento en que

mojando en él y retirando con rapidez la espumadera, forme un hilo que se rompa.

El *punto mayor* se consigue dejando un rato más el almibar al fuego hasta que haciendo la misma operación que anteriormente, con la espumadera, el almibar forme un hilo que no se rompa.

El *punto de perla* requiere alguna mayor cocción del almibar, hasta que el hilo arrastrado por la espumadera se quiebre por haber adquirido una consistencia vidriosa.

El *punto de caramelo* es el de máxima concentración del jarabe mediante una más prolongada ebullición y se caracteriza por formar al hervir unas burbujas de aire cubiertas de almibar que se rompen con ruido al salir a la superficie y dando el olor típico del almibar.

#### Preparación de las esencias

Las esencias, que han de ser naturales, se mezclan con partes iguales de buen alcohol vínico.

#### Preparación de colores

*Encarnado*.—En una botella de agua hirviendo, reducido el todo a polvo bien fino, se echan:

Cochinilla legítima . . . . .	22 gramos
Alumbre fino glacal . . . . .	2 . . .

Se remueve bien esta mezcla, y después de bien disuelta y fría, se guarda en frascos o pcos bien cerrada hasta el momento de tener que emplearla.

Con esta cantidad se puede dar un hermoso color de púrpura a doce botellas de licor.

*Amarillo*.—En medio vaso de agua hirviendo se echan 15 gramos de azafrán legítimo, dejándolo en in-



fusión durante tres días; transcurrido este tiempo se agrega igual cantidad de alcohol, colándose entonces el líquido por un lienzo bien tupido y se embotella.

**Rosa.**—Se prepara mezclando los dos colores anteriores y se le da una entonación más o menos subida, según se desee, agregándole más o menos cantidad de uno u otro color.

**Violeta.**—En medio vaso de agua hirviendo se echa:

Cochinilla . . . . . 33 gramos  
Alumbre en polvo . . . . . 1 »

Se pone al fuego durante un corto rato hasta conseguir una perfecta disolución, en una vasija de barro vidriada. Después de frío se agrega medio vaso de alcohol y por último se embotella.

Este color puede conseguirse también con la mezcla del rosa y el azul.

**Azul.**—Este color se prepara mezclando un buen añil con agua, colándolo luego.

**Verde.**—Este color, se consigue por la infusión de hojas de hortiga en alcohol.

### Preparación de los licores

**Anisete.**—Por cada cinco botellas de aguardiente de caña de 40 grados, se agregan:

Esencia de anís superior . . . . . 2 gramos  
Esencia de canela de Ceilán . . . . . 8 gotas

A esta mezcla, se adiciona lentamente, removiendo con un utensilio de madera, dos botellas y media de jarabe, procurando una perfecta compenetración entre todos los componentes.

Se embotella y lacra.

**Licor de naranja.**—En cuatro botellas de aguardiente refinado de 32 grados se agrega preparado de

Esencia de naranja . . . . . 8 gramos

A continuación se adicionan dos botellas de jarabe de segundo grado y se le colora como se desee con cualquiera de los preparados de color.

**Carazao.**—En agua hirviendo y durante 4 minutos se echan:

Corteza amarilla de naranjas agrias . . . . . 120 gramos

Una vez bien escurrida la corteza se ponen en maceración en

Alcohol de 80 grados . . . . . 2 litros  
Canela fina en pedacitos . . . . . 3 gramos  
Azafrán . . . . . 1 »

Al cabo de 10 horas de maceración se cuela el líquido y se le agrega

Jarabe . . . . . 2 litros

Se filtra y se le da color y si se desea obtener un bonito color rosado, se le adiciona una pequeña cantidad de infusión de palo de la India.

**Licor de café.**—Para 10 litros de licor se toman:

Aguardiente refinado . . . . . 5 litros  
Café (bueno, aromático, tostado y molido) . . . . . 2 kgs.  
Jarabe (segundo grado) . . . . . 3 »

Se pone el café en infusión en el aguardiente durante 8 días, en una vasija herméticamente tapada. Al fin de este tiempo se cuela y se le agrega el jarabe.

En seguida se embotella, se tapon y lacra pudiendo usarse al cabo de un mes.

**Licor de rosa.**—Se procede como en el anterior con la diferencia de emplear solamente

Esencia de rosa . . . . . 10 gotas

Se le da color, con la preparación rosa.

### La resistividad de las aleaciones de hierro

M. Fuller da algunas indicaciones sobre las constantes eléctricas de las aleaciones ferro-níquel, ferro-cromo, ferro-cobalto y ferro-manganeso.

Las proporciones químicas influyen naturalmente sobre estas propiedades de una manera muy sensible, y sobre esto solamente de un modo aproximado podemos indicar aquí, sin entrar en el detalle de las explicaciones dada por M. Fuller, los límites de la resistividad de cada aleación según las proporciones de metales constituyentes que entran en su composición:

Naturaleza de las aleaciones	Límites de la resistividad de cada aleación en micróhmios: cm.
Ferro-níquel . . . . .	11,8 a 86,3
Ferro-cromo . . . . .	12 a 60
Ferro-cobalto . . . . .	9,7 a 20
Ferro-níquel-cromo . . . . .	11,8 a 113
Ferro-níquel-manganeso . . . . .	11,8 a 103
Ferro-níquel-cromo-manganeso . . . . .	11,8 a 111

Se ve que el ferro-cobalto tiene una resistividad netamente inferior a la de las otras aleaciones y que estas últimas tienen resistividades del mismo orden.

Estas resistividades se resienten además prácticamente de la influencia de ciertos factores distintos de la composición.

### Las propiedades elásticas del bronce fosforoso

Los hilos de bronce fosforoso, se utilizan sobre todo para las suspensiones delicadas en los galvanómetros u otros aparatos eléctricos. Resulta de un estudio reciente de M. Oehler que esta elección no es muy afortunada.

Si en efecto se mide la duración de la oscilación de un péndulo de torsión constituido con estos hilos, se comprueba que esta duración varía con la amplitud. Esto prueba que el par de torsión no es proporcional al ángulo de desvío.

La variación no despreciable ha alcanzado 16 % en los experimentos de M. Oehler. Además se produce en sentidos diversos según los tratamientos que se ha hecho sufrir al hilo. Las vibraciones artificiales lo conducen a un estado en que el período decrece con la amplitud.

Un prolongado recocido tiende más bien a suministrar un hilo para el cual el período aumenta cuando la amplitud disminuye. Las anomalías son tanto más importantes cuanto que el hilo es más delgado.

Anomalías análogas han sido comprobadas anteriormente sobre el platino iridiado y es posible que sean comunes a todas las aleaciones. Parece pues preciso ser muy circunspecto en el empleo de las aleaciones como hilos para suspensiones delicadas.



## El selenio y el optófono

La guerra está produciendo crueles heridas e infligiendo males terribles. Pero en medio de estos males, afortunadamente enseña también a curarlos y a cicatrizar aquellas heridas y a evitar que el hombre se sume en el aniquilamiento moral y material cayendo en la impotencia para volver a empezar, eterno Sísifo, a subir la montaña redentora de la vida, para volver a emprender la ruda lucha por la existencia. Curas y efectos maravillosos, sea permitido el adjetivo, se han obtenido y presenciado en operaciones quirúrgicas, cosas admirables en la formación y adaptación de miembros artificiales. La ceguera quizá se ha beneficiado menos del progreso moderno en la ciencia médica. Hace más de una centuria, en 1787, Abbé Haüy demostró cómo se puede facilitar al ciego, la lectura y el estudio, pasando sus dedos sobre tipos o signos de relieve. La idea fué más adelante desarrollada en Francia, en Inglaterra y en Norte América, publicándose infinidad de libros especialmente con los tipos de Luis Braille, el cual murió en París en 1852. Tales libros son necesariamente voluminosos y correspondientemente costosos. Un nuevo instrumento, el *optófono* del Dr. E. E. Fournier de Albé, promete facilitar, y de hecho ya facilita, al ciego, leer con los tipos ordinarios sin nueva preparación, con la ayuda del sentido del oído y de las propiedades peculiares del elemento selenio.

Para el químico teórico el selenio es un elemento interesante; para el químico técnico se reduce a un estorbo. Para el físico, esta substancia ha rendido ya servicios valiosos prometiendo aun muchos más, algunos tal vez de consecuencias imprevistas. El Dr. Fournier de Albé, tratando en una conferencia sobre el tema «Algunas propiedades y aplicaciones del selenio», demostró prácticamente algunas propiedades físicas de las cuales expondremos nosotros las que más relación tienen con el optófono.

El selenio, cuyo peso atómico es 79,2, fué descubierto por Berzelius en 1817 siendo uno de los elementos clasificados entre los metaloides y los metales y químicamente considerado como un intermedio entre el azufre y el telurio, siendo su punto de fusión 217° C. y su densidad 4,8. Como el azufre, está colocado entre los mejores aisladores conocidos; Willoughby Smith, en 1873, hizo ensayos sobre las modificaciones del selenio gris como aislador, observando que la resistencia eléctrica del selenio varía cuando se expone a la luz. Como la resistencia es siempre elevada hubo el experimentador de adoptar disposiciones especiales para asegurar, por una parte, un buen contacto del selenio con los electrodos y, por otra, superficies de área suficiente para exponer a la luz. A este fin se han ideado diversidad de puentes (dispositivos de que depende el cambio de resistencia) o pares (dispositivos en que se emplea un electrodo de selenio para generar una fuerza electromotriz); en uno y otro

caso se emplea generalmente el término *par o elemento*. En aisladores de esteatita, pizarra o porcelana, se devanan alambres delgados de cobre, platino, etc., revistiéndolos con selenio; las pilas de Shelford Bidwell y de Ruhmer, que encerraban su elemento en una ampollita vacía, eran de este tipo. Se han empleado contactos de metal, pero el contacto entre el metal y el selenio da lugar a reacciones químicas. Las pilas del Dr. Fournier son de grafito y selenio; en estas pilas un aislador cualquiera, en forma de delgada placa se reviste de grafito con las superficies exteriores rayadas y el conjunto se cubre con selenio, formando así puente sobre los espacios, huecos o hendeduras que forma el rayado en el grafito. Estas pilas son de elevada resistencia; con una superficie de 5 cm.<sup>2</sup>, por ejemplo, tienen una resistencia de 100.000 ohmios, ofreciendo una gran estabilidad durante varios años.

Cuando se ilumina un elemento de selenio, se eleva rápidamente la conductividad, al principio, luego lentamente y disminuye aún después de retirar la luz; las dos curvas son semejantes, pero el restablecimiento completo de la resistencia es muy lento.

La teoría de estos cambios es muy compleja. El selenio pasa probablemente por una modificación cristalina diferente, pareciendo jugar una importante parte un fenómeno de ionización. La conducta del selenio sometido al bombardeo de los rayos Röntgen, apoya este supuesto. El Dr. Fournier d'Albé, demostró en 1913 que el aparato de selenio es sensible a diferencias y fluctuaciones de luminosidad inapreciables para la vista humana.

Las pilas de selenio se han aplicado en un principio a los estudios fotométricos, y por Minchin y otros a la fotometría estelar siendo estudiadas por Stebbins, por ejemplo, las estrellas variables Algol. Bidwell fué el primero que hizo sonar un timbre eléctrico con la ayuda de un relai de selenio. Desde el año 1889, Mercadier ha ideado varias formas de telégrafos múltiples, empleando pilas de selenio. La fototelegrafía ideada por Bidwell, fué muy perfeccionada por A. Korn en 1904. Para la transmisión de fotografías por telégrafo, Korn hacía incidir el rayo de luz en una película fotográfica de un elemento de selenio; la aguja del galvanómetro en circuito con el dispositivo, variaba la longitud de dos aberturas de chispa conectadas con una bobina de Tesla y una ampolla vacía y las radiaciones luminosas procedentes de ésta, impresionaron la película fotográfica; las dos películas se movían en sincronismo. Cuando se trataba de la transmisión de dibujos, un estilite que hacía de electrodo, con un movimiento de vaivén se hacía recorrer el dibujo cuyas líneas interrumpían la corriente; los dispositivos para asegurar el sincronismo entre las películas o electrodos o espejos han sido importantes factores de los aparatos de Korn. Por medio de pilas de selenio se han encendido y apagado boyas salvavidas, interrumpiendo el circui-



to del relai la luz del sol al caer sobre un elemento. Por algunas Compañías de electricidad se ha aplicado este dispositivo para regular los circuitos de alumbrado. Y llegando a las invenciones en que el sonido y la luz se hallan combinados hay que mencionar el fotófono de Graham Bell, de 1880. Bell dejaba caer el rayo de luz sobre el diafragma de un teléfono y concentraba las ondas reflejadas con la ayuda de un espejo parabólico sobre un elemento de selenio unido a un receptor. Con este tipo de instrumento se podía transmitir el canto, habiéndose verificado con éxito, cerca de Berlín, muy poco tiempo antes de la guerra, algunos experimentos de telefonía sin hilos, transmitiéndose y sosteniéndose clara y perfectamente una conversación a la distancia de 4 kilómetros.

El optófono del Dr. d'Albé, construido en 1912, fué ideado para convertir la luz en sonido, mientras el fotófono transmite el sonido por medio de la luz. El principio del optófono consiste en la formación de dos brazos de un puente de Wheatstone con dos pilas (o puentes) de selenio equilibrados por dos resistencias de carbón ajustables. Cuando la corriente del galvanómetro se transmite por el puente interrumpiéndola por un movimiento de reloj unas diez veces por segundo, no se percibe ningún sonido, pero cuando una de las pilas se expone a la luz se oye un sonido en el teléfono de la rama del galvanómetro. Las pilas, una batería de 4 voltios y el aparato de relojería, va montado en una caja. Con este aparato, una persona ciega, puede descubrir, por ejemplo, la situación de una ventana o la de objetos iluminados o brillantes, en una habitación. El aparato de 1913 del mismo autor, fué ideado para la lectura de letras transparentes, de unos 25 mm. de altura y el último aparato que ha exhibido da, directamente con tipos ordinarios mucho más pequeños, no transparencias como el precedente aparato, pues las letras no son traslucidas, sino que la luz se refleja por la misma superficie del papel en que están impresos los tipos.

El aparato representado en esquema en la figura, está constituido por una fuente brillante de luz, una lámpara Nernst de medio vatio, un disco sirena S perforado con pequeños orificios distribuidos en ocho círculos concéntricos, un prisma en ángulo recto y una lente L fotográfica de foco corto. La lámpara da una línea de luz, iluminando intensamente un diámetro vertical del disco sirena; el dispositivo óptico arroja este rayo horizontal de luz por la estrecha ranura (de 1 mm. de ancho) sobre la superficie plana o tablero A, en el que se coloca el escrito que se ha de leer, de cara hacia abajo, haciéndosele deslizar o correr a mano. Las letras del escrito o impreso, pasan sucesivamente en coincidencia con la ranura cubriéndola, recibiendo así la intensa iluminación que pasa por los orificios del disco S; esta luz es reflejada por el papel

sobre las dos pilas de selenio que están agrupadas en paralelo por debajo del tablero a los dos lados de la ranura. Las pilas están conectadas con un relai Brown y un receptor de teléfono; la corriente que se emplea (batería pequeña) es de 1 miliamperio a 60 voltios. El relai, el receptor de alta resistencia (12.000 ohmios) y la ranura corta (de 1 cm. en vez de 5 como primitivamente) completan el aparato; para leer caracteres pequeños puede reducirse aún más la longitud de la ranura.

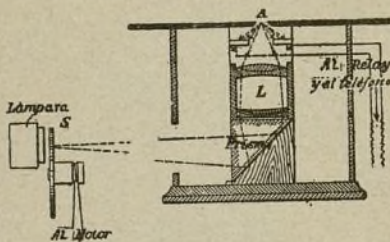
El disco S de sirena, mencionado, gira a razón de 30 o 40 vueltas o revoluciones por segundo movido por un motor eléctrico o por un aparato de relojería, de modo que los ocho círculos de los orificios dan ocho sonidos musicales; las notas son, por ejemplo, *g, c', d', e', g', b', c', e'*. Estos sonidos reunidos y mezclados en el teléfono producen una nota musical. Cuando la parte del impreso que pasa por delante de la ranura A está en blanco, esta nota general o tono es claro. Cuando una letra, por ejemplo, *l* impresa en negro en un papel blanco pasa por delante de la ranura, el teléfono permanece silencioso durante el momento que la *l* negra cubre la ranura privando la reflexión de la luz.

En el caso de las letras *n* y *m*, se manifiestan claramente dos y tres pausas, pero el sonido no siempre cesa de un modo completo debido a los trazos oblicuos de las letras cuyo recorrido oblicuo está en relación con los recorridos principales (verticales) de las mismas letras. Por lo tanto, no todos los ocho orificios en una línea radial permanecen abiertos, dando esto lugar al

efecto de una modulación del sonido. Son necesarios varios orificios (prácticamente ocho, por lo menos) en atención a la existencia de algunas letras que tienen apéndices, superiores unas como la *h*, e inferiores otras como la *g*. Por medio de un sencillo dispositivo de pantalla, puede variarse la longitud de la línea de puntos, adaptando así el instrumento a la lectura o audición de los tipos de diferentes dimensiones. En el aparato de prueba las letras *n* y *m* se distinguían perfectamente bajo su modulación especial; en cambio ofrecía alguna dificultad la distinción entre las letras *g, d* y *z*. Todas estas letras eran bastante gruesas teniendo aproximadamente 1 cm. de altura y es de creer que la distinción entre letras más pequeñas requerirá probablemente alguna práctica. Pero no representa esto dificultades extraordinarias para el ciego, teniendo en cuenta el tiempo que tarda en aprender a leer en los caracteres ordinarios el dotado de vista y el grado, en muchos extraordinario, en que los ciegos tienen desarrollado el sentido del oído, que es el órgano que ha de actuar en la lectura del optófono cuyo inventor ha logrado enseñar a algunos en unas cuantas semanas.

El optófono es ciertamente un ingenioso instrumento que encierra grandes promesas.

A. MENENDEZ CABALLERO





## Central telefónica automática

El espíritu humano tiene gran tendencia a sustituir en lo posible, su trabajo material por la combinación de mecanismos incansables, rápidos y de superior rendimiento, para quedarse únicamente con los trabajos mentales a los que parece estar predestinado.

Aunque no se pretende en este sistema de telefonía poner un jalón en el límite de la multicomunicación, no dudo hacer la descripción de un sistema de central automática para 100.000 abonados, a pesar de no ser el automatismo de las centrales el camino que conduce a la meta de la telecomunicación ideal, toda vez que en ésta han de predominar la sencillez, economía, estética, máxima simultaneidad de conferencias, etc., etc., mientras que en aquéllas se logra la comunicación entre abonados, mediante multitud de líneas y mecanismos frágiles y costosos que entorpecen la rapidez

Buscadores individuales . . . . .	10.000
— primarios . . . . .	1.000
— secundarios . . . . .	1.000
Conectores de líneas . . . . .	1.000
Total de aparatos. . . . .	13.000

En la central que nos ocupa el número total de aparatos, o sea, de *buscadores-conectores* que hay en la central para 10.000 abonados, es de 4.000, casi iguales todos ellos en su construcción.

Para mayor sencillez haremos la descripción de una estación para 10.000 aparatos, dando principio por la

### Estación de abonado

Fig. 1. Consta ésta de los aparatos ordinarios como son, microteléfono MT, timbre H, bobinas, y un

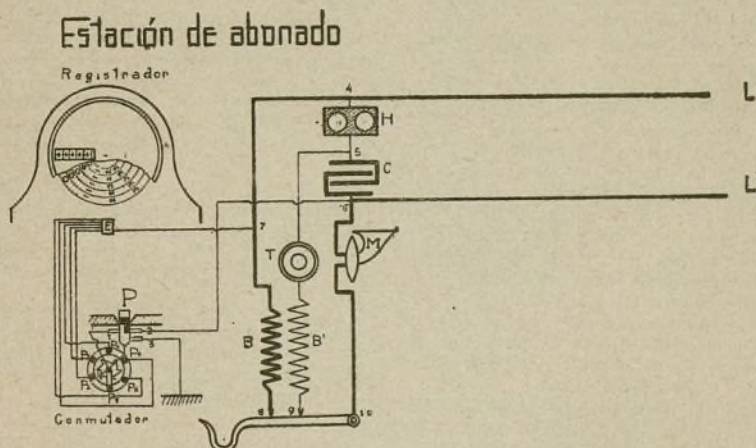


Fig. 1.

y seguridad, siendo condiciones aquellas que parecen cumplir la radiotelecomunicación, de la que hicieron experimentos notables a regulares distancias, pero no pueden lograr con éxito las comunicaciones secretas especialmente en las poblaciones donde existen multitud de aparatos.

Mr. Tompkin habla de la posibilidad de comunicación entre aparatos derivados de una antena común, que recibirá ondas del grado de vibración propio de cada aparato, o sea, por sintonización que es el problema aun no resuelto satisfactoriamente, y que constituye el estudio de muchos electricistas eminentes.

No obstante lo dicho y pareciéndonos no estar muy cerca la fecha de la realización de teorías, entraremos a describir un sistema nuevo de central para 100.000 abonados, que si bien existen otros funcionando, lo hacen con gran cantidad de material inmovilizado expuesto de continuo a entorpecimientos.

Entre las pocas y recientes estaciones centrales automáticas existentes, figura la Strowger como más generalizada, que para 10.000 abonados tiene el siguiente material invertido en la central:

condensador para obstaculizar el paso a las corrientes continuas cuando el teléfono está colgado. Como se ve, el aparato está dispuesto para funcionar con batería central.

A más de los aparatos ordinarios tiene otros que le distinguen, dispuestos para poner los hilos de línea a tierra en momento oportuno al buscar la línea de un abonado. La disposición es la siguiente: Del hilo L parte una derivación desde > conectada a cinco electroimanes E con hilos particulares de salida unidos a los plots  $p_1, p_2, \dots, p_5$ , cada uno de los cuales es puesto a tierra cuando convenga. Como se ve la comunicación con tierra del hilo L o positivo, se hace a través de uno de los cinco electroimanes E, cuyo objeto explicaremos: siendo *autobuscadora* la estación que nos ocupa, necesitamos al buscar una línea, conocer en todo momento el número de orden de las comunicaciones que tracemos para llegar al del abonado deseado; esto se consigue con el *registrador*, compuesto con cinco discos (tratándose de central para 100.000 abonados), sobre ese eje común, que llevan en su corona inscriptos los diez guarismos, y en su centro un piñón de 11 dien-



tes accionado por la armadura del electroimán  $E_n$  que corresponda. El giro de todos estos discos hace, que se vea por un hueco rectangular practicado, un número de cada disco.

Se completa este aparato con el conmutador de 8 plots puestos a tierra separadamente cuando sobre ellos pasa el frotador sujeto al eje de un piñón, que gira  $\frac{1}{8}$  de vueltas a cada opresión en el pulsador P. A cada descenso de este pulsador gira primero de un plot al siguiente la palanca conmutadora, imanan luego los pequeños frotadores 1 y 2, y quedan por último comunicados con tierra por 3.

Para evitar el retroceso de la palanca conmutadora y de los discos del registrador cuando tienen una posición elevada, llevan éstos sobre sus piñones unas palancas que les impide este movimiento, y que combinadas con el colgador del teléfono se levantan al bajar éste tomando entonces los discos y la palanca del conmutador la posición que tienen en la figura, que es su tendencia natural.

Los hilos L, L' del abonado llegan a la central a conectarse a los aparatos que describiremos llamados:

### Conectores-buscadores primarios

Fig. 2. Cada uno de estos buscadores está dispuesto para recibir 10 líneas atravesando cada una un disco de giro D (se han omitido los 8 discos intermedios) por 1-3 y 2-4 y los condensadores c, c', para unirse a los bornes dispuestos para ser llamado  $L_1, L'_1$ . Una toma de corriente + — procedente de acumuladores, alimenta las líneas después de atravesar la bobina de self s. La corriente + alimenta el hilo L atravesando la mitad del devanado de una bobina E con devanados de efectos opuestos y colocados en paralelo al condensador c; el polo — está conectado al hilo L'.

Los discos de giro D, llevan en sus coronas vectores metálicos sobre los que frotan las escobillas 1-2, ..., 11-12-13 para comunicaciones oportunas que luego veremos, y en su centro el electroimán M en cada disco para darle un giro en el sentido de la flecha, mediante el cual, las líneas L, L' (representadas con trazo más grueso), quedan comunicadas por los frotadores 5-6 de los discos con dos hilos comunes conectados a dos palancas de conmutación accionadas por el electroimán B, abandonando así la toma de corriente continua anterior, sustituida por otra que atraviesa el electroimán  $c_1$ , la mitad superior del devanado de  $c_1$ , y un contacto de la palanca 1 para unirse al plot del hilo L, regresando esta corriente después de atravesar el disco y la estación del subsuelo correspondientes, por L' a la mitad del devanado  $c_1$  de efectos opuestos a la mitad superior, por la mitad del devanado del  $c_2$  concordante con la mitad inferior, para unirse por último al polo —.

El conmutador B de tres palancas pone oportunamente los hilos de línea en comunicación con 10 interruptores de la izquierda, mediante uno cualquiera de éstos que se halle cerrado, toma salida la línea por L<sub>2</sub> para otro buscador-conector.

Estos diez interruptores son accionados por otros tantos electroimanes  $E_1 \dots E_{10}$ , cuyas conexiones van a 10 sectores metálicos de un anillo fijo o. Estos sectores

son comunicados con el polo + por una escobilla móvil interior, ligados mecánica y eléctricamente con el anillo exterior m abierto una cantidad conveniente donde se aloja un segmento de fibra para aislar en esta posición la escobilla  $h_2$  del anillo metálico; las escobillas  $h_1, h_3$  sirven para alimentar por este anillo la escobilla interior  $h_2$ .

En la parte central del muelle va sujeto un piñón de 11 dientes, accionado en el sentido de la flecha por la armadura del electroimán A, que recibe corriente procedente del polo +, al contacto entre las palancas 8 y 7, o también del anillo m por la escobilla  $h_2$ , pasando por la palanca 6 y el generador G de corriente intermitente.

A más de los dos hilos de línea, nace otro auxiliar X en los discos de los buscadores primarios, representado con un trazo menos grueso y cuyo objeto es mantener por medio de electroimanes la comunicación de líneas, como ya iremos viendo.

Las salidas de línea  $L_1$ , van a conectarse a buscadores secundarios que únicamente difieren de los primarios en la parte representada en la figura 3. Esta disposición diferente, es debida a la falta de bornes para ser llamado, y a la disposición de sus conexiones que toman el hilo auxiliar n en estos buscadores.

De los buscadores secundarios salen los hilos de línea y el auxiliar a conectarse a los buscadores terceros, y de éstos a los cuartos o buscadores de línea, para unirse por último a los bornes para ser llamado  $L_1, L'_1$  de los buscadores primarios.

### Disposición de colocación y conexión

La disposición de colocación de los conectores-buscadores y sus conexiones está representada en la figura 4. Tratándose de una central para 10,000 abonados, el número total de conectores-buscadores es de 4.000, colocados en la forma que sigue:

1.000 conectores colocados en fondo en el centro de la figura.  
1.000 en un círculo de 10 con 100 en fondo.  
1.000 " " 100 con 10 " "  
1.000 proyectados en el círculo exterior a los anteriores.

Colocados en la forma descrita, forman en el espacio la figura de dos conos unidos por sus bases. La colocación de fondo está representada en la figura 5, después de rebatir todos los conectores sobre un plano tomando el eje de conectores primarios como charnela.

En la figura 4 están representadas las diez conexiones de salida con una sola entrada (excepción de los buscadores primarios que tienen proyectadas las diez entradas), mientras que en la figura 5 se ven las diez entradas con una sola salida. Los últimos buscadores tienen proyectadas las diez salidas en conexión con los bornes  $L_1$  para ser llamado de los buscadores primarios.

El orden de colocación en las figuras es el que expresa el número de cada abonado, teniendo presente que el primer abonado tiene el 0 y el último el 9.999.

### Funcionamiento

Para la comprensión del funcionamiento de todos los órganos que integran la central automática, servirá de mucho un ejemplo sobre la busca de un abonado



cualquiera: supongamos que en la central de 10.000 abonados, el abonado número 0 busca ponerse comunicado con el abonado 1. Para conseguir esto es necesario que el abonado llamador se comunique eléctrica-

Los números de todos los abonados se representarán siempre con cuatro cifras; así el abonado primero, se representa de esta forma 0000; el segundo, por 0001; el 233, por 0233, etc. Es necesario, al ponerse en co-

## Conector-buscador primario

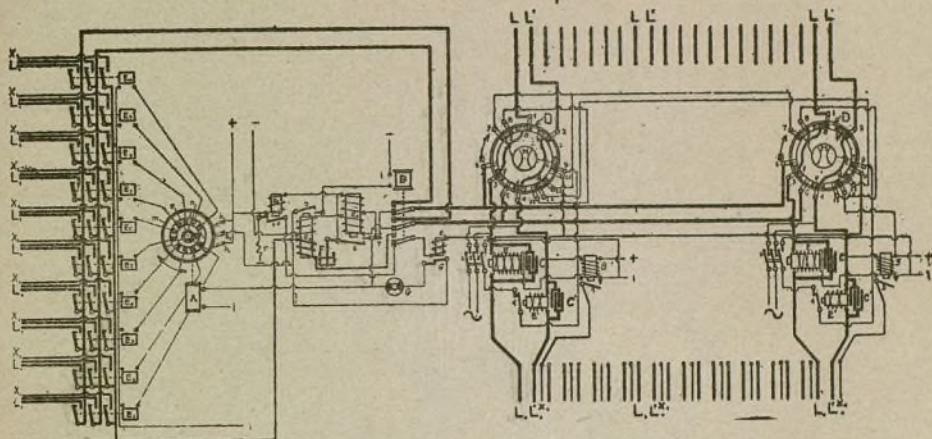


Fig. 2.

mente con el buscador de línea que contenga los números del 0 al 9, o sea, el primero de la izquierda de la figura 4, o el único proyectado superior de la figura 5, y que como se ve es necesario haber pasado por los

municación con un abonado, leer por el orificio rectangular del registrador de abonado, el número que corresponda a aquél.

Veamos ahora las manipulaciones y funcionamiento

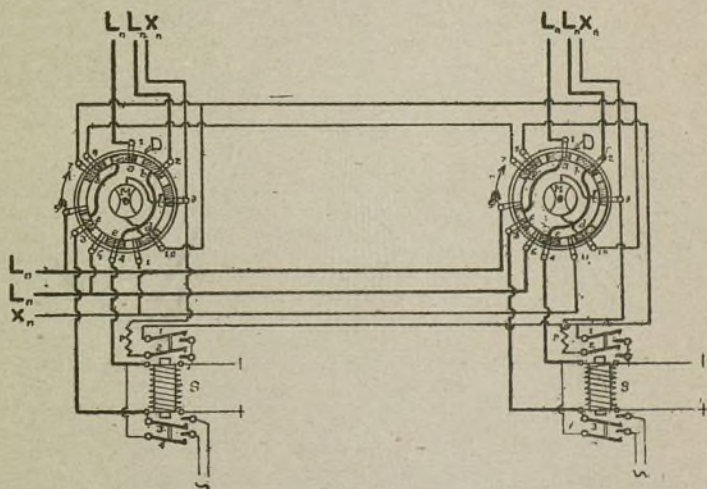


Fig. 3.

buscadores intermedios (secundarios y terciarios) del primer lugar; ya en este buscador de línea, será fácil conectarse a la línea 1, o sea con el buscador primario que contiene los 10 abonados del 0 al 9, que es como se ve, el mismo buscador primario del abonado llamador.

a que da lugar la busca de dicho abonado:

Como dijimos, el aparato de abonado recibe corriente continua procedente de acumuladores por los bornes + y - del buscador primario que corresponda, la cual queda interrumpida por el condensador *c* cuando el teléfono está colgado; en esta posición solo es fran-



queable el circuito por corrientes alternativas. Si descolgamos el microteléfono para buscar un abonado, los hilos de línea  $L-L'$ , quedan comunicados por 4-7-8-A-8-9-10-M-6, pudiendo así circular la corriente continua por ellos que da lugar a la extracción de las palancas 1-2-3 del electroimán E del buscador primario (fig. 2), ya que aquél es atravesado por

queda aislada en las escobillas 3-4, por cuya razón desimántanse el electroimán E que abandona sus palancas 1-2-3 cortando esta última el circuito anterior que alimentaba el electroimán M, pero sustituido por otro circuito  $+13-8-g-M-c-10$  - hilo auxiliar -  $c_1$  - palanca inferior de B - 10 -  $r$  —. A fin de que otro disco de este mismo conector efectúe el giro para unir otra li-

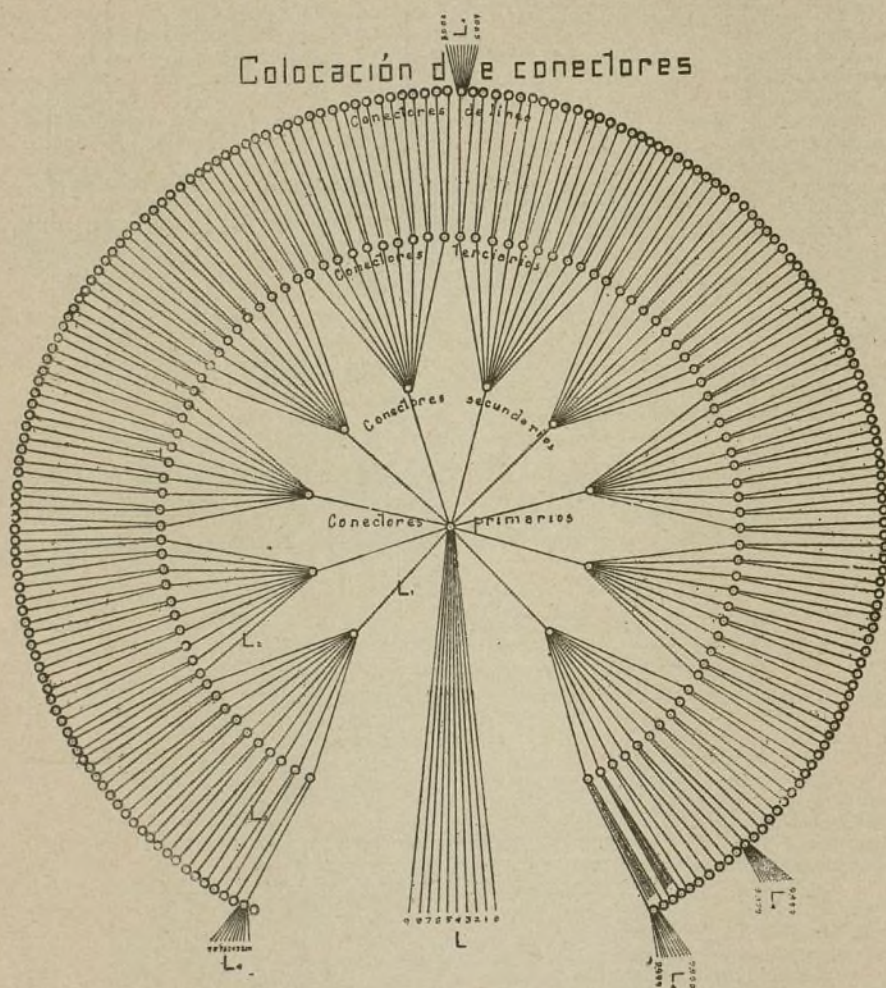


Fig. 4.

dicha corriente en la mitad de su devanado. En este momento el circuito  $+12-d-11-12-d-11-7-g-M-c-9-4-3$  — interrumpido anteriormente en la armadura 3 queda cerrado, dejando paso a la corriente para el electroimán M que efectúa el giro a que está destinado, para sustituir en los motores  $f, e$ , las escobillas 3-4 por las 5-6, quedando de este modo los hilos de línea conmutados a las barras comunes alimentadas también por corriente continua. La toma anterior de corriente

nea a las barras comunes, lleva cada disco dos escobillas 7-8 sobre un sector  $g$ , que al giro de uno de ellos aísla la escobilla 7 para interceptar el circuito primero de todos los electroimanes M.

A causa de la nueva toma de corriente que toma la línea del abonado, es extraída la armadura 10 del electro  $c_1$ , y permanece inmóvil la 8 por ser la corriente en su electro  $c_2$  de efectos opuestos; el  $c_2$ , atrae también su armadura 9, y el  $c_1$  hace lo mismo con la 6.



Supongamos que en este estado del conector, otro abonado de este mismo descuelga su aparato para buscar alguna comunicación. Entonces, el electro E que corresponda atraerá sus tres palancas 1-2-3, cuya última palanca ya no cerrará circuito de su electro M, por estar abierto en la escobilla 7 del primer disco que ya giró. Las palancas 1-2 mandarían corrientes alternativas a la línea para hacer sonar el timbre del segundo abonado llamador, en señal de ocupación. En caso de encontrarse libre, sonará al descolgar el teléfono un golpe de timbre en señal de conmutación efectuada, la que aprovecharemos para buscar el abonado 0001, señalando la primera cifra 0 del modo siguiente:

Al oprimir el pulsador P del conmutador de abonado, la palanca frotadora pasará del plot  $p_1$  al  $p_2$ , y se unirán eléctricamente las escobillas 1-2 para terminar unidas a tierra por 8. En esta posición, los dos hilos de línea están a tierra, y la corriente continúa solo circulará por el hilo L o positivo, por L-7-E- $p_2$ -1-3-tierra, alimentando al primer electro E, que atraerá

Como dijimos, de este buscador primario pasan al secundario los hilos de línea y el auxiliar, cerrando éste el circuito por  $X_n-9-c-M-d-10-7-8-7-8$ -palanca 1 y —, si está libre el conector secundario, o por  $X_n-9-r$ -palanca 2 y —, si está ocupado, después de haber sido atraídas las palancas 1-2, 3-4 por el electro de self  $s$  al ser atravesado por la corriente alimentadora de línea.

En caso de estar ocupado este conector, las palancas 3-4 del electro  $s$ , darán corriente a la línea en señal de ocupación como en el buscador primario. Las bobinas S colocadas en la toma de corriente de línea tienen el capital objeto de evitar el paso de las corrientes alternas a la red de corriente continua.

Si el conector está libre, que notaremos por un golpe de timbre, procederemos a buscar la segunda cifra 0 de la misma manera que anteriormente, para llegar al primer buscador terciario; de esto pasaremos al primer buscador de línea para señalar la cifra tercera. Ya en este buscador será necesario marcar en el regis-

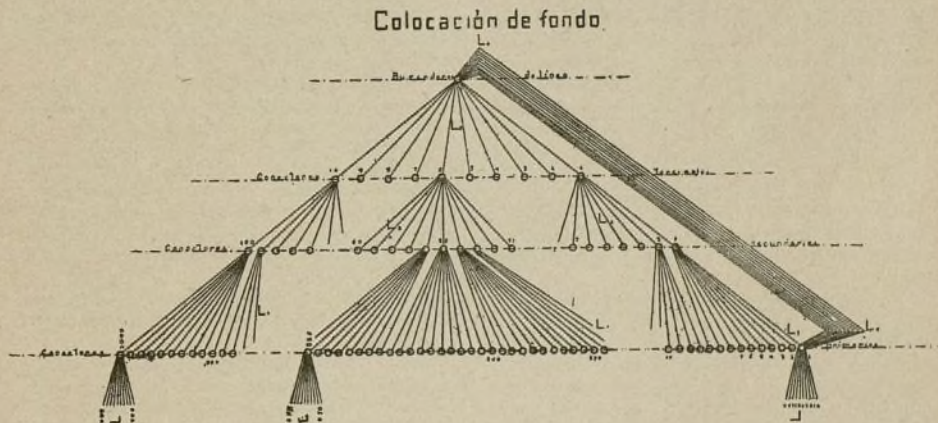


Fig. 5.

su armadura haciendo girar el primer disco de un diente a otro para dejar el 0 enfrente del hueco; en el mismo instante la corriente que circula por el electroimán  $c_2$  del conector, atrae su palanca 8, que al contacto con la 7 rompe el circuito de línea dirigiéndose la corriente a tierra por el electroimán A, que también atrae su armadura haciendo girar la escobilla central  $h_3$  hasta el primer sector metálico, dando así corriente al electro E, del primer lugar, para cerrar su interruptor de las barras con los hilos de línea L, y auxiliar x. Los polos — están puestos a tierra.

Señalada ya la cifra primera, el abonado abandona su pulsador a su posición primitiva, pero habiendo girado el anillo  $m$  del buscador, la escobilla  $h_1$  deja de apoyarse en el segmento de fibra, y recibe corriente que conduce a B mediante la armadura 8 del electroimán  $c_2$  atravesado por la corriente nuevamente al levantar el abonado su pulsador; este electro B, atrae sus tres palancas y conmuta la línea y el auxiliar a las barras de la izquierda, por cuyo interruptor primero ya cerrado, encuentran salida por L,  $X_1$ , para el conector secundario. Desde esta conmutación los electroimanes  $E_1-c_1-c_3$  y B, siguen atrayendo sus armaduras.

trador de abonado la cifra 1, para completar el número 0001. Para conseguirlo, oprimiremos el pulsador P de abonado, para cambiar la palanca frotadora del plot  $p_1$  al  $p_2$  y poner la línea a tierra, verificándose el paso de corriente de L a tierra, a través del electroimán cuarto E, que atrae su armadura para hacer girar el disco cuarto; en este momento, el electroimán  $c_2$  del buscador de línea (véase lo mismo la figura 2), atrae su armadura 8 interrumpiendo la corriente de línea, para alimentar el electroimán A que avanza la escobilla central  $h_3$  hacia el primer sector metálico, evitando así el primer electroimán  $E_1$  que atrae sus tres palancas. La armadura 8 al verse libre de la acción de su electroimán  $c_2$  que está desmagnetado, desciende rápidamente volviendo de este modo a pasar la corriente por la mitad superior del devanado del  $c_2$ , el contacto 7 (este aislado eléctricamente del resto de la palanca), y electroimán cuarto del registrador que atraerá nuevamente su armadura para hacer el giro del disco hasta presentar la segunda cifra 1, midiendo también en este momento, el levantamiento por segunda vez de la palanca 8 con su correspondiente atracción de la armadura A, para avanzar la escobilla  $h_3$  al segundo sector y atraer como conse-



cuencia, el electroimán  $E_2$  sus tres palancas.

Presentado ya el número 0001, se abandonará el pulsador circulando entonces la corriente por los dos hilos de línea, debido a lo cual será extraída la armadura 9 del electroimán  $c_3$  para alimentar el B, que conmutará los hilos de línea y el auxiliar a las barras de la izquierda, para darles salida de este buscador por el interruptor del  $E_1$  y líneas  $L_4 - X_4$ , acopladas a los bornes  $L_4, L'_4, X_4$  del buscador-conector primario, cuyos hilos como se ve son adyacentes a los del abonado llamado.

Ya en estos bornes dispuestos para ser llamado, la corriente alimentadora de líneas procede del polo +, atravesando las bobinas de self  $s$ , la mitad del devanado E, saliendo por  $L_4$  para atravesar las bobinas B del aparato llamado, y regresando por  $L'_4$  para llegar al polo — después de atravesar las bobinas  $E'$  y  $s$ .

La bobina E al sentirse alimentada por esta corriente en la mitad de su devanado, atraerá sus palancas 1-2-3 para dar corriente alternativa a la línea por las palancas 1-2, al objeto de hacer sonar los timbres de los aparatos llamado y llamado, mientras éste no descuelgue su teléfono para contestar a la llamada, desde cuya operación circulará corriente por la otra mitad de la bobina E de efectos contrarios a la primera, desimantándolo para dejar libres las palancas 1-2-3, que ya no darán naturalmente corriente a los timbres para que el abonado llamado se ponga al habla.

En la atracción que E ejerce durante la llamada sobre su armadura 1-2-3, el electroimán M del disco de giro no se sentirá afectado, por hallarse abierto su circuito con el levantamiento de la palanca 4 atraída por  $E'$ .

En caso de estar ocupado el abonado llamado, sonará solo el timbre del aparato llamado hasta que aquél haya terminado su conferencia.

Las corrientes onduladas procedentes de los micrófonos de los abonados que hablan, atraviesan con gran facilidad los condensadores  $c-c'$  de los buscadores primarios.

Los micrófonos de todos los aparatos están alimentados por el manantial + — de los buscadores primarios, como en las estaciones de batería central.

## Fin de conferencia

Terminada la conferencia entre dos abonados, colgarán éstos sus teléfonos dejando así obstaculizada la corriente continua en la línea, y por consecuencia caerá la palanca 5 de la bobina de self  $s$ , dejando abierto en su punto el circuito del hilo auxiliar X. En este estado el electroimán  $c_3$  del buscador de línea, abandonará su palanca 9 desimantando al B, que abandonará también sus palancas conmutadoras de líneas a su posición primitiva inferior; el  $c_1$  desimantado, también abandonará su palanca 6 para cerrar el circuito + -  $h_1 \cdot m \cdot h_2 \cdot 6 \cdot G \cdot A$  —, de corriente intermitente mediante el aparato G, cuyas interrupciones repercutirán en A tantas veces como sean aquellas, haciendo girar en el sentido directo al anillo  $m$  y su escobilla central  $h_3$ ; este movimiento seguirá hasta colocar el anillo  $m$  y su escobilla en su posición primitiva, es decir, hasta que el segmento aislante de fibra se coloque debajo de la escobilla  $h_3$  para interrumpir la corriente.

Los electroimanes M de los discos de giro (fig. 5), dejarán a estos libres para restablecer su posición primitiva para otra nueva combinación; esto se verificará en todos los conectores.

Si es un solo abonado el que cuelga su teléfono, persistirá la comunicación si es el abonado llamado, o se deshará ésta si el que lo cuelga es el llamado.

El número máximo de abonados que pueden conferenciar simultáneamente es de 2.000. Los diez abonados correspondientes a un mismo buscador primario, pueden conferenciar simultáneamente como llamados, mientras que como llamadores puede solo hacerlo uno.

La central de 100.000 abonados queda completa aumentando a esta un círculo de 10.000 conectores de línea y multiplicando por 10 el número de conectores en el fondo de la figura 4, para hacer un total de 50.000 conectores.

Para el servicio interurbano de los abonados de esta central, partirán de ésta una o varias líneas según la necesidad, hacia la estación interurbana, con sus correspondientes números como si se tratase de otros abonados.

AURELIO FERNANDEZ, Perito E. y M.

Hulleras del Turón, 10 Octubre de 1918.

## El sistema turbo-eléctrico Ljungström para la propulsión marina

(VÉASE EL PLANO DE LA LÁMINA CENTRAL)

Terminando la descripción somera del notable sistema turbo-eléctrico Ljungström que hemos venido haciendo en números anteriores (1), publicamos hoy en la lámina central diferentes detalles a gran escala de la bomba de aceite, auxiliar de aquella máquina.

Las cajas de estopas del paso del árbol de la turbina por la caja de ésta, son de un tipo muy ingenioso, representándose en la figura 4 de la lámina. Cualquier escape de vapor por los casquillos de los prensa-estopas tiene que pasar sucesivamente por las numerosas gargantas o estrechamientos representados en la figura. Estas gargantas hacen que el escape por ambos

casquillos bajo una presión de 12,600 kgs. por  $cm^2$ , no exceda de 68,100 kgs. de vapor por hora. El escape de vapor es recogido por el tubo representado en la parte derecha de la figura 3 (lámina central del número 114) el cual lo conduce a un condensador especial. El casquillo se ajusta sin dejar prácticamente ningún espacio.

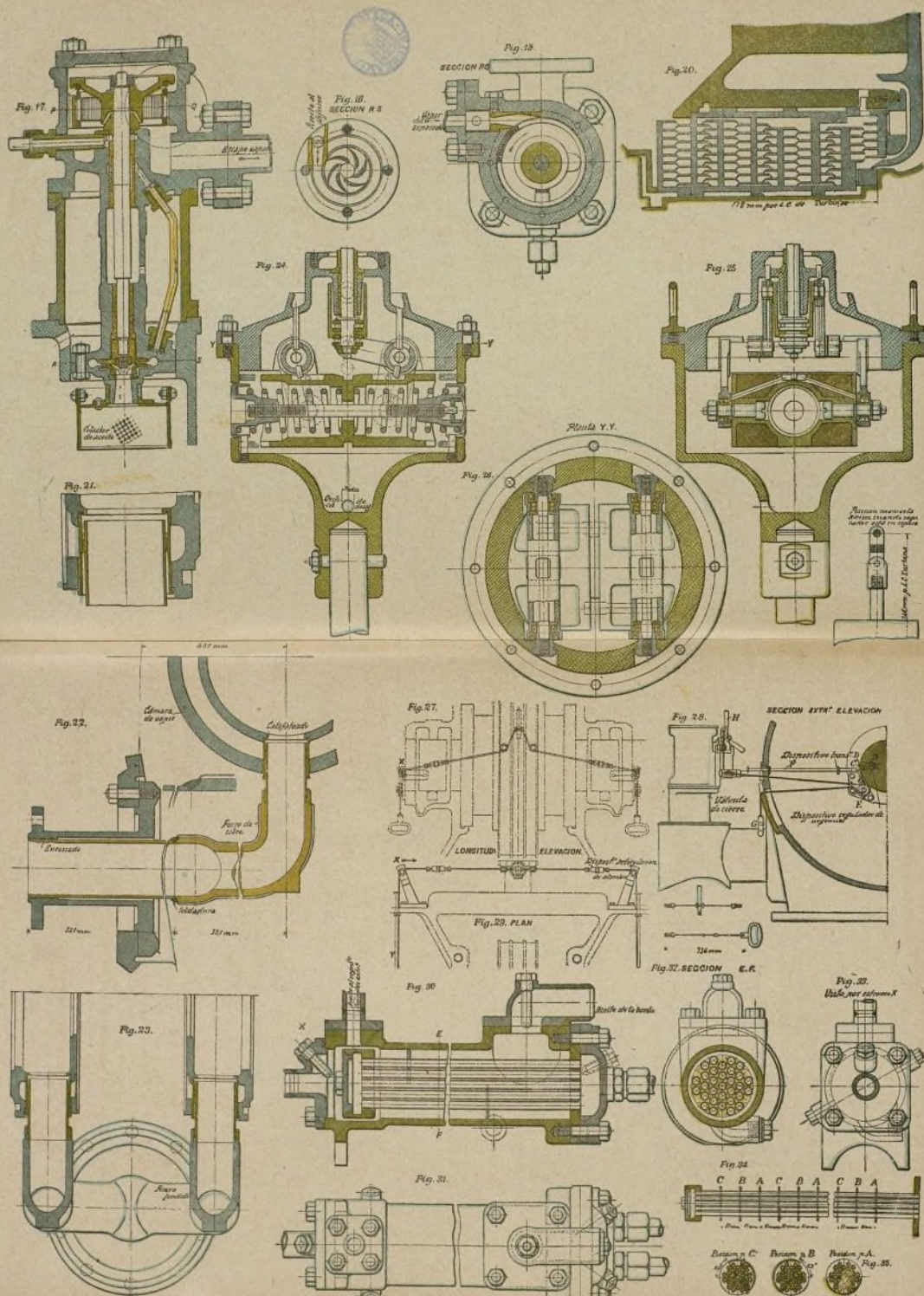
En las figuras 5 a 7, se representan otros detalles del tubo Y por el que el vapor pasa desde la válvula principal de cierre o movimiento, a las cajas de válvula de la turbina. Este tubo al pasar por el espacio de escape y para reducir las pérdidas, está revestido de una camisa de aire. Su construcción en mitades de planchas de cobre, y su disposición concéntrica con el

(1) Véanse los números 112 y 114 de esta revista.











tubo princ  
gura 6. L  
en esta m  
figura 5, e  
desplazar  
de acero u  
terior de  
una presió

En las  
vos al reg  
cerrado. L  
puestas c  
hierro ca  
Las fund  
mostrados  
muelles p  
a cuyo e  
tiene un a  
loca con  
asegura c  
brificació  
suficiente

Los r  
están rep  
dos de es  
Como se  
de un pis  
mente er  
malmente  
velocidad  
predeter  
su capaci  
consecue  
tillo o t  
que el ci  
concord  
tuando e  
turbina.

Los

## Método

En  
de los  
emplea  
el proc  
nar el p  
sustitu

El  
ratorio  
pero in  
peranz  
un fun  
ánodos  
neces

Sin  
poner  
con d



tubo principal, están perfectamente mostrados en la figura 6. Los extremos del tubo Y, como se representa en esta misma figura y en la 7 y en mayor escala en la figura 5, están contruidos en forma que se pueden desplazar adaptados interiormente a unos manguitos de acero unidos a la cámara de vapor, por la parte interior de ésta. El tubo fué en este punto sometido a una presión hidráulica de 27 kgs. por  $\text{cm}^2$ .

En las figuras 8 a 10 se reproducen detalles relativos al regulador que como puede apreciarse es de tipo cerrado. Los pesos están suspendidos de palancas dispuestas con cojinetes de bolas; son de fundición de hierro cargados con plomo como indica la figura 9. Las fundiciones son huecas para encerrar los muelles mostrados en la figura 8. La compresión de estos muelles puede ajustarse mediante el perno de tornillo a cuyo extremo se unen las arandelas. Este perno tiene un extremo cuadrado para una chaveta y se coloca con una arandela de hueco cuadrado la cual se asegura con una pinza o abrazadera de muelle. La lubricación de todas las juntas para que sea continua y suficiente está muy bien estudiada.

Los reguladores de emergencia y sus conexiones están representados en las figuras 11 y 13. Existen dos de esta clase de reguladores uno para cada árbol. Como se muestra en B (fig. 12) cada regulador consta de un pistón inserto en un orificio perforado radialmente en el árbol motor y ocupado por un muelle, normalmente natural, no representado en la figura. Si la velocidad o número de revoluciones pasa de un límite predeterminado, el muelle desde ese momento pierde su capacidad de mantener el pistón en posición y en consecuencia éste impele por el árbol y empuja el gatillo o tirante el cual entonces afloja el cable por el que el cierre F se mantiene en posición moviendo en concordancia, por razón de equilibrio, la válvula y efectuando el cierre de la válvula de movimiento de la turbina.

Los detalles del refrigerador del aceite se reprodu-

cen en las figuras 14 a 19. Como es sabido, para obtener un rápido intercambio de calor entre un fluido y un sólido es necesario producir cierta agitación entre ellos. No es sin embargo fácil dar a un fluido viscoso, tal como el aceite de lubricación, cierta agitación o movimiento turbulento, especialmente cuando circula dentro de tubos de diámetro relativamente pequeño. La tendencia natural de la circulación de los líquidos en estos tubos es «lineal» si no se interponen o entremezclan otros elementos en el curso sucesivo del fluido. Bajo tales condiciones la transmisión del calor se efectúa con gran dificultad. Por otra parte, no obstante, un líquido viscoso no puede trasponer un ángulo agudo sin adquirir cierta turbulencia y entremezcla de sus líneas de flujo. Por estas consideraciones, en el caso del refrigerador de aceite de esta máquina, el aceite pasa, no por los tubos, sino exteriormente a ellos y sobre cierto número de superficies planas como se representa en las figuras 14 y 18. Los tubos son de cobre de 13 mm. de diámetro exterior y 863 mm. de longitud entre las planchas de reunión. El número de estos tubos es de 31 y presentan una superficie total de refrigeración de  $1 \text{ m}^2$ . Las planchas de reunión de los tubos son también de cobre. Como hemos dicho, el flujo del aceite que es exterior a los tubos, pasa por una serie de superficies planas de plancha de cobre. Las superficies sucesivas forman ángulos de 120 grados entre sí como se indica en la figura 19 y el espacio que forman estas superficies puede observarse en la figura 18.

Una de las planchas de reunión de los tubos es libre de suerte que los tubos pueden dilatarse evitando su contracción y deformación con las variaciones de temperatura. La caja de agua se divide en dos compartimientos por un tabique vertical. El agua entra por un lado de este diafragma y sale por el otro. El refrigerador ha sido sometido en prueba a una presión hidráulica de 10 kgs. por  $\text{cm}^2$ .

A. M. C.

## Métodos modernos de aplicación práctica a la industria en general

### Precipitación electrolítica del oro, la plata y el cobre, de las soluciones de cianuro

En razón de las condiciones inciertas de la venta de los metales y más particularmente del cinc, que se emplea de un modo exclusivo para la precipitación en el procedimiento al cianuro, parece interesante examinar el problema de la precipitación electrolítica, como sustituto más fácil y de una posible realización.

El estudio se ha hecho frecuentemente en los laboratorios y se ha realizado de una manera satisfactoria, pero industrialmente el éxito no ha respondido a las esperanzas. No es posible, en efecto, determinar durante un funcionamiento de algunas horas, la duración de los ánodos, la formación de subproductos, etc., como es necesario conocerlos para una operación continua.

Sin entrar en la discusión teórica del asunto o proponer nuevos tipos de aparatos, nos contentaremos con dar la descripción de las diversas instalaciones

que han dado lugar a rendimientos industriales satisfactorios, atrayendo la atención sobre las dificultades que ha sido necesario vencer, para evitar a los que quisieran montar una fábrica de precipitación electrolítica, los procedimientos de sus antecesores.

Las soluciones obtenidas con el procedimiento al cianuro, en la hora actual, pueden contener un gran número de componentes, tanto en razón de la descomposición del cianuro, como de su combinación con los minerales tratados, o de las materias introducidas por los métodos químicos. Los constituyentes principales de estas soluciones, si no se ha empleado el cinc, serán: los cianuros alcalinos, los hidratos alcalinos, el oro y la plata, y el cobre en ciertos casos, en estado soluble. La proporción de estos diversos cuerpos y particularmente de la plata y el oro, es extremadamen-



te pequeña, si se la compara a las cantidades de metales presentes en las soluciones de extracción de otros procedimientos industriales.

En general, el cianuro alcalino dosificado según el procedimiento Liebig, da en la práctica actual un contenido entre vestigios y 0,25 por 100, y como máximo  $\frac{1}{400}$  de la solución. En el caso del tratamiento de mineral de plata, se emplean a veces soluciones muy concentradas, pero en general la concentración de las soluciones de cianuro es inferior al límite máximo indicado. La substancia alcalina añadida es generalmente la cal, a no ser que se haya empleado la sosa cáustica. Se comprueba raramente un contenido superior a 100 puntos y con frecuencia es nulo (100 puntos de álcali corresponden a una solución saturada de cal en el agua destilada a 20° C., es decir 0,13 por 100). La proporción del álcali presente, es por consecuencia, en bastantes casos, inferior a la del cianuro.

La proporción del oro, variará de 0 a 15 gramos por tonelada y la de la plata, de vestigios a 292 gramos por tonelada. En general las proporciones del oro y de la plata en solución, son muy inferiores a los límites máximos dados. La proporción del mineral tratado no permite siempre una apreciación del oro y la plata contenido en la solución, porque la proporción de la cantidad de solución, a la cantidad de mineral tratado, frecuentemente llamada «dilución», varía considerablemente y es aún más considerable con los metales de alta proporción. Así cuando se utilizan 3 toneladas de solución para tratar una tonelada de mineral, la dilución será en la relación de 3 a 1; si tomamos el caso concreto de un mineral con 15 gramos de oro por tonelada, sea un valor aproximado de 50 pesetas la tonelada, del cual se puede extraer 90 por 100 del oro contenido por medio de la solución de cianuro, se habrán extraído 13,2 gramos por tonelada de mineral tratado; con una dilución de 3 a 1, la solución contendrá por tonelada 4,4 gramos.

Se ve que, en el procedimiento al cianuro, el paso de la plata y el oro, del estado sólido en que se encuentran en el mineral, al estado disuelto en la solución de cianuro, no se parece a los numerosos casos semejantes en metalurgia en los que se procura concentrar el metal que se extrae, en el mínimo de materias. Siendo extremadamente débil la proporción de oro y de plata presentes en los minerales, en razón de los progresos hechos recientemente en el tratamiento al cianuro la proporción en las soluciones será todavía más débil.

Se puede dar una idea de la cantidad infinitesimal de metal, particularmente en el caso del oro, expresándola por medio de fracciones. En las soluciones que contienen 14,6 gramos por tonelada (unas 50 pesetas), lo que es una proporción muy elevada, el oro es la  $\frac{1}{58.332}$  parte de la solución. En el caso de soluciones brutas, que son o serán precipitadas previa deposición, es conveniente hallar proporciones de 0,29 de oro por tonelada (1 peseta), o sea  $\frac{1}{2.916.600}$  de la solución. Las últimas soluciones de agotamiento en las fábricas empleando la precipitación con polvo de cinc, no tienen por valor en la tonelada más que 5 a 10 céntimos.

En las condiciones actuales de venta de la plata se necesita una cantidad de oro veinte veces mayor que la que existe para alcanzar el valor de la plata conte-

nida. Por consecuencia, en el tratamiento de los minerales de plata, a no ser que se trate una cantidad muy grande, la proporción de metal que debe precipitarse dependerá de la proporción de uno y otro en los minerales tratados. La mayor cantidad de metal a tratar en el caso de los minerales de plata, explica hasta cierto punto, por qué el procedimiento por precipitación es más empleado.

Es raro encontrar la presencia del cobre en la extracción del oro y de la plata, y hasta el presente nadie se ha ocupado de su recuperación. Existe sin embargo una posibilidad interesante, realizable a condición de que el cianuro combinado con el cobre pueda económicamente regenerarse. En muchos de los casos la cantidad de cobre en solución es más débil que la del oro y la plata y hasta ahora, aun con la precipitación electrolítica, no se ha ensayado tratar el mineral de oro y plata por el procedimiento al cianuro cuando la proporción del cobre, soluble directamente, alcanza 1 por 100. La precipitación electrolítica del oro y la plata de una solución de cianuro, exige la separación total de un peso extremadamente pequeño de metal de una solución que contenga una proporción relativamente pequeña de sales solubles, es decir de un electrolito. El hecho de que los cianuros alcalinos se descomponen fácilmente por electrolisis y que la economía del procedimiento al cianuro se basa sobre el reemplazo de este solvente, hace imperativa la necesidad de proceder a la precipitación con una descomposición mínima para el cianuro o, mejor todavía, regenerándolo.

*El procedimiento Siemens-Halske en el Rand (Africa del Sur).*—La precipitación del oro y de la plata de las soluciones de cianuro por la electrolisis, con el empleo de un ánodo soluble del metal que debe ser depositado, se ha practicado desde hace mucho tiempo en el dorado y plateado electrolítico; pero el intento de realizar la misma operación sobre las soluciones diluidas, obtenidas por el agotamiento de los minerales con un ánodo insoluble, es muy reciente.

En 1887, fué concedida una patente inglesa a Mac Arthur Farest para la extracción del oro y la plata, utilizando las soluciones diluidas de cianuro de potasio y la precipitación por el cinc. El doctor Siemens, procediendo por su lado, aplicando el resultado de sus observaciones en sus talleres de Berlín, y basándose sobre las afirmaciones de las obras de química, según las cuales el oro es soluble en las soluciones de cianuro, pone en práctica un procedimiento de extracción que utiliza soluciones todavía más diluidas y la precipitación electrolítica.

En el curso de sus investigaciones, había utilizado el cinc como precipitante, pero con las soluciones extremadamente diluidas, la electrolisis da mejores resultados. La primera fábrica se instaló en Siebenburgen para extraer el oro de los concentrados, y aunque el procedimiento tiene perfecto éxito desde el año 1888 en diferentes localidades mineras, no fué introducido hasta 1893 en los campos de oro sud-africanos.

En el Rand sólo la porción de las arenas procedentes de la pulverización del mineral y del procedimiento de amalgama, se trató por el método del cianuro. Las soluciones procedentes del tratamiento de las arenas contenían cianuro libre en cantidad suficiente para dar



resultados satisfactorios por el método ordinario de precipitación por el cinc, como se practicaba entonces. Este método se empleó universalmente para estas soluciones.

Con el nuevo método de tratamiento por decantación, el problema de la precipitación con las soluciones muy diluidas de un volumen muy importante de una débil proporción en cianuro y en oro, se plantea de nuevo.

El método ordinario con cinc, no daba resultados satisfactorios con las soluciones débiles. El procedimiento electrolítico Siemens-Halske se hizo entonces de un uso general para la precipitación de soluciones resultantes del tratamiento de los barros.

Este procedimiento se utilizó desde luego en la mina Worcester; instalaciones semejantes se hicieron en otras minas alcanzando el número de 20 en el Rand. En el procedimiento Siemens-Halske se emplearon ánodos de hierro de 0,3 a 0,6 centímetros de espesor y hojas de plomo de cerca de 0,008 centímetros de espesor, éstas últimas como cátodos. En general los ánodos y los cátodos están dispuestos verticalmente, separados por una distancia de 4 centímetros, habiendo sido objeto de múltiples disposiciones en su colocación y en sus dimensiones. En la fábrica de Worcester tenían 2,10 m. de longitud y 0,90 de ancho, pero en las instalaciones más recientes, a fin de facilitar su alimentación, fueron reducidos. Los ánodos están colocados dentro de bolsas para prevenir los corto-circuitos y recoger el azul de Prusia y el óxido de hierro formado a expensas de los ánodos de hierro.

Las hojas de plomo catódicas están frecuentemente cortadas en largas correhuelas, a fin de aumentar su superficie y expuestas sobre dos alambres tendidos en un ligero marco de madera. Otro medio de aumentar la superficie consiste en el acepillado del plomo en virutas semejantes a las virutas del cinc, colocadas entre los ánodos.

Diversos dispositivos se ensayaron para los elementos de precipitación, pero el que fué acogido más favorablemente consiste en una caja de madera dividida en estrechos compartimentos utilizados para el colamiento del líquido a través de mallas adecuadas, suspendiéndose los ánodos y cátodos en los compartimentos más anchos donde la solución tiene un movimiento ascendente. Esta disposición es similar a la empleada en la precipitación por las virutas de cinc. La densidad de corriente empleada varía de 0,33 a 0,66 amperios por metro cuadrado de superficie anódica. El objeto perseguido, es la obtención de un depósito de oro adherente sobre los cátodos de plomo. Cuando el oro se ha depositado en cantidad suficiente o sea en un 2 a 12 por 100 del peso de los cátodos, éstos se sacan y se funden y el oro se recupera por copelaciones, verificando la operación en el mismo lugar o bien en una fábrica central. Hubo largas controversias en el Rand relativas a las ventajas respectivas de la precipitación por el cinc o por electrolisis. En 1898, Betty demuestra que la precipitación por el cinc podía emplearse de manera satisfactoria para las soluciones diluidas, empleando una solución concentrada de cianuro juntamente con el par cinc y plomo propuesto en 1894 por Mac-Arthur. Cuando la precipitación de estas soluciones diluidas se hizo posible por medio del cinc, la precipitación electrolítica fué reemplazada rápidamente.

**Explotación en Minas Prietas (Méjico).**—En 1895, Andreoli que empleaba el procedimiento Siemens-Halske en el Africa del Sur, descubrió accidentalmente el empleo de ánodos de peróxido de plomo y las ventajas de estos ánodos sobre los de hierro; pero su empleo no parece haberse extendido allí sin duda porque, en el momento de este descubrimiento, el método electrolítico estaba en vías de desaparecer ante el método por el cinc. Después de las investigaciones sobre la materia empleada como cátodo, Andreoli propone el hierro, en razón de su baratura, de su rigidez y de la excelente adherencia del oro. Borchers sin embargo establece que, desde el punto de vista electroquímico, el empleo del hierro es teóricamente incorrecto. Andreoli propone entonces recuperar el oro de los cátodos de hierro, sumergiéndolos en un baño de plomo fundido. El oro se recupera entonces por copelación. El cátodo de hierro empleado de esta manera no parece ofrecer ventaja alguna sobre el cátodo de hojas de plomo, puesto que necesita el empleo del plomo y la operación de la copelación.

En 1899, Ch. Butters, muy conocido por haber introducido en Africa del Sur el procedimiento Siemens-Halske, establece un nuevo procedimiento de precipitación electrolítica con la ayuda de dos de sus colaboradores: Durand y Hamilton. Este procedimiento se empleó durante un cierto número de años con la cianuración de un gran depósito de residuos de amalgamas y más tarde, directamente, con los minerales de Minas Prietas (Méjico).

La primera instalación realizada para la precipitación electrolítica consistía en 6 balsas de madera de 9 metros de longitud, 3 de ancho y 1,50 de profundidad, con un falso fondo o segundo piso en la base, dispuesto en declive para facilitar el transporte del precipitado. Las balsas estaban divididas por tabiques de madera, en compartimentos, alternativamente anchos y estrechos, en número de 12. Los tabiques estaban dispuestos de tal manera, en lo relativo a la parte inferior que los compartimentos estrechos servían solamente para el colamiento de la solución, mientras que los compartimentos anchos, en los cuales estaban suspendidos los ánodos y los cátodos, servían para la circulación de abajo a arriba de la solución.

Esta disposición general de los compartimentos es la misma que la empleada en el procedimiento Siemens-Halske; cada uno de los compartimentos anchos contenía 18 ánodos de plomo, pues la superficie estaba recubierta de peróxido electrolíticamente formado en una balsa especial, y 17 cátodos compuestos de hojas de plomo cortadas en bandas y arrolladas sobre los hilos tendidos en los marcos de madera, semejantes a los empleados en el procedimiento Siemens-Halske.

La corriente estaba suministrada por dos dinamos de 250 amperios y 30 voltios cada una, alimentando las barras de cobre móviles colocadas encima de las balsas; a fin de obtener buenos contactos, los hilos de alimentación de los ánodos y los cátodos estaban soldados sobre estas barras.

La solución pasaba a través de dos series de balsas, comprendiendo cada serie dos balsas en tándem.

Para precipitar la solución procedente del tratamiento de las arenas, se empleaba una serie de 2 balsas y dos series de 4 balsas para precipitar la solución procedente del tratamiento de los barros. La intensi-



dad de la corriente estaba regulada de tal manera, que los metales depositados formaban un precipitado voluminoso que caía en gran parte en el fondo de los compartimentos, como en el procedimiento por limaduras de cinc, más bien que como un depósito adherente sobre los cátodos, como en el procedimiento Siemens-Halske.

Después de algún tiempo, se vino en conocimiento de que el precipitado no caía enteramente en el fondo, sino que formaba una masa poco adherente sobre los cátodos, por una parte; esto exigía el lavado de los cátodos, para obtener su perfecta limpieza. Se comprobó entonces, que los cátodos constituidos por delgadas hojas de plomo no resistían a semejante tratamiento y se debía investigar el medio de formarlos de otro modo; el resultado se alcanzó substituyendo el cátodo de plomo por una hoja de estaño ordinario de espesor suficiente para permitir limpiarla sin sacarla del recipiente.

Las materias tratadas en este caso, procedían de los residuos de la amalgamación de una arena que contenía oro y plata, la cual contenía además cobre, mercurio y cloruros procedentes de las materias añadidas durante la amalgamación. Después de agotada esta materia, se trataron los minerales hasta entonces abandonados en razón de su débil proporción. La materia pulverizada se dividía en arena y en barros; la arena se trataba por colamiento y el barro por agitación, clasificación natural y decantación. El volumen de la solución tratada variaba, así como su contenido en metal. La proporción de cianuro y de álcali, aunque menos variable, no era constante.

Damos a continuación las cifras correspondientes a dos meses de operación, para las soluciones procedentes de las primeras materias puestas en tratamiento.

Cantidad de solución precipitada en 24 horas: 216 toneladas; intensidad de corriente: 60 amperios por metro cúbico de superficie de ánodo.

La tensión entre los ánodos y los cátodos variaba según las balsas, pero la mayor era de cerca de 3 voltios. La solución al entrar en las balsas de precipitación contenía 4,14 gramos de oro por tonelada, 120,4 gramos de plata por tonelada y 0,0792 por 100 de cianuro bajo forma de cianuro de potasio.

La solución residuaria al salir de las balsas de pre-

cipitación no contenía más que 0,379 gramos de oro por tonelada, 8,46 gramos de plata por tonelada y 0,0938 por 100 de cianuro. El aumento en cianuro era de 0,0146 por 100. Como se emplearon 1,2 toneladas de solución tratando cada tonelada de arena, el cianuro aparentemente alcanzaba 0,16 kilogramos por tonelada de arena. El 91 por 100 de oro era precipitado y el 91,7 por 100 de la plata lo era igualmente. No se intentó ningún ensayo para rebajar todavía la proporción de las soluciones residuarias, no empleándose éstas para el agotamiento final.

He aquí los valores mayores de los resultados alcanzados por la precipitación de la solución procedente del tratamiento por la cal durante el período de dos meses de ensayo:

Cantidad de solución tratada durante 24 horas en toneladas.	480
Intensidad de la corriente por metro cuadrado de superficie de ánodo en amperios.	3,3
Tensión entre los ánodos y los cátodos en voltios.	2,6

#### Contenido de la solución tratada:

En oro, en gramos por tonelada	3,88
En plata, en gramos por tonelada	42,3
En cianuro, por ciento.	0,0409

#### Solución residuaria:

Proporción en oro, en gramos por tonelada	0,160
Proporción en plata, en id., id.	4,37
Proporción en cianuro por ciento.	0,0527

Como se habían empleado 4 toneladas de solución para tratar cada tonelada de cal, el cianuro aparentemente regenerado era sin duda alguna de 0,43 kilogramos por tonelada de cal, 80 por 100 de oro era precipitado y 89,6 de la plata.

Cuando se reduce el gasto de la solución a los dos tercios del gasto normal, los residuos contienen todavía por tonelada, 0,073 gramos de oro y 1,75 de plata. La regeneración del cianuro es más considerable con la solución del tratamiento por la cal en razón de la gran cantidad que contiene. Cuando se trata de minerales procedentes directamente de la mina cuya proporción en cobre es pequeña o nula, la regeneración no puede reconocerse por los procedimientos de análisis ordinarios.

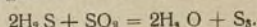
## La producción industrial del azufre

La mayor parte del azufre que circula en el comercio de Europa procede de Italia, donde se encuentra en estado nativo y en gran cantidad.

En España se encuentran yacimientos de importancia en Murcia, Albacete, Almería y también en la región catalana, Olot (Gerona) y en las islas Canarias (Sta. Cruz de Tenerife).

Los minerales más ricos en azufre (*azufre en bruto*) contienen de 30 a 40 por 100, los ordinarios de 20 a 25 y los muy pobres de 15 a 18 por 100. El azufre se halla en estado libre, *nativo*, especialmente en las cercanías de los volcanes apagados o en actividad. El azufre en bruto se beneficia directamente de los yacimientos de azufre que se encuentran al aire libre (*solfatargas*) o por medio de minas en las que se encuentra bajo tierra (*solfaras*).

**Procedimiento de extracción.**—Las *solfatargas* son agrupaciones o depósitos de azufre que se forman a flor de tierra por la combinación de los gases que se desprenden de los cráteres de los volcanes apagados, minas de azufre y de ácido sulfhídrico. Los primeros se encienden dando bióxido de azufre,  $SO_2$ , y éste se combina con  $SH_2$ , separando todo el azufre, cuya ecuación es la siguiente:



El azufre de las solfatargas, el estrato o capas es a veces tan delgado que no compensa los gastos de extraerlo por dar muy poco rendimiento; en cambio, cuando esas capas alcanzan espesores de 6 a 8 y a 10 metros entonces dan buenos beneficios.

Las *solfaras* son estratos de azufre, bajo tierra, a



distintas profundidades y que se hallan formados por grandes depósitos de azufre, constituidos probablemente por condensación de los vapores del azufre procedentes de puntos internos de la corteza terrestre. De las solfaras se extrae actualmente casi la totalidad del azufre. La teoría más verídica sobre este fenómeno es debida a Mottura que dice: «el azufre se forma en las solfaras por la descomposición del sulfato de cal mediante el carbón, los hidrocarburos u otras sustancias orgánicas a temperaturas y presiones ele-

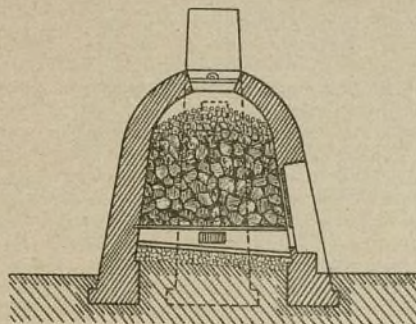
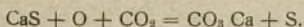


Fig. 1.—Horno regenerador sistema «Gill».

vadísimas; el sulfuro de calcio (CaS), formado por esta reacción, es soluble en el agua y al llegar por otros estratos a ponerse en contacto con el aire y con el anhídrido carbónico depositaría azufre, cuya reacción es:



Las minas de azufre, solfaras, varían sus profundidades entre 50 a 100 y hasta 200 metros. Las galerías de estas minas son inclinadas, con escaleras tortuosas. Para excavar el mineral se emplean obreros llamados *picconteri* (1) y para la extracción se echa mano de los *carusi* (2) jovencitos que transportan en sus hombros el material hasta la boca de la mina.

La disposición moderna de las minas tanto en Italia, como en otros países se ha modificado, abriendo *pozos racionales*. Particularmente para las solfaras de mayor profundidad el material se extrae mecánicamente, las galerías se disponen de ventilación amplia, instalándose numerosas bombas para extraer el agua que se acumula continuamente en ellas; de este modo se consigue que el trabajo humano no sea tan pesado, economizando tiempo y trabajo.

El mineral de las solfaras se clasifica por su calidad: *primera*, mineral muy rico, con 30 a 40 % de azufre, con un rendimiento de 20 a 25 % de azufre; *segunda*, mineral bueno o intermedio, con 20 a 35 % de azufre que rinde de 15 a 20 % de azufre; y *tercera*, mineral pobre u ordinario, con 20 a 25 % de azufre que rinde 10 a 15 % de azufre.

La extracción del azufre por fusión, consiste en quemar una vez acumulado el mineral en pequeños depósitos o montones, denominados *calcarelli*, o pe-

queños *calcaroni*, de dos metros y medio de diámetro. Este procedimiento rendía poco azufre (de 20 a 30 por ciento) perdiéndose gran cantidad que ardía transformado en anhídrido sulfuroso que se evaporaba y era causa de graves intoxicaciones. De aquí que se procurara perfeccionar los métodos de extracción recogiendo el mineral en montones de mayores proporciones y cubriéndolo con tierra y polvo del mismo mineral agotado, llamado por los italianos *ginisi*. Estos grandes montones o depósitos se les llama *calcaroni*. Su capacidad es de 2.000 metros cúbicos de mineral que no contiene menos de un 15 de porcentaje de azufre y la combustión dura por espacio de uno o dos meses, además una tercera parte del azufre se consume como combustible.

Los *calcaroni* se construyen en lugares resguardados del viento practicando unas excavaciones muy grandes, cuyos hoyos son de 10 a 20 metros de diámetro y de 2 a 3 metros de profundidad situados generalmente en una pendiente, cuyo fondo estará bien apisonado e inclinado hacia el lado que está en comunicación con el exterior para que corra por él el azufre fundido. La parte interior de los *calcaroni* está revestida de un estuco de yeso. En este foso se coloca el mineral de azufre, dispuesto en capas, de manera que queden abajo los pedazos más gruesos, y finalmente se recubre todo el montón que tiene la forma de cono truncado, con mineral ya tostado (agotado). Se enciende el azufre por la parte superior, introduciendo astillas ardiendo en las canales que se han dejado libres; el calor se propaga lentamente y funde todo el azufre, el cual se recoge en la parte inferior en cajas de madera humedecidas, donde se solidifica en panes de 50 a 60 kilogramos formando el azufre bruto fundido, muy impuro y de color obscuro.

Con los *calcaroni* el máximo de rendimiento que

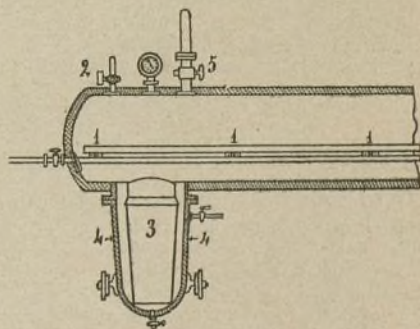


Fig. 2.—Extractores de vapor sistema «Thomas-Gilli».

se obtiene es de 60 a 65 % del azufre total (para un mineral con 25 por ciento de azufre, con 70 % de caliza y con 5 % de humedad), mientras que teóricamente, el rendimiento debería ser un 85 % poco más o menos, consumiéndose de 11 a 15 % durante la combustión para elevar la temperatura del mineral hasta la fusión del azufre.

Una extracción más racional y de mejor rendimiento es el practicado en los *hornos regeneradores* inventados por Roberto Gill, con los cuales la combus-

(1) y (2) En Italia se llaman así, a los mineros obreros destinados para la extracción del azufre; los *carusi* son niños de 10 a 12 años; en España estos mineros se llaman *azufreiros*.



ción y la calefacción se verifican en cámaras cerradas de mampostería, capaces para treinta metros cúbicos de mineral. El rendimiento puede llegar a 70 y aun a 75 % del azufre total, sin impurificar el aire y sin molestar a la vecindad. La calefacción también se obtiene en este caso a expensas del azufre que arde. Estos hornos regeneradores están formados por dos grandes cámaras de mampostería (fig. 1), abovedadas y comunicantes con una chimenea, con objeto de poder regular bien la combustión. Cuando la combustión en una cámara ha terminado, se empieza en la otra, de manera que el trabajo es continuo. Con estos hornos de dos cámaras se pueden realizar de 45 a 90 cargas anuales. La carga del mineral se efectúa como en los *calcaroni* es decir, se pone el material más grueso en el fondo y el más menudo en la parte superior, para dar fácil salida al azufre fundido, que luego se recoge en un fon-

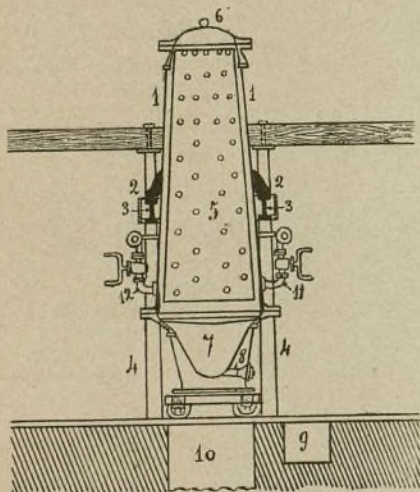


Fig. 3.—Extractores de vapor sistema «Gritti».

do inclinado y a veces es separado del mineral por medio de un doble fondo.

Estos hornos han sido modificados, substituyéndolos por hornos circulares, de seis cámaras que permiten utilizar mejor y sucesivamente el calor de combustión de las distintas cámaras, obteniéndose rendimientos superiores al 75 % de azufre total. Los hornos sistema *Sanfilippo* son los que actualmente reúnen mejores condiciones, porque permiten agotar mejor el material y utilizar también los minerales pobres; esta clase de hornos se diferencian de los demás en que sus cámaras están atravesadas por un sin número de canales verticales agujereados que facilitan la regulación y el acceso del aire a todos los puntos de la masa.

La extracción del azufre de sus minerales, basándose en su fácil fusibilidad, con vapor recalentado a la presión de 3,5 atmósferas, se verifica con extractores especiales. De éstos mencionaremos el de Thomas-Gill y el de Gritti. El primero está constituido por grandes cilindros horizontales de hierro, revestido de madera, como calorífugo, de 6 metros de longitud y de 80 a 100

centímetros de diámetro. La figura 2 representa una parte del cilindro. Unas vagonetas de fondo perforado cargadas de mineral, corren por la vía (1); en el interior del cilindro, una vez cerrado herméticamente, se deja llegar el vapor recalentado (130°) por la espita (2), que vuelve a cerrarse cuando del aparato solo sale vapor. El azufre fundido cae en el recipiente (3) situado en una vagoneta (4) de cierre hermético, que puede separarse al terminar la extracción. Por la espita (5) descarga, por fin, el vapor a presión, en otro aparato semejante. Luego se empieza otra carga. Estos aparatos dan un rendimiento diario de 8 a 12 cargas de 4 a 5 toneladas. Para el laboreo de 24 toneladas de mineral rico al 25 % en 24 horas se consumen 600 kilogramos de carbón con un rendimiento de 5 toneladas de azufre. Si la misma cantidad de mineral se laborase con los *calcaroni*, se perdería por lo menos una tonelada de azufre, que cuesta bastante más que el carbón.

La extracción por el vapor da un rendimiento de 80 a 90 % del azufre total, pero requiere costosísimos gastos de instalación y de combustible, siendo las pérdidas mayores cuando el mineral que se extrae es rico en yeso; por lo cual en comarcas como por ejemplo la isla de Sicilia, que no posee minas de carbón, no se emplea este procedimiento en grande escala, sino en casos raros. De la citada isla el azufre extraído fué un 75 % con hornos regeneradores y un 8 % por los extractores de vapor. Los hornos regeneradores dan un 55 %, los *calcaroni* un 32 % y los extractores de

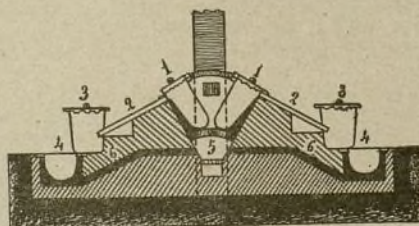


Fig. 4.—Instalación «Dopploni» para la destilación del azufre en Romagna (Italia).

vapor un 13 % de la producción total. La extracción con hornos regeneradores alcanzó en 1916 a 87 %.

El procedimiento de funcionamiento del aparato de Gritti (fig. 3), consiste en que (1) es la parte externa del horno, de forma cónica y de tres metros de altura que mediante las piezas curvas (2, 2) descansa sobre las vigas de hierro (3, 3), apoyadas en las columnas (4, 4). La pared interna del horno (5) está formada por una plancha de hierro con numerosos agujeros. La rejilla situada en la base del cono, está constituida por dos planchas de hierro móviles, semicirculares y también provistas de agujeros. La boca del horno puede cerrarse herméticamente con una tapadera (6). Debajo de la rejilla puede situarse una vagoneta (7), en donde se reúne el azufre fundido; abriendo la llave (8) se vierte el azufre al depósito (9). En (10) se recoge el mineral desazufrado, después de separar la vagoneta y la rejilla. Este horno se calienta mediante vapor que entra por (11) y sale por (12).

En la región italiana Romagna se halla el azufre mezclado con substancias bituminosas y si se extra-



jese con los calcarones resultaría obscuro. Cuando la producción es en pequeña escala, se recurre a la destilación, en numerosos *tarros de arcilla* de 20 litros de capacidad, dispuestos en hornos llamados *galeras*, recogiendo el azufre en otros tarros exteriores, una vez que sus vapores son condensados.

Cuando la producción es en grande escala se emplean unos aparatos de destilación de hierro colado, denominados *doppioni*, los cuales están constituidos por ocho retortas de fundición de un metro de altura por medio metro de diámetro, dispuestas inclinadas en un horno. El azufre se funde en los crisoles (1, 1) figura 4 y sus vapores pasan por los tubos (2, 2) y son conducidos a los recipientes-condensadores (3, 3) común a dos retortas contiguas y se recoge en estado líquido en las calderas (4, 4) mantenidas calientes por los humos del hogar (5) que son conducidos por el canal (6, 6). Una batería de ocho retortas desarrolla un trabajo de doce horas.

En las tierras azufrosas pobres de Nápoles y en Swoszowice que tienen un 15 % de azufre, se aprovechan tratándolas en aparatos cerrados mediante el sulfuro de carbono que disuelve el azufre, obteniéndose éste con un 99 %. Luego se destila la disolución para recuperar el sulfuro de carbono y recoger el azufre que queda como residuo. El sulfuro de carbono que impregna a las tierras lixiviadas se recupera en su mayor parte por tratamiento con vapor de agua. De esta manera la pérdida de sulfuro no es más que de 1,66 por 100.

En Suecia benefician las pequeñas cantidades de azufre por destilación de la *pirita de hierro* en vasijas de arcilla cónicas, las cuales en gran número se someten en un horno a fuego directo. La pirita de hierro pierde por esta operación una parte de su azufre para convertirse en un compuesto más pobre en azufre. Se han substituído las vasijas cónicas por hornos de bóveda con aparatos de condensación dispuestos lateralmente.

En la región del Cáucaso (Rusia) en los yacimientos de azufre que según cálculos puede dar hasta 9 millones de toneladas de mineral, se obtiene éste quemándolo en el mismo lugar, pero su principal aplicación es para fabricar directamente el ácido sulfúrico. El procedimiento de Petcanoff consiste en unas grandes cámaras de mampostería, cerradas herméticamente, provistas de doble fondo perforado en las que se se coloca el mineral y se rellenan de agua los intersticios; se calienta luego con vapor recalentado; el azufre corre por el fondo y se recoge con bastante pureza.

Ultimamente para extraer azufre de las *piritas* de hierro se ha ideado un procedimiento especial y nuevo; el de Stickney; este sistema consiste en un horno cilíndrico en el cual se agita automáticamente el mineral; el caldeo se verifica de diversas maneras: con gas de agua, con petróleo, con carbón y con vapor. Los vapores de azufre se condensan completamente en una lluvia de una solución salina. El procedimiento es bueno, aunque algo complicado.

ANSEL DE ARAMBURU Y GARCÍA.

## ÚLTIMAS INVENCIÓNES

### Cajas de acumuladores eléctricos

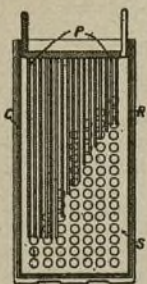
El objeto de esta nueva caja de acumulador es evitar que se derrame el electrolito en caso de romperse el vaso o caja o que ésta rezuma. A este fin se emplea un forro de caucho delgado que reviste el interior de la caja, pudiendo afectar la forma de un saco o bolsa completa que aunque se rompa, la presión interior mantiene en contacto formando cierre, evitando el derrame del líquido por las fracturas que pueda ofrecer la caja. En vez de una bolsa completa pueden emplearse cierto número de hojas o chapas de caucho, separadas; y aún una sola puede ser suficiente. El caucho que se emplee puede ser vulcanizado en cierto grado, sin perder,

sin embargo, sus condiciones y propiedades de flexibilidad. En las cajas profundas en que la presión necesita reforzarse pueden disponerse dos capas delgadas de caucho con fibra u otro material de refuerzo adecuado, interpuesto.

La protección mecánica puede disponerse en forma de plancha de ebonita, preferiblemente perforada para evitar el efecto de una interposición entre la presión local y la parte deteriorada; o pueden también emplearse tiras o bandas de madera u otros medios parecidos, adecuados para evitar que las placas deterioren

el forro al moverse dentro de la caja o bien al sacarlos.

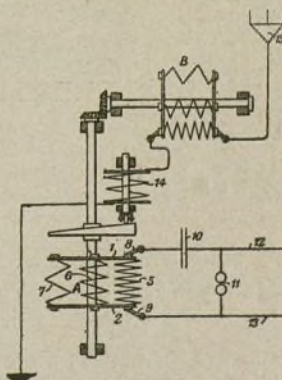
En la figura se representa la caja C con un forro R de caucho, protegido de las placas P de la batería por las placas S perforadas de ebonita.



### Telegrafía sin hilos

El dispositivo representado en la figura se refiere a un nuevo perfeccionamiento en el oscilador eléctrico o sistemas y aparatos de telegrafía sin hilos.

El órgano o disposición especial objeto de esta in-



vencción, está representado en A y comprende dos discos giratorios 1 y 2, de material aislador. Entre estos



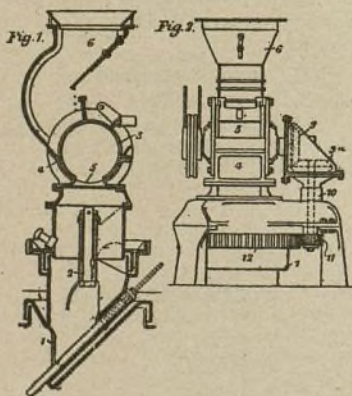
discos, pudiendo girar con ellos, existen las inductancias 5, 6 y 7. Unas escobillas 8 y 9 están montadas en forma que hacen contacto con los extremos de las inductancias por la parte exterior de los discos, y forman parte del circuito oscilador que comprende el condensador 10 y el excitador 11, suministrándose la corriente por los conductores 12 y 13.

Al girar los discos 1 y 2, cualquiera de las inductancias 5, 6 ó 7, puede conectarse con el circuito oscilante. Las inductancias pueden formar el devanado primario de un transformador de alta frecuencia con un devanado secundario 14. Este devanado secundario tiene un extremo en contacto con la tierra y el otro, conectado con un cable aéreo 15 mediante un dispositivo B semejante al A. Ambos dispositivos A y B se articulan de modo que los cambios necesarios en los circuitos primario y secundario se verifican simultáneamente.

### Generadores de gas

Se trata de un nuevo aparato cargador de generadores de gas del tipo en que una especie de caño o tolva giratoria distribuidora, esparce y distribuye uniformemente el carbón sobre toda la superficie de la cámara de combustible del generador.

El nuevo sistema de que damos conocimiento consiste en una tolva giratoria distribuidora combinada con un tambor de alimentación, también giratorio, o mecanismo equivalente, funcionando a la vez ambos organismos en forma tal que cada carga intermitente alijada desde el tambor por la tolva o caño 1 se deposita alrededor del lecho de combustible a intervalos regulares, cayendo cada carga conforme a un cierto ángulo radial constante respecto a la carga anterior. El ángulo cons-



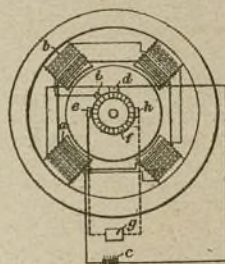
tante se escoge de manera que ninguno de sus múltiplos sea divisible por 360 grados consiguiéndose así que no puedan depositarse dos cargas en la misma línea radial del lecho del combustible, sino a muy largos intervalos.

La tolva o caño 1 está soportado por un montante central fijo 2. Por encima está situado el tambor de alimentación, giratorio, 3, conducido en un armazón 4 y provisto de una puerta de recepción y descarga, 5.

En relación con este tambor está la tolva 6 con los conocidos dispositivos de regulación. El movimiento combinado del tambor de alimentación y el caño de descarga se efectúa por medio de una transmisión cónica de fricción y con preferencia de engranajes 8 y 9a a 45°, el último de los cuales conduce un eje 10 sobre el que va montado un piñón 11 que se articula a una rueda de engranaje 12 de la tolva 1.

### Dínamos combinadas

Se refiere esta invención a una dinamo combinada para puesta en marcha y alumbrado del tipo en que se



emplea una sola armadura provista de un solo devanado y un solo conmutador. El objeto principal del nuevo dispositivo consiste en disponer dos escobillas conmutadoras de la misma polaridad con un cortacircuitos automático intercalado entre ellas, desconectándose una de estas escobillas cuando la máquina funciona como una dinamo. El campo magnético de una máquina de cuatro polos está provisto de un devanado de excitación en serie y otro en derivación, a y b, respectivamente, estando el polo positivo de la batería c, conectado a una escobilla conmutadora d y el polo negativo, por el devanado a de excitación de campo en serie, a una escobilla e capaz de separarse del conmutador f cuando es necesario, y por el devanado de campo en serie y el cortacircuitos g a otra escobilla conmutadora h, colocándose con preferencia las escobillas e y h, opuestas diametralmente entre sí y a 90° en relación a la escobilla d que está conectada al polo positivo de la batería.

Al objeto de obtener una acción constante, un extremo del devanado b de excitación de campo en derivación se conecta con la escobilla positiva d, mientras el otro extremo del mismo devanado se conecta a una escobilla i que se coloca con preferencia entre la escobilla positiva d y una de las escobillas negativas, que conviene más sea la móvil e negativa.

Cuando la máquina funciona como motor, la escobilla negativa e móvil, queda sobre el conmutador f, por lo cual el cortacircuitos automático g, se vuelve inactivo, privando el paso por el mismo a la corriente.

Cuando la máquina funciona como dinamo la escobilla negativa, móvil, se separa del conmutador, dejando por lo tanto el cortacircuitos automático en el circuito comprendido entre la dinamo y la batería.



## Determinación gráfica de los engranajes helicoidales

1. RESUMEN.—Los engranajes helicoidales permiten efectuar una relación constante de velocidades angulares entre dos árboles no situados en un mismo plano. Su estudio teórico no tiene, para el mecánico o el constructor, otro interés que demostrar la diferencia existente entre la forma geométrica exacta y la forma adoptada en la práctica corriente. Si bien en muchos tratados de cinemática aplicada se encuentran estudios sobre dicha forma práctica, estos, en general, tienen el defecto de no poner en evidencia con suficiente claridad las mejores condiciones de instalación de este medio de transmisión. El objeto de la siguiente exposición es la determinación gráfica de los elementos necesarios para la construcción de tales engranajes, para obtener, en los diferentes casos que puedan presentarse, la solución más ventajosa.

2. *Los engranajes helicoidales.* — Un cuplo de engranajes helicoidales es constituido por dos tornillos, generalmente de varios pasos, que giran alrededor de sus ejes, colocados en cualquier posición, encajando mutuamente sus diferentes roscas de tal modo que la rotación de uno de los dos tornillos determina la rotación del otro, quedando constante la relación de las velocidades angulares.

### Estudio general de los engranajes helicoidales exteriores

3. *Descripción.* — Para mayor claridad se admitirá en esta primera exposición que las dos ruedas se hallan tangentes exteriormente, cuya disposición es la que se emplea casi siempre. El caso de dos ruedas interiores se examinará más adelante.

La figura 1 representa dos engranajes conjugados, engranados; la figura 2 es un esquema que muestra el procedimiento seguido en su construcción y enseña cuál es su funcionamiento.

Considérense dos cilindros  $\Gamma_1, \Gamma_2$  montados sobre ejes no situados en un mismo plano, tangentes exteriormente en un punto  $O$  de la perpendicular común a los ejes, y dibújense sobre estos cilindros dos hélices cualesquiera  $H_1$  y  $H_2$ , sujetas únicamente a la condición de estar tangentes en el punto  $O$ .

Tómese (fig. 2) un plano horizontal, paralelo al plano tangente común a los cilindros, y sean  $ox_1, ox_2$  las proyecciones de los ejes;  $A_1, B_1, A_2, B_2$  las proyecciones de las generatrices de contorno aparente;  $H_1, H_2$  las proyecciones de las hélices y  $ot$  su tangente común.

Considérese un plano vertical  $XY$ , normal con relación a la tangente  $ot$  en el punto  $o$ ; este plano cortará los cilindros según las elipses  $E'_1, E'_2$  tangentes en  $o'$ , proyección del punto de contacto de los cilindros  $\Gamma_1, \Gamma_2$ . La perpendicular común a los ejes de los cilindros se halla en el plano  $XY$  y se tiene, en verdadera magnitud,  $o'o' = r_1$ , radio del cilindro  $\Gamma_1$ ;  $o'o' = r_2$ ,

radio del cilindro  $\Gamma_2$ ;  $o'o'_2 = d$ , menor distancia de los ejes.

Las circunferencias  $C_1, C_2$ , oscultrices a las elipses en su punto de contacto, tomándose como circunferencias primitivas, pueden construirse  $S_1, S_2$ , dos perfiles conjugados de engranajes cilíndricos tangentes en  $o'$ . La superficie del diente correspondiente, adherida al cilindro  $\Gamma_1$ , es engendrada por el perfil  $S'_1$ , que se desplaza en un movimiento helicoidal a lo largo de la hélice primitiva  $H_1$ ; el perfil  $S'_2$ , apoyándose sobre la otra hélice primitiva,  $H_2$ , trazará el helicoido que constituirá la superficie del diente conjugado sobre el cilindro  $\Gamma_2$ .

Las superficies de los demás dientes serán engendradas de la misma manera, distribuyendo los perfiles generadores a lo largo de las hélices  $L_1, L_2$ , respectivamente normales con relación a las hélices primitivas

$H_1, H_2$ ; es decir que, para determinar las superficies de los dientes conjugados próximos, se transportarán helicoidalmente los perfiles  $S'_1, S'_2$  en  $V'_1$  y  $V'_2$ , de modo que el punto que se halle sobre los cilindros primitivos describa, sobre el cilindro  $\Gamma_1$ , la hélice  $L_1$ ; y sobre el cilindro  $\Gamma_2$ , la hélice  $L_2$ ; el transporte llega a su término cuando los arcos recorridos,  $oc_1, oc_2$ , son iguales a la rosca circunferencial del engranaje cilíndrico recto construido sobre los círculos  $C_1$  y  $C_2$ . Las caras correspondientes de los dientes conjugados inmediatos serán engendradas por los perfiles  $V'_1, V'_2$  desplazándose helicoidalmente a lo largo de las hélices  $M_1, M_2$ .

Como que a lo largo del pequeño arco de hélice, los arcos descritos casi se confunden con los círculos osculares  $C_1$  y  $C_2$ , la dentadura obtenida por este procedimiento difiere muy poco de la que se hubiera construido tomando las hélices  $L_1, L_2$  como curvas giratorias primitivas.

Para realizar la rueda adherida a  $\Gamma_1$ , se tomará un cilindro material  $D_1$ , concéntrico a  $\Gamma_1$ , cuyo radio sea igual a  $r_1 + h$ , siendo  $h$  la altura del perfil  $S'_1$  por encima del círculo primitivo  $C_1$  y se hará una ranura helicoidal por medio de la fresa  $F_1$ , que convendrá para el corte del engranaje derecho construido sobre  $C_1$ .

Suponiendo que el eje de esta fresa esté paralelo al plano horizontal, su meridiano vertical se coloca en el plano  $X_1Y_1$ , paralelo a  $XY$  y cortando normalmente la hélice media del hueco de rosca a ejecutar. Por hélice media debe entenderse la hélice  $J_1$  que pasa por el punto  $a_1a'_1$ , punto central del arco de la hélice  $L_1$ , correspondiente a un hueco; el plano  $X_1Y_1$  corta la hélice  $J_1$  en un punto  $b_1b'_1$ , que se proyecta horizontalmente sobre  $ox_1$ ; este plano, vuelto, indica en el punto  $D'_1$  la sección del cilindro exterior de la rueda  $\Gamma_1$ , y, en  $F''_1$ ,

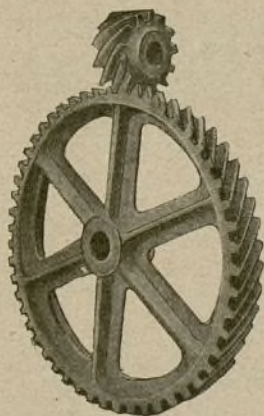


Fig. 1. — Cuplo de engranajes helicoidales (dentadura a la izquierda y ejes a 90°).



la sección axial de la fresa.

Para cortar otro hueco bastará hacer girar la rueda  $\Gamma_1$  en un ángulo conveniente y ejecutar un fresado idéntico al primero.

La rueda adherida a  $\Gamma_2$  se obtendrá de un modo análogo, con la fresa correspondiente al engranaje recto construido sobre  $C_2$ ; esta fresa se colocará de tal modo que su meridiano vertical se halle en un plano normal a la hélice media  $J_2$  que pasa por  $a_2 a'_2$  punto central del arco de hélice  $L_2$  correspondiente al hueco que se quiere obtener; este plano, paralelo a  $XY$ , corta la hélice  $J_2$  en el punto  $b_2$  sobre el eje  $ox_2$ . En el caso de la figura 2, este plano coincide con  $X_1 Y_1$ , porque la tangente  $ot$  es bisectriz del ángulo  $x_1 ox_2$ .

Vuelto nuevamente este plano, indica, en  $D''_2$  la

están tangentes entre sí en el punto  $oo'$ , puesto que contienen las curvas  $H_1, H_2, S'_1, S'_2$  que se hallan tangentes de dos en dos en este punto.

Estando las ruedas  $\Gamma_1, \Gamma_2$  libres de girar sobre sus ejes, pero no pudiendo desplazarse paralelamente a éstos, si se dá a  $\Gamma_2$  una velocidad angular  $\omega_2$ ,  $S'_2$  empujará a  $S'_1$  y determinará la rotación de  $\Gamma_1$  a una velocidad angular  $\omega_1$ , tal que, según una proposición conocida de cinemática, la velocidad de traslado de los dos dientes uno sobre otro se halla dentro del plano tangente común a estos dos dientes, en el punto de contacto.

Aquí el punto de contacto tiene, en la rotación  $\omega_1$ , una velocidad geométrica  $ov_1$  igual a  $\omega_1 r_1$ , en el plano tangente común a los cilindros primitivos, perpendicular a  $ox_1$  y convenientemente dirigida. Asimismo, el segmento  $ov_2$ , igual a  $\omega_2 r_2$ , perpendicular a  $ox_2$  y si

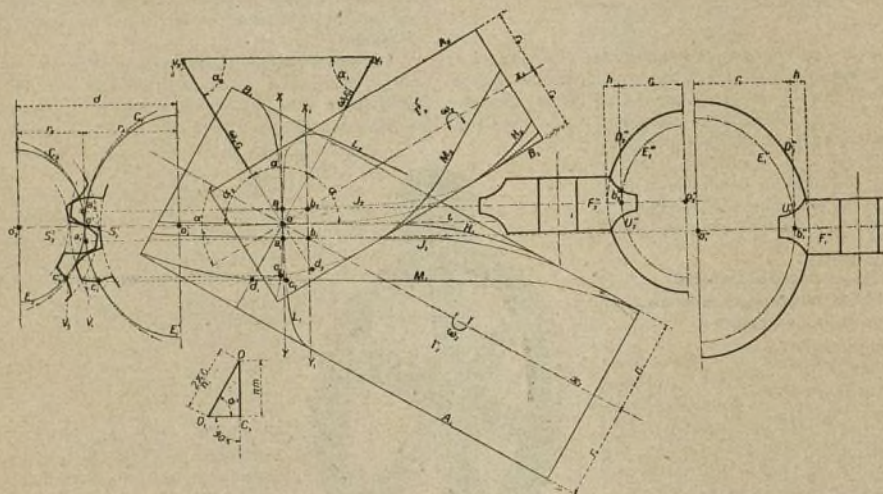


Fig. 2.—Esquema que permite la construcción y el funcionamiento de los engranajes helicoidales. (El punto  $a_1$  se halla sobre la hélice  $L_1$ ; el punto  $a_2$  se halla sobre la hélice  $L_2$ ).

sección del cilindro exterior de la rueda  $\Gamma_2$  y, en  $I''_2$ , la sección axial de la fresa.

4. **Funcionamiento.** — La entendadura descrita anteriormente realiza, como se verá luego, la transmisión uniforme del movimiento.

Las superficies helicoidales construidas según el procedimiento antes expuesto, no darán exactamente, en el plano  $XY$ , los perfiles debidos  $S'_1, S'_2$  (fig. 2), y esto por dos razones:

1.º El fresado helicoidal no reproduce el perfil de la fresa sino con cierta deformación.

2.º Los perfiles  $U''_1, U''_2$  resultante del tallado y contenidos en el plano  $X_1 Y_1$ , suponiéndose iguales a los perfiles  $S'_1, S'_2$  del dibujo, al desplazarlos helicoidalmente sobre cada uno de los cilindros primitivos, de modo que pasen ambos por el punto  $oo'$ , dejarán de hallarse en el mismo plano y no podrán coincidir con los perfiles  $S'_1, S'_2$  que están contenidos en el plano  $XY$ .

Con las proporciones admitidas en la práctica pueden pasarse por alto estas diferencias y admitir que las superficies helicoidales correspondientes a  $U''_1$  y  $U''_2$

tuada en el plano tangente común, dá la velocidad geométrica del punto  $oo'$  en la rotación  $\omega_2$ . La velocidad de traslado es paralela a  $v_1 v_2$  y como que debe ser llevada por  $ot$  para hallarse en el plano tangente común a los dos dientes engranados, se deduce de ello que  $v_1 v_2$  es paralelo a  $ot$ .

Designando por  $\alpha_1, \alpha_2$  los ángulos que hacen las hélices primitivas  $H_1, H_2$  con los planos de sección recta de los cilindros que las llevan, el triángulo  $ov_1 v_2$  dá:

$$\frac{\omega_1 r_1}{\omega_2 r_2} = \frac{\text{sen. } \alpha_2}{\text{sen. } \alpha_1}$$

de donde se deduce la relación de las velocidades angulares:

$$k = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{r_2 \text{ sen. } \alpha_2}{r_1 \text{ sen. } \alpha_1} \quad (1)$$

Pero, después de haber sufrido un pequeño desplazamiento, el punto de contacto de los dientes se aparta del punto de tangencia de los cilindros primitivos; la nueva relación de las velocidades angulares dependerá de la posición del nuevo punto de contacto y de la orientación del plano tangente común en este



punto a las superficies de los dientes articulados.

Las condiciones teóricas de tängencia que dan a la relación K el valor determinado por (1) no se reproducirán, con esta forma de endentadura, salvo en algunos casos muy especiales, sino cuando los dientes conjugados contiguos  $V_1, V_2$  se toquen en un punto de la perpendicular común a los ejes, es decir cuando el punto  $d_1$  de la hélice  $M_1$ , y el punto  $d_2$  de la hélice  $M_2$  coincidan ambos con el punto  $oo'$ .

En el intervalo, estas circunstancias se hallarán sólo aproximadamente realizadas.

Los contactos en el punto  $oo'$ , que únicamente pueden dar a la relación K el valor indicado por (1), se suceden a razón de uno por cuplo de dientes conjugados; puede admitirse que son bastante frecuentes para que la irregularidad de la transmisión no pueda alcanzar, en el intervalo, un valor perjudicial y para que la fórmula (1) pueda considerarse como constantemente exacta.

5. *Parámetros que determinan los engranajes helicoidales.*—Para poder cortar la rueda  $\Gamma_1$  bastará conocer los elementos o parámetros siguientes:

- 1.º El radio  $r_1$  del cilindro primitivo;
- 2.º El ángulo  $\alpha_1$  que hace la hélice primitiva  $H_1$  con el plano de sección recta y la dirección de la rosca, a la derecha o a la izquierda;
- 3.º El tipo de la fresa utilizada para el tallado;
- 4.º El número de dientes o pasos de rosca  $n_1$ .

En efecto, el paso de la superficie helicoidal será  $p_1 = 2\pi r_1 \operatorname{tg} \alpha_1$ ; el diámetro exterior de la rueda será  $2(r_1 + h)$ , siendo  $h$  la altura del diente por encima del primitivo, determinada por el tipo  $m$ ; la profundidad del corte dependerá igualmente de  $m$ .

Para la rueda conjugada bastará conocer los elementos siguientes:

- 5.º  $r_2$ , o sea el radio del cilindro primitivo  $\Gamma_2$ ;
- 6.º  $\alpha_2$ , o sea el ángulo de la hélice primitiva  $H_2$  con el plano de sección recta y la dirección del paso;
- 7.º El número de dientes  $n_2$ .

El tipo es evidentemente el mismo que para la rueda  $\Gamma_1$ .

Sabido es que, por un tipo determinado, existe una serie de fresas (en general 8 ó 15) que permiten tallar desde el piñón de 12 dientes hasta la cremallera; en el caso presente, la elección de las fresas se hará teniendo en cuenta las circunferencias primitivas auxiliares  $C_1$  y  $C_2$ , no los engranajes mismos. El radio de  $C_1$

es igual a  $\frac{r_1}{\operatorname{sen}^2 \alpha_1}$ ; el número de dientes que podrán

construirse sobre este círculo será  $\frac{2r_1}{m \operatorname{sen}^2 \alpha_1}$  y servirá para elegir la fresa.

El corte de la rueda  $\Gamma_2$  se hará con la fresa correspondiente a un número de dientes:  $\frac{2r_2}{m \operatorname{sen}^2 \alpha_2}$ . Tales números de dientes no serán, en general, números enteros, pero esto no tiene inconvenientes, puesto que el corte no se efectúa sobre las circunferencias  $C_1$  y  $C_2$ .

Finalmente, para el acoplamiento de las ruedas, será necesario conocer:

- 8.º  $d$ , o sea la distancia de los ejes;
- 9.º  $\alpha$ , el ángulo de los mismos;
- 10.º K, relación de las velocidades angulares;
- 11.º El sentido de las revoluciones alrededor de los

dos ejes, puesto que, girando el árbol motor en un mismo sentido, puede hacerse girar a voluntad el otro árbol en un sentido o en otro, aunque los engranajes queden exteriores entre sí.

6. *Relaciones que existen entre los parámetros* (fig. 2).—Siendo exteriores los engranajes se tiene inmediatamente

$$r_1 + r_2 = d. \quad (2)$$

Convengamos en tomar como ángulo de los ejes el ángulo de las dos semi-rectas  $ov$ , y  $ov_2$  dirigidas según las velocidades del punto  $oo'$  en una y otra rotación; no debe confundirse con su suplemento  $\pi - \alpha$ ; el triángulo  $ov_1v_2$  da:

$$\alpha + \alpha_1 + \alpha_2 = \pi. \quad (3)$$

Como que cada saliente de una de las ruedas penetra en un hueco de la otra, se tiene:

$$K = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_2}{n_1}. \quad (4)$$

Es preciso determinar las condiciones necesarias para que haya sobre cada una de las ruedas un número entero de dientes, circunstancia indispensable para que el movimiento pueda continuarse indefinidamente.

La distancia de dos dientes contiguos de la rueda  $\Gamma_1$ , medida sobre la circunferencia de la sección recta es igual al arco de círculo que se proyecta horizontalmente en  $od_1$ , si  $n_1$  es el número de dientes de la rueda, debe tenerse:

$$\operatorname{arco} od_1 = \frac{2\pi r_1}{n_1}.$$

Por otra parte, ya hemos demostrado que el arco de hélice  $oc$ , tiene la misma longitud que el paso circunferencial del engranaje auxiliar convencional construido sobre  $C_1$  y de tipo  $m$ , de donde se deduce:

$$\operatorname{arco} oc_1 = \pi m.$$

Si se desarrolla el cilindro  $\Gamma_1$ , la figura izquierda de líneas curvas  $od_1c_1$  se transforma en el triángulo  $OD_1C_1$ , cuyo ángulo  $C_1$  es recto y cuyo ángulo  $D_1 = \alpha_1$ , puesto que el desarrollo no afecta a los ángulos. Dadas las condiciones de este triángulo, puede escribirse:

$$\frac{2\pi r_1}{n_1} \operatorname{sen} \alpha_1 = \pi m,$$

de donde se deduce la relación:

$$r_1 = \frac{mn_1}{2 \operatorname{sen} \alpha_1} \quad (5)$$

La rueda  $\Gamma_2$  dará una relación análoga por permutación de los índices 1 y 2:

$$r_2 = \frac{mn_2}{2 \operatorname{sen} \alpha_2}. \quad (6)$$

Es de observar que si las ecuaciones (4), (5), (6) son satisfechas, también lo será la expresión (1) que da la relación de las velocidades angulares en función de los demás parámetros; es, por consiguiente, inútil hacer figurar aquí esta relación.

En resumen: las magnitudes que determinan un cuplo de engranajes helicoidales, son ligadas por las ecuaciones (2) a (6).

Es de notar que todas las cantidades que figuran en estas ecuaciones son tomadas positivamente.

Las indicaciones que fijan el sentido de los pasos y



el sentido de las rotaciones se hallarán en el gráfico figura 3.

7. *Gráfico que demuestra la solución de todos los casos posibles* (fig. 3).—He aquí el modo en que todos los elementos de la solución pueden agruparse en una construcción gráfica.

En el plano tangente común a los cilindros primitivos se traza la semi-recta  $SU_1$  teniendo la misma dirección y el mismo sentido que la velocidad del punto de contacto de los cilindros primitivos que se suponen girando con la rueda  $\Gamma_1$  (véase segmento  $ov_1$  en la figura 2); luego, se dibuja  $SU_2$  teniendo la misma di-

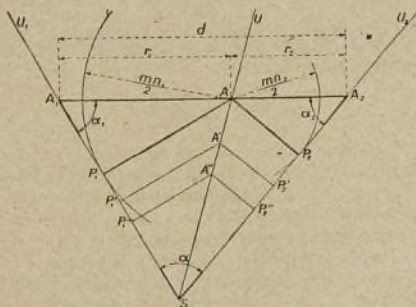


Fig. 3.—Gráfico que permite resolver todos los casos que pueden presentarse en el cálculo de los engranajes helicoidales.

rección y el mismo sentido que la velocidad de este punto, que se supone ligado a la rueda  $\Gamma_2$  (véase segmento  $ov_2$  en la figura 2). Colóquese en el ángulo  $U_1SU_2$  un punto A tal que sus distancias  $AP_1$ ,  $AP_2$  a los lados del ángulo recto sean respectivamente iguales a las cantidades  $\frac{mn_1}{1}$  y  $\frac{mn_2}{2}$ .

Puede darse una interpretación concreta de estas cantidades: son los radios de las circunferencias primitivas de dos engranajes rectos convencionales que tendrían el mismo número de dientes que las ruedas  $\Gamma_1$  y  $\Gamma_2$  y hubiesen sido cortados con una fresa del mismo tipo.

En el punto A constrúyase una línea recta paralela a la tangente común a las hélices primitivas  $H_1$ ,  $H_2$  (véase dirección  $ot$  en la figura 2) y cortando  $SU_1$  en  $A_1$  y  $SU_2$  en  $A_2$ .

El triángulo  $A_1SA_2$  suministra los tres ángulos que figuran en los parámetros:

$$\overline{A_1SA_2} = \alpha, \quad \overline{SA_1A_2} = \alpha_1, \quad \overline{SA_2A_1} = \alpha_2.$$

La figura da inmediatamente, según las relaciones (5) y (6):

$$AA_1 = \frac{AP_1}{\sin \alpha_1} = \frac{mn_1}{2 \sin \alpha_1} = r_1$$

y

$$AA_2 = \frac{AP_2}{\sin \alpha_2} = \frac{mn_2}{2 \sin \alpha_2} = r_2$$

luego,

$$A_1A_2 = d;$$

la relación de las rotaciones,  $k = \frac{n_2}{n_1} = \frac{AP_2}{AP_1}$ .

Todos los parámetros figuran, pues, en este trazado y las relaciones de magnitud existentes entre ellos quedan puestas en evidencia.

Para determinar el sentido del paso de las hélices primitivas y el sentido de las rotaciones será necesario fijar la posición relativa de los ejes con relación al plano tangente común de los cilindros, que se toma como plano horizontal de la figura 3; es decir, que deberá distinguirse si es el eje de la rueda  $\Gamma_1$ , el que se halla por debajo, y el de la rueda  $\Gamma_2$ , el que se halla por encima, o *viceversa*, puesto que el gráfico da dos soluciones, según se admite una u otra de estas hipótesis. En el supuesto de que el eje de la rueda  $\Gamma_1$ , normal a  $SU_1$ , se halla por debajo, se conocerá inmediatamente el sentido de la rotación, puesto que comunica al punto  $oo'$  de la figura 2, que se halla por encima, una velocidad dirigida según  $SA_1$ ; el sentido del paso será conocido porque la línea recta  $A_1A_2$  es paralela a la tangente a la hélice primitiva, en este mismo punto. En el caso de la figura 3 el paso sería vuelto a la derecha. Del mismo modo se hallará el sentido de la rotación y del paso para la rueda  $\Gamma_2$ .

Fácilmente se puede comprobar que haciendo pasar por encima del plano del gráfico el eje que se hallaba por debajo, y *viceversa*, sin cambiar en nada los parámetros, se invierte a la vez el sentido de las rotaciones alrededor de sus ejes y el sentido del paso de las hélices sobre los dos cilindros primitivos. Invirtiendo el sentido de marcha, se restablecerá el sentido inicial de las rotaciones; desde el punto de vista de la transmisión del movimiento, nada se habrá cambiado, pero el paso de las roscas habrá cambiado de sentido sobre las dos ruedas. No es superfluo insistir sobre estas cuestiones de sentido, ya que son a menudo una causa de errores, y la construcción del gráfico 3 tiene la ventaja de desvanecer toda ambigüedad sobre este punto.

En resumen, si se puede trazar el gráfico núm. 3, se poseen todos los elementos que afectan al corte de un cuplo de ruedas helicoidales.

8. *Determinación a priori de los parámetros  $m$ ,  $n_1$ ,  $n_2$* .—El tipo  $m$  no puede ser sino uno de los correspondientes a las series de fresas corrientes; no podrá separarse de cierto número de valores bien determinados. Los números de dientes  $n_1$  y  $n_2$  deben ser enteros, comprendidos dentro de ciertos límites y sujetos a una relación dada,  $k$ ; por consiguiente, deberán elegirse a priori:  $m$ ,  $n_1$  y  $n_2$ , es decir, las longitudes  $AP_1$  y  $AP_2$  del gráfico 3. Se dará al tipo de fresa y a los números de dientes otros valores que satisfagan las condiciones precedentes, por ejemplo:  $m'$ ,  $n'_1$ ,  $n'_2$ , luego  $m''$ ,  $n''_1$ ,  $n''_2$ , etc., y se obtendrá una serie de puntos  $A'$ ,  $A''$ , etcétera, cuyas distancias a los lados del ángulo  $U_1SU_2$  serán respectivamente:

$$AP'_1 = \frac{m'n'_1}{2}, \quad AP'_2 = \frac{m'n'_2}{2},$$

pues

$$AP''_1 = \frac{m''n''_1}{2}, \quad AP''_2 = \frac{m''n''_2}{2}, \text{ etc.}$$

Todos estos puntos se hallarán distribuidos sobre una misma semi-recta  $SU$  colocada en el interior del ángulo  $U_1SU_2$ ; proporcionarán otras tantas soluciones distintas del problema, entre las cuales podrá elegirse la que resulte más conveniente. Una grande ventaja del gráfico núm. 3 consiste en que, con alguna práctica, permite determinar a priori cuál es la posición del punto A sobre  $SU$  que realiza de la manera más completa el *desideratum* del caso particular que se consi-



dera y, por consiguiente, qué valores de  $m$ ,  $n_1$ ,  $n_2$  deben adoptarse.

Si este primer grupo de valores no conducía a resultados satisfactorios, sería fácil darse cuenta, sobre el gráfico, de la nueva posición que debería darse al punto A y qué nuevos valores corresponderían al tipo de fresa y al número de dientes.

Las consideraciones generales siguientes permiten apreciar si una solución es satisfactoria o no, y en qué sentido debe hacerse variar los parámetros  $m$ ,  $n_1$ ,  $n_2$ .

1.º El tipo  $m$  debe dar dientes bastante resistentes;  
2.º Los números de dientes  $n_1$ ,  $n_2$  deben ser bastante grandes para multiplicar los puntos de contacto teórico sobre la perpendicular común a los ejes.

3.º Los radios  $r_1$  y  $r_2$  deben ser bastante grandes para permitir la fijación de las ruedas sobre los ejes, la construcción en serie sobre mandriles bastante largos, etc.;

4.º Los radios  $r_1$  y  $r_2$  no deben ser demasiado grandes, a fin de no exceder de los límites de emplazamiento permitidos por los órganos contiguos de la máquina a que pertenecen, o por la capacidad de las máquinas herramientas que se empleen en su construcción, etc.;

5.º Como que estos engranajes se desgastan con bastante rapidez, es conveniente si han de estar sometidos a un trabajo pesado, procurar mantener aproximadamente las condiciones de rendimiento máximo, a fin de reducir el desgaste.

Este rendimiento es tanto más elevado cuanto que el ángulo  $\alpha$  de los ejes, definido en el párrafo 6, es más pequeño; se acerca a 1 cuando aquel ángulo es nulo (caso de dos árboles paralelos, girando en el mismo sentido) hay imposibilidad cinemática; prácticamente, el acuíñamiento se produce mucho antes de que el ángulo alcance el indicado valor, y, para que el funcionamiento sea satisfactorio, el ángulo de los ejes, que ya hemos definido, y que no cabe confundir con su suplemento, debe estar comprendido entre  $0^\circ$  y  $100^\circ$ ; en ningún caso debe exceder de  $135^\circ$ .

El acuíñamiento es también de temer cuando la hélice primitiva de la rueda accionada hace con el plano de sección recta un ángulo inferior a  $12^\circ$ ; es, pues, prudente procurar que este ángulo permanezca siempre superior a  $20^\circ$ . En cambio, no hay límite inferior que imponer al ángulo de la hélice primitiva de la rueda motriz con el plano de sección recta.

Cuando el ángulo  $\alpha$  es dado, el rendimiento se acerca mucho al máximo posible si los ángulos  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$  son iguales, es decir, si la tangente común  $ot$  (fig. 2) a las hélices primitivas se halla igualmente inclinada sobre los ejes de los cilindros. Si la cuestión del rendimiento se considera como primordial, es preciso que los ángulos  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$  sean poco diferentes uno del otro.

9. Empleo del gráfico (fig. 3).—Para salvar toda ambigüedad o duda, se reproduce aquí la significación de los varios elementos de esta figura:

SU<sub>1</sub>, semi-recta teniendo la misma dirección y el mismo sentido que la velocidad del punto  $oo'$  de la figura 2, que se supone ligado a la rueda  $\Gamma_1$ ;

SU<sub>2</sub>, semi-recta teniendo la misma dirección y el mismo sentido que la velocidad del punto  $oo'$  ligado a la rueda  $\Gamma_2$ ;

U<sub>1</sub> SU<sub>2</sub>, es por definición, el ángulo  $\alpha$  de los ejes;

A<sub>1</sub>A<sub>2</sub>, línea recta paralela a la tangente común a las hélices primitivas  $H_1$  y  $H_2$ , siendo su longitud igual a  $d$ , distancia de los ejes;

SA<sub>1</sub>A<sub>2</sub>, ángulo que hace la hélice  $H_1$  con el plano de sección recta de  $\Gamma_1$ ;

SA<sub>2</sub>A<sub>1</sub>, ángulo que hace la hélice  $H_2$  con el plano de sección recta de  $\Gamma_2$ ;

SU, semi-recta trazada en el ángulo U, SU<sub>1</sub> y lugar de los puntos cuyas distancias a las rectas SU<sub>1</sub> y SU<sub>2</sub> se hallan en la relación K de las velocidades angulares,

Longitud AA<sub>1</sub>, radio  $r_1$  del cilindro primitivo  $\Gamma_1$ ;

Longitud AA<sub>2</sub>, radio  $r_2$  del cilindro primitivo  $\Gamma_2$ ;

Longitud AP<sub>1</sub>, distancia del punto A a la línea recta SU, igual al medio producto del tipo  $m$  por el número de dientes  $n_1$  de la rueda  $\Gamma_1$ .

Longitud AP<sub>2</sub>, distancia del punto A a la línea recta SU<sub>2</sub> e igual al medio producto del tipo  $m$  por el número de dientes  $n_2$  de la rueda  $\Gamma_2$ .

Puesto que los parámetros  $m$ ,  $n_1$ ,  $n_2$  son elegidos a priori, las longitudes AP<sub>1</sub>, AP<sub>2</sub> son conocidas, según hemos demostrado; sólo quedan por determinar los seis parámetros  $d$ ,  $r_1$ ,  $r_2$ ,  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\alpha$ , ligados por las cuatro ecuaciones (2) a (4); bastará tomar dos de estas cantidades y terminar el trazado de la figura 3 para determinar todos los elementos necesarios al corte de ruedas conjugadas.

Por lo tanto, habrá tantos casos particulares como cuplos de valores puedan fijarse entre los seis parámetros precedentes:  $d$  y  $r_1$ ,  $d$  y  $r_2$ ,  $d$  y  $\alpha_1$ , etc.

Íntil es insistir en los varios casos posibles, haciéndose fácilmente la construcción de la figura por medio de la regla y el compás, salvo en un caso especial que se examinará a continuación.

También podrían calcularse parámetros desconocidos utilizando para ello las ecuaciones 2 y 6, pero el procedimiento sería más largo, no permitiría abarcar el conjunto de las soluciones posibles y, sobre todo, se prestaría más difícilmente a la determinación del sentido de las rotaciones y de los pasos; es preferible considerar el cálculo como un complemento del método gráfico, para fijar las decimales con precisión.

10. Caso único que no se resuelve por medio de la regla y el compás.—Si, entre los seis parámetros,  $d$ ,  $r_1$ ,  $r_2$ ,  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\alpha$ , se escogen los valores de  $d$  y de  $\alpha$ , es como si se estableciera una relación de velocidades angulares dada entre dos árboles fijados en posición, con la obligación de utilizar determinadas fresas; este problema es muy interesante desde el punto de vista práctico y su solución, en general, no es posible cuando los árboles son paralelos.

Se ve que sobre la figura 3 podrán trazarse las semi-rectas SU<sub>1</sub>, SU<sub>2</sub> y colocar el punto en el interior del ángulo U, SU<sub>2</sub>, puesto que podrán calcularse sus distancias AP<sub>1</sub>, AP<sub>2</sub> a los lados de este ángulo. Gráficamente, la solución consiste luego en hacer pasar por el punto A una línea recta tal que el segmento A, A<sub>2</sub>, comprendido dentro de los lados del ángulo, tenga una longitud dada  $b$ . Es un problema clásico del cuarto grado, imposible, por consiguiente, de resolver con la regla y el compás.

El cálculo resultaría bastante largo, pero se puede proceder rápidamente del modo siguiente:

Se trazarán cuidadosamente, a la escala debida para reducir los errores, el ángulo U, SU<sub>2</sub> y el punto



A; luego se hará correr el segmento  $A_1A_2$ , figurado por una cinta de papel de borde muy recto, de modo que el punto  $A_1$  describa la semi-recta  $SU_1$  y que el punto  $A_2$  describa la semi-recta  $SU_2$ . Se marcará la posición (puede haber 0, 1 ó 2 soluciones) en donde el borde de la cinta de papel pasa por el punto A, posición que dará inmediatamente los radios  $r_1 = AA_1$ ,  $r_2 = AA_2$ , y los ángulos  $\alpha_1 = SA_1A_2$  y  $\alpha_2 = SA_2A_1$ .

Con algún cuidado este procedimiento puede dar resultados tan exactos como una construcción efectuada por medio de la regla y el compás.

11. *Número de soluciones posibles en cada caso particular dado.*—Puede darse el caso de que la construcción de la figura 3 resulte imposible, o inde-

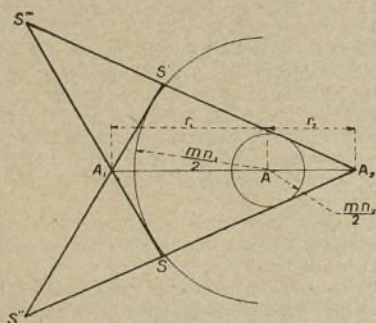


Fig. 4.—Determinación de los engranajes helicoidales en un caso particular de soluciones múltiples.

terminada; al tratar de trazarla, se verá inmediatamente de donde procede la imposibilidad o la indeterminación.

Por ejemplo, si se toman como parámetros arbitrarios  $r_1$  y  $\alpha_1$ , podrán presentarse dos casos: o bien, comprobarán la ecuación (5) quedando el problema indeterminado y, para resolverlo, será preciso tomar otro parámetro; o bien, la ecuación (5) no será comprobada y la solución del problema será imposible.

La imposibilidad puede resultar también del hecho de haber tomado a priori por  $d$ ,  $r_1$  o  $r_2$  una longitud demasiado pequeña.

Los casos en que la construcción puede terminarse presentarán a veces varias soluciones que deberán examinarse separadamente para saber cual de ellas merece ser conservada. No debe olvidarse que los ángulos  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$  entran en las fórmulas sólo por sus senos; si uno de estos ángulos es tomado a priori, será preciso examinar sucesivamente el ángulo dado y su suplemento.

Finalmente no hay que olvidar que un trazado bien determinado de la figura 3 da dos soluciones, según cuál sea el eje que se halla por encima del plano del gráfico: el de la rueda  $\Gamma_1$ , o el de la rueda  $\Gamma_2$ .

Por dar un ejemplo, supóngase (fig. 4) que sean dadas  $r_1$  y  $r_2$ ; podrán situarse los tres puntos A,  $A_1$ ,  $A_2$  sobre una misma línea recta y trazar los círculos teniendo por centro A y por radios las longitudes  $\frac{mn_1}{2}$  y  $\frac{mn_2}{2}$  tomadas a priori.

Para terminar el dibujo habrá que hacer pasar por

el punto  $A_1$  una tangente al primer círculo, y por el punto  $A_2$  una tangente al segundo; la solución podrá ser imposible si uno de estos puntos cae en el interior del círculo correspondiente. En el caso de la presente figura pueden trazarse cuatro tangentes que, por su intersección de dos en dos, señalarán cuatro puntos S, S', S'', S''' correspondientes, cada uno, a un trazado distinto. Pero es de observar que los puntos S y S', a causa de su simetría darán el mismo cuplo de engranajes, colocados de diferente manera en el espacio; lo mismo ocurre con los puntos S'' y S'''.

De estos trazados, dos habrán de conservarse, por ejemplo los que corresponden a los puntos S y S'; se pasa del uno al otro substituyendo uno de los ángulos  $\alpha_1$  o  $\alpha_2$  por su suplemento  $\pi - \alpha_1$  ó  $\pi - \alpha_2$ ; pero es preciso acordarse que cada trazado bien determinado da dos soluciones, según los ejes se hallen situados a un lado o al otro del plano del gráfico; por lo tanto, habrá en total cuatro soluciones.

### Estudio de los casos particulares

12. *Engranajes helicoidales interiores.*—En un cuplo de tales engranajes, el punto de tangencia o de los cilindros (fig. 5), en vez de estar comprendidos entre los pies  $O_1$  y  $O_2$  de la perpendicular común a los ejes  $O_1X_1$  y  $O_2X_2$  de las dos ruedas, se halla situado fuera de estos puntos. La rueda de menor radio (la del eje  $O_2X_2$  en el esquema) está siempre constituida por un tornillo. La rueda de mayor radio (la que tiene por eje  $O_1X_1$  en el esquema) presenta la forma de una verdadera tuerca de uno o varios pasos; su ejecución es más difícil. El eje de la pequeña rueda es igualmente de difícil trazado cuando el ángulo de los ejes se acerca a  $90^\circ$ .

Deberá evitarse, en lo posible, el empleo de engranajes helicoidales interiores, a causa de las dificultades

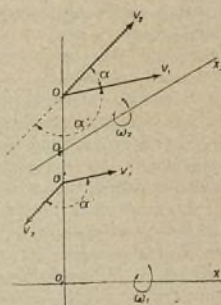


Fig. 5.—Esquema en el espacio, que demuestra la diferencia entre los engranajes helicoidales exteriores e interiores.

que presentan su construcción y su colocación; pocos casos hay en que su utilización sea inevitable. He aquí, sin embargo, dos casos en que esta disposición ofrece algún interés:

1.º La distancia más corta,  $O_1O_2$ , entre los ejes de las ruedas es demasiado pequeña para que los engranajes puedan tener radios bastante grandes, o un número de dientes suficiente.

2.º Cuando el sentido de las rotaciones  $\omega_1$ ,  $\omega_2$  es dado, los engranajes exteriores (punto de tangencia



de los cilindros primitivos entre  $o_1$  y  $o_2$ , en  $o'$  por ejemplo (esquema n.º 5) pueden atribuir al ángulo de los ejes definido en el n.º 6 un valor  $\alpha' = v_1' o' v_2'$  demasiado próximo a  $180^\circ$  para que el rendimiento sea aceptable, y hasta para que el funcionamiento sea posible (véase n.º 8). La solución por medio de engranajes interiores, llevando el punto de tangencia  $o$  al exterior de  $o_1 o_2$  dará como ángulo de los ejes  $\alpha = v_1 o v_2 = 180^\circ - \alpha'$ , con lo cual se hallará el mecanismo en excelentes condiciones, desde el punto de vista del rendimiento.

Todo lo que se dijo en la primera exposición de este estudio se aplica a los engranajes helicoidales interiores; bastará hacer las modificaciones que se indican a continuación, suponiendo, para abreviar las fórmulas, que la rueda  $1$ , es la que presenta la forma de una tuerca (siendo esta hipótesis sólo cuestión de notación).

1.º En el n.º 6 se sustituirá la relación (2) por la relación:

$$d = r_1 - r_2 \quad (2 \text{ bis})$$

2.º En el n.º 7, se tendrá en cuenta que el punto  $A$ , en vez de hallarse dentro del ángulo  $U_1 S U_2$ , caerá den-

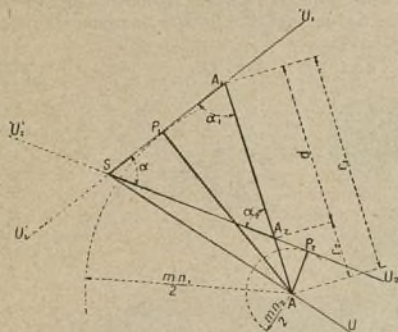


Fig. 6.—Esquema para determinar los parámetros de un par de engranajes helicoidales interiores.

tro del ángulo  $U_1' S U_2$ , siendo  $S U_1'$  la *semi-recta directamente opuesta* a  $S U_1$  (esquema n.º 6). En el número 9 deberá hacerse la modificación correspondiente a la definición de  $S U$ : *semi-recta colocada dentro del ángulo  $U_1' S U_2$* ....

Es preciso tener en cuenta cuidadosamente la posición relativa de los tres puntos  $o_1, o_2$  sobre la perpendicular común a los ejes para determinar el sentido de las rotaciones y de los pasos, según se ha dicho en el n.º 7.

El esquema n.º 6 permite hallar los parámetros de un par de engranajes helicoidales interiores, siendo la rueda que tiene  $r_1$  por radio la que presenta la forma de una tuerca.

### 13. Una de las ruedas tiene dientes cilíndricos.

—Si, en el caso general, se toma  $\alpha_1$  o  $\alpha_2$  igual a  $90^\circ$ , la rueda correspondiente se transforma en un engranaje cilíndrico de endentadura recta. Esto permite utilizar una rueda ya colocada sobre un árbol, o bien facilita la construcción. El cálculo de este caso especial no ofrece particularidad alguna; basta tomar, para uno de los dos

parámetros dados arbitrariamente (n.º 9),  $\alpha_1 = 90^\circ$ , o  $\alpha_2 = 90^\circ$ .

14. *La tangente común a las hélices primitivas es bisectriz del ángulo de los ejes.* — Cuando esta condición se halla realizada el triángulo  $o o_1 o_2$  del esquema n.º 2 es evidentemente isósceles; en este caso, debe añadirse a las relaciones de la primera parte (I a VI) la relación  $\alpha_1 = \alpha_2$ . Para completar la determinación de un par de engranajes helicoidales, bastará escoger arbitrariamente (n.º 9) uno cualquiera de los seis parámetros  $\alpha, \alpha_1, \alpha_2, d, r_1$  o  $r_2$ .

De las expresiones (1) y (4) se deduce que, en este caso particular

$$k = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{r_2}{r_1},$$

es decir, que los radios de los cilindros primitivos son proporcionales a los números de dientes, como en los engranajes cilíndricos o endentadura recta.

Además de la sencillez que, en los cálculos, resulta de la propiedad precedente, este caso particular merece retener la atención, ya que, como lo indicamos en el número 8, proporciona un rendimiento que se acerca al máximo compatible con un ángulo de ejes dado.

Sobre este punto, es conveniente señalar el doble error cometido por Reuleaux, al indicar (ediciones francesas de «El Constructor» de 1873 y 1881) que la velocidad de traslado de dos dientes conjugados uno sobre otro (cuando su punto de contacto coincide con el punto de tangencia  $O$  de los cilindros primitivos) es mínima cuando  $\alpha_1 = \alpha_2$ , es decir, precisamente cuando se hallan realizadas las condiciones del caso particular de referencia.

La magnitud de esta velocidad es dada por la longitud  $v_1 o_2$  del esquema n.º 2.

La edición francesa de 1890 añade que: *la consecuencia de este deslizamiento es una pérdida de trabajo y una causa de desgaste. Estos efectos quedan reducidos al mínimo cuando  $\alpha_1 = \alpha_2$ .*

Se advierte aquí una falsa evaluación de la velocidad de desplazamiento mínimo y del trabajo de fricción mínimo.

1.º Sabido es que el movimiento relativo instantáneo de una rueda con relación a la otra es un movimiento helicoidal alrededor de un eje determinado, llamado eje instantáneo de rotación y de traslado, y que la velocidad en este movimiento relativo, o velocidad de traslado, es mínima en todos los puntos de ese eje. El contacto en el punto  $O$  de dos dientes conjugados dará lugar al deslizamiento mínimo cuando el punto de tangencia de los cilindros primitivos coincida con el punto en donde el eje del movimiento helicoidal instantáneo se cruza con la perpendicular común a los ejes de las dos ruedas, posición esencialmente distinta de la que resultaría de la aplicación de la regla de Reuleaux. Un ejemplo pondrá de manifiesto esta diferencia.

Supóngase que se quiera establecer una relación de velocidades angulares igual a  $\frac{1}{2}$  entre dos ejes rectangulares distantes 120 mm. Si se quiere determinar la velocidad de deslizamiento mínima en el punto  $O$ , se deberá dar a los radios de los cilindros primitivos los valores  $r_1 = 24$  mm.,  $r_2 = 96$  mm.; la tangente co-



mún a las hélices primitivas hará con los ejes de las ruedas los ángulos  $\alpha_1 = 63^\circ, 26'$  y  $\alpha_2 = 26^\circ, 34'$ . Si, al contrario, se siguen las indicaciones de Reuleaux, se tendrá  $\alpha_1 = \alpha_2 = 45^\circ$ ;  $r_1 = 40$  mm.;  $r_2 = 80$  mm. No obstante, si las velocidades angulares de las dos ruedas son iguales, los dos casos coincidirán.

2.º El trabajo de fricción, por un coeficiente de fricción dado, es proporcional en cada punto de contacto al producto de la presión normal por la velocidad de deslizamiento. Este producto no es mínimo al mismo tiempo que cada uno de los factores. La determinación del rendimiento máximo es una cuestión de dinámica que no puede resolverse con los únicos recursos de la cinemática.

En los puntos de contacto de los engranajes helicoidales, el coeficiente de fricción es muy bajo a consecuencia del pulido de las superficies y de la abundante lubricación. En estas condiciones, limitándose a estudiar el contacto de dos dientes conjugados cuando cae en el punto O, es decir, en el punto de tangencia de los cilindros primitivos, considerando además como fijo el ángulo de los ejes, podría fácilmente demostrarse que cuando el rendimiento máximo es alcanzado, la tangente común a las hélices primitivas forma con aquellos ejes ángulos aproximadamente iguales.

Considérense, por ejemplo, las ruedas helicoidales cuyos ejes sean perpendiculares y cuya endentadura presente la particularidad de que la tangente común a los perfiles conjugados  $S_1', S_2'$  (véase esquema n.º 2) vaya dirigida en el sentido  $o_2 o_1$ ; esta circunstancia se halla realizada construyendo sobre los círculos  $C_1$  y  $C_2$  perfiles epicicloidales. Cuando el contacto de dos dientes coincide con el punto de tangencia de los cilindros primitivos, la rueda  $I_1$ , supuesta motriz, actúa como un tornillo de rosca cuadrada girando alrededor de su eje  $o_1 x_1$  y obligando el elemento en contacto de la rueda  $I_2$  a desplazarse como una porción de tuerca paralelamente a  $o_1 x_1$ .

Sabido es que, en tales condiciones, el rendimiento en el punto O tiene por valor

$$\rho = \operatorname{tg} \alpha_1 \times \cot (\alpha_1 + \varphi),$$

siendo  $\alpha_1$  la inclinación de la hélice primitiva de la rueda  $I_1$  sobre el plano de sección recta y  $\varphi$  el ángulo de fricción en el punto de contacto.

El máximo de rendimiento tiene lugar por aquel valor de  $\alpha_1$  que anule la derivada de  $\rho$ , es decir, por  $\alpha_1 = 45^\circ - \frac{\varphi}{2}$ . Si se admite que  $\varphi = 6^\circ$ , lo que corresponde a un coeficiente de fricción  $\operatorname{tg} \varphi = 0,105$ , valor pocas veces excedido en estas aplicaciones, se ve que

$$\rho_{\max} = \operatorname{tg} 42^\circ \times \cot 48^\circ = 0,811.$$

Si se hiciera  $\alpha_1 = 45^\circ$ , es decir, si se dispusiera la tangente común a las hélices primitivas según la bisectriz del ángulo de los ejes, se tendría:

$$\rho = \operatorname{tg} 45^\circ \times \cot 51^\circ = 0,810,$$

valor inferior de 0,001 solamente, al máximo.

La diferencia es tanto más escasa cuanto que  $\varphi$  es más pequeño; prácticamente, esta diferencia es inapreciable y puede admitirse que el caso de referencia realiza aproximadamente las condiciones de rendimiento máximo.

Como advertencia general, hay que hacer constar que la circunstancia de no ser reversibles se halla realizada en todos los engranajes helicoidales, cuando la rueda motriz presenta los caracteres de un tornillo irreversible.

15. *Las velocidades angulares son iguales.*—Bajo el n.º 10, más arriba, se ha estudiado un caso de determinación de engranajes helicoidales que se reducía a un problema del cuarto grado; si se supone que las velocidades angulares son iguales, los números de dientes son también iguales:  $n_1 = n_2$  y, en el esquema número 3, las longitudes  $AP_1$  y  $AP_2$  tienen el mismo valor. El punto A se halla situado sobre la bisectriz del ángulo  $U, SU_2$ , a causa de la simetría de figura el problema se reduce al segundo grado y puede fácilmente resolverse, bien sea por el cálculo, bien sea mediante la construcción geométrica. La determinación gráfica indicada en el apartado n.º 10 ofrece, en la generalidad de los casos, una exactitud suficiente, unida a una gran rapidez.

16. *Los ejes de las ruedas son paralelos.*—Cuando los ejes de las ruedas conjugadas son paralelos, se obtienen los engranajes de revolución ideados por White, los que se utilizan para aumentar el rendi-

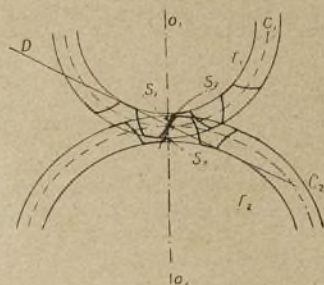


Fig. 7.—Endentadura de los engranajes helicoidales de White.

miento y reducir las vibraciones cuando las velocidades periféricas son elevadas. Sus aplicaciones son muy numerosas, variando desde los aparatos delicados destinados a medir la velocidad de la luz por el procedimiento de Fizeau hasta los potentes mecanismos reductores que unen las turbinas de vapor a las hélices marinas.

Estos engranajes pueden ser exteriores; su principio se describe ampliamente en numerosos tratados de cinemática, pero no será de más dar aquí sobre su construcción algunas explicaciones complementarias.

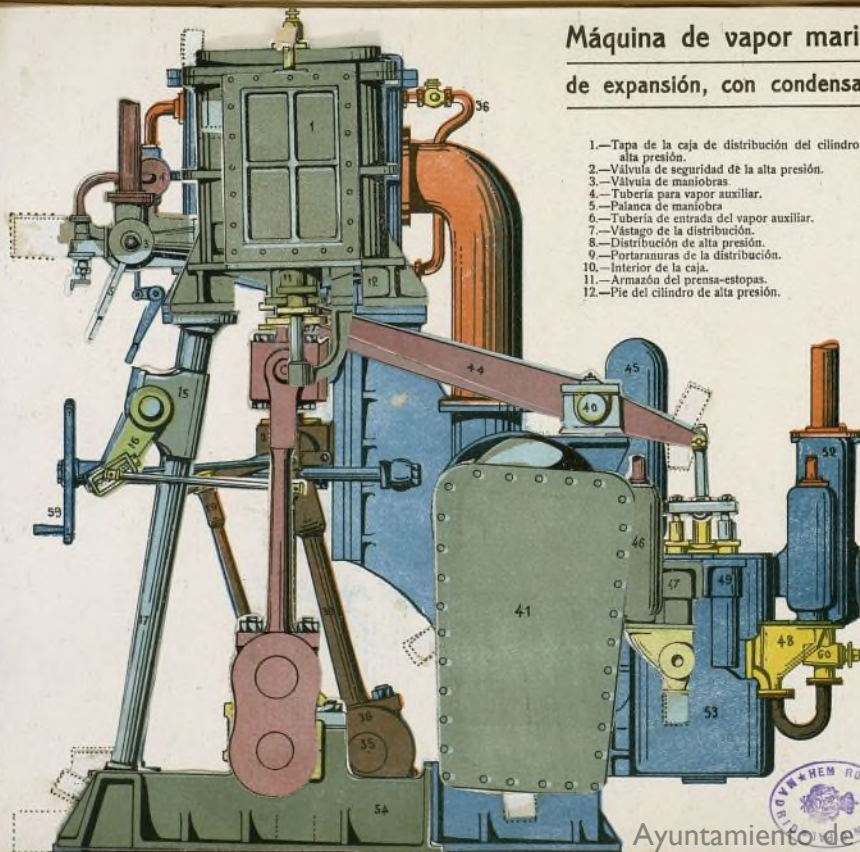
La figura 7 es un corte por un plano perpendicular a los ejes que se proyectan en  $o_1, o_2$ ; los cilindros primitivos que, en este caso, son tangentes a lo largo de una generatriz, se hallan cortados según las circunferencias  $C_1$  y  $C_2$ . Tómense  $C_1$  y  $C_2$  como curvas de revolución y constitúyanse dos perfiles conjugados  $S_1$  y  $S_2$  en arcos de desarrollo, siendo D la recta de acción.

Si se engranan los dientes de los engranajes por el desplazamiento helicoidal de  $S_1$  y  $S_2$ , las superficies conjugadas correspondientes serán dos helicoides desarrollables; en el movimiento relativo, serán constan-





# Máquina de vapor marina, de expansión, con condensador



- 1.—Tapa de la caja de distribución del cilindro de alta presión.
- 2.—Válvula de seguridad de la alta presión.
- 3.—Válvula de maniobras.
- 4.—Tubería para vapor auxiliar.
- 5.—Palanca de maniobra.
- 6.—Tubería de entrada del vapor auxiliar.
- 7.—Vástago de la distribución.
- 8.—Distribución de alta presión.
- 9.—Portarauas de la distribución.
- 10.—Interior de la caja.
- 11.—Armazón del prensa-estopas.
- 12.—Pie del cilindro de alta presión.
- 13.—Palanca del cambio de marcha.
- 14.—Vástago del distribuidor.
- 15.—Armazón de fijación.
- 16.—Palanca del eje (19) (alta presión).
- 17.—Columna lado de (alta presión).
- 18.—Véase 16. (Baja presión).
- 19.—Eje.
- 20.—Véase 15. (Baja presión).
- 21.—Vástago del émbolo (alta presión).
- 22.—Interior del cilindro de alta presión.
- 23.—Émbolo de alta presión.
- 24.—
- 25.—Anillos del émbolo.
- 26.—Tubería del vapor para el indicador.
- 27.—Tubería principal para la expulsión.
- 28.—Prensa-estopas del cilindro (alta presión).
- 29.—Palancas de la excéntrica (baja presión).
- 30.—Bielta (idem).
- 31.—Cuerpo de excéntrica (adelante) (idem).
- 32.—Eje motriz.
- 33.—Excéntrica (adelante) (baja presión).
- 34.—" (atrás) (idem).
- 35.—Manguitos de la manivela.
- 36.—Manivela (baja presión).
- 37.—Cabeza de biela (idem).
- 38.—Armazón posterior de la máquina con las guías de resbalamiento.
- 39.—Balancín.
- 40.—Eje de 39.
- 41.—Tapa del condensador.
- 42.—Interior del condensador.
- 43.—Placas para los tubos.
- 44.—Balancín.
- 45.—Depósito regulador de presión por aire, para la bomba de circulación del agua.
- 46.—Idem, idem, para la bomba de agotamiento.
- 47.—Bomba de agotamiento.
- 48.—Caja de válvulas para la bomba de alimentación.
- 49.—Bomba de alimentación.
- 50.—Travesaño de acción de las bombas.
- 51.—Depósito de aire para la bomba de alimentación.
- 52.—Cisterna para la separación del aire y agua.
- 53.—Bomba de aire.
- 54.—Fundamento de los cojinetes.
- 55.—Cojinetes principales.
- 56.—Eje motriz.
- 57.—Excéntrica (adelante) (alta presión).
- 58.—" (atrás) (idem).
- 59.—Volante para el accionamiento de la distribución marcha adelante o atrás.
- 60.—Válvula de la cisterna 52.





ten  
a e  
con  
las  
ten  
una  
des  
cau  
mal  
len  
y s

la n  
tan  
pri  
con  
pri  
pur  
ner  
pri

ser  
red  
rota  
ten  
que  
rres  
y la  
esta  
rist

peq  
ser  
con  
ce  
cen  
tric  
tran  
vad  
sob  
zos  
tam

los  
obli  
des  
con  
hay  
tact

hace  
por  
por  
com  
dose  
perj  
mod  
tes  
bién

S  
fres  
das  
nes  
larg  
a fin



temente tangentes a lo largo de la generatriz común a estos helicoides que se proyecta en D. Comparadas con los engranajes cilíndricos o de endentadura recta, las ruedas helicoidales obtenidas por este procedimiento tendrán: 1.º Un contacto de la misma naturaleza según una porción de línea recta; 2.º una misma velocidad de deslizamiento; 3.º un rendimiento menor (porque a causa de la oblicuidad de la endentadura, la presión normal será más elevada); 4.º un funcionamiento más silencioso, puesto que los dientes entrarán en contacto y se separarán progresivamente.

Si se toma como perfil generador de los dientes de la rueda  $\Gamma_1$  una curva  $S'_1$ , algo adentro de  $S_1$ , pero tangente a  $S_1$  en el punto donde se tocan los círculos primitivos  $C_1$  y  $C_2$ , el contacto de dos helicoidales conjugados se hará solamente a lo largo de las hélices primitivas, y en cada instante tendrá lugar en un solo punto, el que se halla sobre la generatriz de reunión de los cilindros primitivos.

La velocidad de deslizamiento será nula, el movimiento relativo se reducirá a una revolución y a una rotación sobre un pivote. Las resistencias pasivas serán mucho menores que en el caso de la endentadura correspondiente a los perfiles  $S_1$  y  $S_2$  y la marcha será siempre silenciosa; estas son las circunstancias características del engranaje de White.

Aunque el trabajo de fricción es pequeño, el desgaste no dejará de ser apreciable, porque el área de contacto, en cada instante, se reduce a una pequeña zona teniendo por centro el punto de tangencia geométrica. Estos engranajes no pueden transmitir esfuerzos tangenciales elevados, ya que la escasa superficie sobre la cual se reparten los esfuerzos podría provocar efectos de aplastamiento.

En contra de lo que ocurre con los engranajes helicoidales de ejes oblicuos, la relación de las velocidades angulares será rigurosamente constante, con la condición de que haya siempre por lo menos un cuplo de dientes en contacto.

El contacto real de los engranajes helicoidales se hace siempre a proximidad de los cilindros primitivos; por lo tanto, es inútil dar a los dientes, por encima y por debajo de dichos cilindros, una altura tan grande como en las endentaduras de otros sistemas. Reduciéndose esta altura, el paso puede ser disminuido, sin perjuicio de las condiciones de resistencia; de este modo se halla aumentado el número de cuplos de dientes en contacto simultáneamente, aumentándose también el esfuerzo tangencial admisible.

Si se efectúa el corte de estos engranajes con las fresas que se utilizan para la fabricación de las ruedas cilíndricas rectas, es conveniente tomar precauciones para que los dientes se toquen únicamente a lo largo de la generatriz común a los cilindros primitivos, a fin de que todo desplazamiento sea imposible.

17. *Rueda y cremallera oblicua.*—Si el eje de una de las ruedas es llevado al infinito, permaneciendo siempre paralelo a sí mismo, se obtiene la disposición límite intermediaria entre los engranajes interiores y exteriores. La figura 8 es un esquema análogo al 2, en el caso en que el eje de la rueda  $\Gamma_1$  se halla en el infinito; las mismas notaciones han sido reproducidas en los dos esquemas. No hay ningún cambio por lo que respecta a la rueda  $\Gamma_2$ , pero el cilindro primitivo  $\Gamma_1$  se transforma en un plano tangente al cilindro  $\Gamma_2$ , la hélice primitiva  $H_1$  se confunde con la tangente común  $ot$ , y la hélice  $L_1$  sobre la cual se construye el perfil de engranaje es una recta perpendicular a  $ot$ . El movimiento de la rueda  $\Gamma_1$  ya no es una rotación, es una traslación en el sentido perpendicular a  $ox_1$ , con cierta velocidad  $V_1 = ov_{11}$ .

El perfil de los dientes que se construye en el pla-

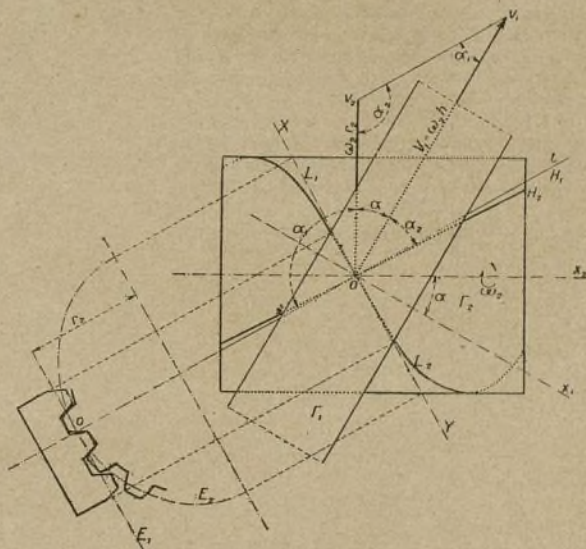


Fig. 8.—Esquema que demuestra la construcción y el funcionamiento del mecanismo de cremallera oblicua.

no XY normal a  $ot$  se obtiene tomando como curvas de rotación el círculo osculador en  $o'$  a la elipse  $E'_2$ , sección del cilindro  $\Gamma_2$ , y la recta  $E'_1$ , sección del plano  $\Gamma_1$ ; la endentadura es, por consiguiente, la de una rueda adaptada a una cremallera ordinaria. La rueda  $\Gamma_2$  es un tornillo de una rosca, o de varias roscas que no difiere en nada de la rueda  $\Gamma_2$  del esquema n.º 2; los dientes de la rueda  $\Gamma_1$ , engendrados por el perfil de cremallera que se desplaza según la dirección  $ot$ , tienen sus caras cilíndricas (en el caso del esquema, sin embargo, son planas por haberse adoptado un perfil «en développante»).

La rueda  $\Gamma_1$  es, pues, una *cremallera oblicua*, es decir una cremallera cuyos dientes no son orientados perpendicularmente a su desplazamiento.

Los parámetros de este cuplo son, para la rueda  $\Gamma_1$ :

$r_1$ ,  $z_1$ ,  $n_1$  y  $m_0$ , como antes (véase n.º 5)



Pero, respecto de la rueda  $\Gamma_1$ ,  $r_1$  y  $n_1$  no tienen ya significación; solo subsiste  $\alpha_1$ , inclinación de los dientes sobre la dirección de la traslación, y  $m$ , que es el mismo que el modelo de la rueda  $\Gamma_1$ .

Finalmente, en cuanto al acoplamiento de las ruedas,  $d$  no tiene significación en este caso;  $\alpha$  ya no es el ángulo de los ejes, sino solamente el ángulo  $v_1, ov_2$  de los segmentos  $ov_1$ , y  $ov_2$  que representan las velocidades geométricas de un punto común al cilindro  $\Gamma_1$  y al plano  $\Gamma_1$ , suponiéndose este punto ligado sucesivamente a la rueda y a la cremallera.

En lugar de la relación  $k$  de las velocidades angulares, debe considerarse el parámetro del movimiento

$h = \frac{V_1}{\omega_2}$ , cociente de la velocidad de traslación de la cremallera  $\Gamma_1$  por la velocidad angular de la rueda  $\Gamma_2$ ; se tiene una interpretación concreta de este parámetro observando que, por una revolución de la rueda, la cremallera se desplazará de la longitud  $2\pi h$ .

El contacto de las superficies primitivas de  $\Gamma_1$  y  $\Gamma_2$  no se halla limitado a un punto, como cuando se trata de dos ruedas helicoidales; tiene lugar, en el caso presente, a lo largo de una generatriz del cilindro primitivo  $\Gamma_1$ ; en cada instante de su período de acción, dos dientes conjugados presentarán un punto de tangencia colocado sobre esta generatriz y para el cual el parámetro  $h$  conservará un valor constante. Con la condición de que haya siempre un cuplo de dientes en contacto, este mecanismo realizará teóricamente una

relación de transmisión  $\frac{V_1}{\omega_2}$  uniforme.

El triángulo de las velocidades  $v_1, ov_2$ , da:

$$\frac{\omega_2 r_2}{\omega_2 h} = \frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} \text{ y como se tiene siempre según (6):}$$

$$r_2 = \frac{m n_2}{2 \sin \alpha_2}, \text{ se deduce que } h = \frac{m n_2}{2 \sin \alpha_1}$$

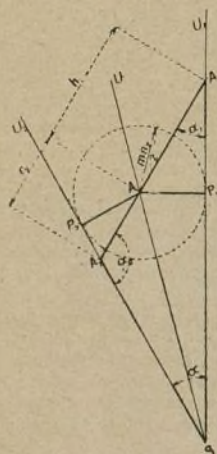


Fig. 9.—Esquema para determinar los parámetros de una rueda helicoidal y una cremallera oblicua.

El esquema n.º 9 permite la resolución de todos los casos posibles; las únicas particularidades que la dife-

rencia del esquema n.º 3 son: la supresión de  $d$  y de  $n_1$ , la sustitución de  $r_1$  por  $h$ , la posición SU que es siempre bisectriz del ángulo  $M_1, SU_1$ . Muy fácilmente se aplicará a este caso particular lo que ya se ha dicho.

En este caso también el rendimiento máximo se halla realizado por una disposición que se acerca mucho a la en cual  $\alpha_1 = \alpha_2$ .

El mecanismo rueda helicoidal y cremallera oblicua puede también presentar varios casos sencillos:

1.º  $\alpha_1 = 90^\circ$ ; la rueda  $\Gamma_1$  adquiere la forma de un engranaje cilíndrico recto ordinario; el contacto teórico de dos dientes conjugados tiene lugar en cada instante según una recta paralela al eje de  $\Gamma_2$ , pero permaneciendo la cremallera oblicua, se produce siempre un deslizamiento de la recta de contacto sobre sí misma.

3.º  $\alpha_1 = \alpha_2 = 90^\circ$ , de nuevo se presenta el caso de una rueda y una cremallera rectas ordinarias.

18. Dos cremalleras oblicuas (Esq. n.º 10).—Suponiendo que los ejes de las dos ruedas se alejen

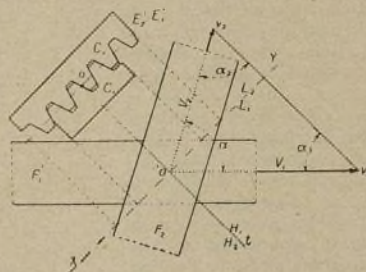


Fig. 10.—Esquema de dos cremalleras oblicuas.

hasta lo infinito, permaneciendo paralelos a sí mismos, los dos cilindros primitivos  $\Gamma_1$  y  $\Gamma_2$  se funden en un mismo plano; las dos ruedas se transforman en cremalleras oblicuas cuyos dientes serán paralelos a  $o\alpha$ , recta cualquiera del plano  $\Gamma_1, \Gamma_2$  con el cual se confunden las dos hélices primitivas.

Los dientes de  $C_1$  podrán adaptarse exactamente a la forma de los dientes de  $C_2$ ; el contacto tendrá lugar constantemente sobre una superficie finita; este cuplo funcionará del mismo modo que un plano inclinado de elementos múltiples, entrando estos elementos sucesivamente en contacto. Sin embargo, se producirá siempre un deslizamiento en sentido paralelo a  $o\alpha$ .

Este mecanismo realiza, por lo tanto, una reflexión de traslación uniforme.

Sean  $V_1 = ov_1$  y  $V_2 = ov_2$  las velocidades de traslación de dos cremalleras,  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$  las inclinaciones de los dientes sobre la dirección de estas traslaciones, y  $h$  la relación  $\frac{V_1}{V_2}$ .

El triángulo de las velocidades  $ov_1, v_2$  da:

$$\alpha + \alpha_1 + \alpha_2 = \pi \quad (2)$$

$$h = \frac{\sin \alpha_2}{\sin \alpha_1} \quad (8)$$

Estas son las relaciones existentes entre los parámetros que todavía tienen una significación en este caso particular, o sean:  $\alpha, \alpha_1, \alpha_2, h$  y  $m$ .



El módulo, no figurando en las expresiones 2 y 8, puede tomarse uno cualquiera. Para determinar un cuplo de dos cremalleras oblicuas, bastará escoger; además, dos parámetros cualesquiera, de entre los siguientes  $\alpha$ ,  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  y  $h$ . Todos los casos se resolverán con facilidad.

Lo mismo que en el caso general de los engranajes helicoidales, el rendimiento se acerca mucho al máximo cuando  $\alpha_1 = \alpha_2$ .

19. *Piñón y rueda huecos*.—Si, en un cuplo helicoidal cualquiera, se da a los dientes de una de las ruedas la forma exacta de la envoltura de los dientes de la otra rueda, se obtiene el mecanismo clásico de piñón y rueda huecos, o de rueda y tornillo sin fin. Solo se hablará aquí brevemente de este mecanismo, puesto que sus aplicaciones son muy numerosas, utilizándose sobre todo para realizar grandes reducciones de velocidades angulares, o pequeñas divisiones circulares. La rueda helicoidal se elabora como un tornillo cualquiera, bien sea en el torno, bien sea por medio de la máquina de fresar; la rueda hueca se construye por el procedimiento bien conocido de la tuerca-matriz que proporciona automáticamente la forma de envoltura que se busca.

Este procedimiento de construcción asegura una relación constante de velocidades angulares; además, cada diente, durante su período de acción, está en contacto en cada instante con el diente conjugado según una línea, lo que permite hacer soportar a este mecanismo esfuerzos mucho más considerables que los que se pueden admitir en las ruedas helicoidales ordinarias, en las cuales este contacto se reduce a un punto.

Es de notar que mientras dos engranajes helicoidales cualesquiera pueden acoplarse, mientras sean del mismo módulo, una rueda hueca sólo puede engranar convenientemente con una rosca determinada.

La determinación de los parámetros se hará por medio del esquema n.º 3, con ayuda de lo que se ha dicho en los párrafos 5 y 11, teniendo en cuenta que: si  $\Gamma$ , es la rueda hueca, los parámetros  $\alpha_1$  y  $r_1$  se aplicarán solamente a la sección de esta rueda por un plano conteniendo la perpendicular común a los dos ejes.

En el cuplo rueda helicoidal y cremallera oblicua, que se estudia en el párrafo n.º 17, se puede, efectuando el corte con una tuerca-matriz, dar a los dientes de la cremallera la forma de envoltura exacta de los lados de la rosca, al objeto de aumentar la extensión de los puntos de contacto sucesivos y los esfuerzos admisibles. Si  $\alpha = 90^\circ$ , la cremallera se desplaza paralelamente al eje de la rosca; adquiere entonces exactamente la forma de una porción de tornillo y el contacto tiene lugar, en cada instante, según una porción finita de superficie helicoidal.

### Ventajas e inconvenientes de los engranajes helicoidales

20. *Propiedades teóricas*.—Los engranajes helicoidales, con los casos particulares que pueden presentar, ofrecen una gran variedad de combinaciones que permiten resolver satisfactoriamente ciertos problemas que se plantean en la construcción mecánica. Estas cualidades son, principalmente, las siguientes:

1.º Si se toman (n.º 9), en un caso particular, el módulo  $m$  y los números de dientes  $n_1$  y  $n_2$ , se puede todavía hacer variar dentro de extensos límites el valor de los otros seis parámetros cuyo conocimiento es necesario para que esté completamente determinado un cuplo de ruedas helicoidales, puesto que pueden escogerse a voluntad dos de estos parámetros. En cambio, un cuplo de engranajes cilíndricos rectos queda enteramente determinado cuando son conocidos  $m$ ,  $n_1$ , y  $n_2$ ; en iguales condiciones, un cuplo de engranajes cónicos (que tuvieron  $m$  por módulo medio) presenta un solo parámetro variable, o sea el ángulo de los ejes. Las ruedas helicoidales permiten, por lo tanto, satisfacer con más facilidad a las exigencias de una aplicación que, además de las condiciones puramente cinemáticas, impusiera otras condiciones de forma, de dimensiones, etcétera.

2.º El mecanismo que se acaba de estudiar constituye el único medio directo práctico de transmisión uniforme entre dos árboles no situados en un mismo plano. Los engranajes hiperboloides, a los que se alude en la mayor parte de los tratados de cinemática aplicada, son de construcción demasiado difícil; además, por el hecho mismo de realizar las condiciones de deslizamiento mínimo, su rendimiento se aparta bastante del máximo posible (n.º 14). Existen, sin embargo, para la solución de este problema, numerosas combinaciones intermediarias (engranajes cilíndricos y cónicos, juntas articuladas de Cardan, u otras, etc.) que, en determinados casos, son preferibles a los engranajes helicoidales.

3.º Como que los dientes entran en contacto y se separan progresivamente, su funcionamiento produce menos vibraciones y menos ruido que el de las demás ruedas dentadas.

4.º Bajo la forma de engranajes de revolución (n.º 16), suprimen el deslizamiento, aumentan el rendimiento, permiten alcanzar velocidades periféricas elevadas y son particularmente apropiados para realizar grandes multiplicaciones de velocidades angulares.

5.º Por otra parte, pueden funcionar también como órganos reductores de velocidad cuando la rueda motriz tiene solo uno o dos dientes.

6.º Cuando la hélice primitiva de la rueda motriz forma con el plano de sección recta un ángulo bastante pequeño, el mecanismo es irreversible, propiedad muy valiosa en ciertos casos, por ejemplo en los aparatos de elevación.

7.º El cuplo rueda y cremallera oblicua permite obtener, algunas veces, dispositivos particularmente sencillos.

21. *Fabricación y montaje*.—La fabricación de estos engranajes es análoga a la de los engranajes cilíndricos rectos, así en lo que se refiere a la ejecución de la forma exterior en el torno, como al corte de la dentadura que requiere las mismas fresas y puede hacerse simultáneamente sobre varias ruedas montadas sobre un mismo mandril; cualquier taller que posea una máquina de fresar universal puede cortarlos económicamente.

Los engranajes cónicos no se construyen con la misma facilidad; se necesitan máquinas especiales para dar la forma correcta a los dientes que, además, solo pueden cortarse de uno en uno.



Desde el punto de vista del montaje, los engranajes helicoidales, cilíndricos rectos, o cónicos, ofrecen una gran comodidad, ya que su posición sobre los árboles no modifica la articulación.

En los engranajes cónicos no siempre es fácil realizar la coincidencia del punto de concurso de los ejes con los vértices de los conos primitivos, condición esencial de un buen funcionamiento. Para mantener esta coincidencia deberá preverse, en algunos casos, una disposición que permita compensar el desgaste de los topes.

22. *Sus defectos y medios de remediarlos.*— Los engranajes helicoidales tienen algunos defectos característicos que, muchas veces, podrán atenuarse eficazmente, aunque, en algunos, hacen imposible su empleo.

1.º No realizan sinó de un modo imperfecto la transmisión uniforme de las velocidades angulares (n.º 4). Cada diente solo proporciona un punto de contacto en el cual la relación de las velocidades angulares tenga el valor escogido *a priori*; los números de dientes deberán ser bastante grandes para que, entre dos contactos teóricos, esta relación no pueda sufrir variaciones perjudiciales. Se exceptúan, sin embargo, los engranajes de revolución (n.º 16), el cuplo rueda y cremallera oblicua (n.º 17), el cuplo de dos cremalleras oblicuas (n.º 18), y el mecanismo con piñón y rueda huecos (n.º 19). En los demás casos, la solución rigurosa exigiría una forma especial de superficies de los dientes que solo con fresas apropiadas podría obtenerse.

2.º Los dientes no pueden soportar esfuerzos muy importantes, porque, repartiéndose dichos esfuerzos sobre zonas de contactos muy reducidas, darían lugar a excesivas presiones unitarias. Desde este punto de vista, las condiciones de resistencia son mejores en el cuplo de piñón y rueda huecas (n.º 19), en el cual el contacto teórico es lineal; son extremadamente favorables en el caso de dos cremalleras oblicuas cuyo contacto se hace siempre sobre una superficie finita.

Una de las ruedas debe hacerse de bronce, la otra de acero, siendo la dureza respectiva de estos metales apropiada a las condiciones de funcionamiento. Deberá

evitarse que la presión unitaria pueda causar la total expulsión del lubricante, porque entonces las resistencias pasivas y el desgaste adquirirían una importancia considerable. En el conjunto de una combinación cinemática hay que evitar igualmente que los engranajes helicoidales se hallen sometidos a cuplos demasiado grandes: es preciso hacerlos girar con la mayor velocidad posible.

3.º El rendimiento es escaso.—La importancia del trabajo de fricción podrá ser reducida por el empleo de un engrase abundante y apropiado, y hasta, si fuera preciso, por inmersión en un baño de aceite. La construcción de los cojinetes de los árboles deberá ser objeto de especial cuidado; las reacciones longitudinales, que son a menudo muy elevadas, se compensarán por medio de topes montados sobre bolas.

El rendimiento será muy satisfactorio cuando se aproximará al máximo posible (n.º 8 y 14). Pero, si se quiere realizar la irreversibilidad, o una elevada demultiplicación de velocidades angulares, el rendimiento decrecerá rápidamente, sobre todo si las prescripciones anteriores no se observan exactamente.

4.º El desgaste es rápido, como consecuencia de la importancia del trabajo de fricción y de las presiones unitarias; reduciendo el valor de estos dos factores, por los medios que se acaba de indicar, se reducirá también el desgaste. Este desgaste es bastante rápido al principio, en el caso general de los engranajes helicoidales en los cuales el contacto geométrico se reduce a un punto; la deformación de las superficies que resulta de ello dará a los dientes conjugados, en una superficie cada vez mas extensa, la forma de su envoltura recíproca, de modo que la zona de contacto irá creciendo así como la resistencia al desgaste.

\* \* \*

A pesar de sus defectos, los engranajes helicoidales son mecanismos que merecen retener la atención por la variedad de sus combinaciones, su flexibilidad de adaptación y la facilidad de su construcción. Su perfecto conocimiento es de interés para todo ingeniero que tenga a su cargo el estudio de las máquinas.

P. MASSOT.

(De *La Technique Moderne*).

## Máquina de vapor marina de expansión con condensador

(VÉASE MODELO DESMONTABLE)

Las máquinas de vapor que se utilizan para impulsar los buques de hélice son, generalmente, máquinas verticales de doble, triple o cuadruple expansión.

El vapor producido en las calderas entra con la presión de las mismas en el cilindro de alta tensión y pasa sucesivamente a los demás cilindros, aprovechándose de este modo toda la expansión del vapor hasta que su presión disminuye y alcanza finalmente la presión que rige en el condensador.

Nuestro *modelo desmontable* representa una máquina de doble expansión, de las que más se utilizan en los buques de regulares dimensiones.

Es una máquina *compound* vertical con distribu-

ción plana de ranuras de las llamadas *de persiana* y corresponde al sistema *Stephen*.

Su fundamento es de hierro fundido y sirve de armazón y soporte de los cojinetes en los cuales gira el eje motriz.

Este eje forma a su vez el cigüeñal, y las dos bielas de la máquina se abrazan a él formando un ángulo de 90 grados. Los dos cilindros de vapor descansan sobre cuatro columnas de la máquina, constituidas las dos de la parte delantera por columnas de hierro dulce indicadas en (17). Las dos posteriores constituyen al mismo tiempo el armazón de los cilindros y son de hierro fundido estando fundidas junto con lo



que constituye el condensador. En estas dos columnas se encuentran también las guías entre las que se deslizan los vástagos de los cilindros convenientemente dispuestos.

El modo de funcionar estas máquinas es muy sencillo: por el tubo principal del vapor entra éste con una presión de 6 a 8 atmósferas pasando por la válvula de maniobras (en el modelo esta válvula está representada por una tapa) y pasa a la caja de distribución de la alta tensión.

La distribución del vapor en la parte superior y en la inferior del émbolo de alta presión tiene lugar en la caja misma, fija en la columna posterior de la máquina. Acciona entonces, en su primera expansión, a la biela y transmite la fuerza al cigüeñal o eje motriz. La distribución la efectúa la misma máquina por medio de excéntricas con sus correspondientes vástagos, las cuales están acopladas al mismo eje motriz de la máquina. Desde este cilindro de alta tensión pasa entonces el vapor después de haber rendido su trabajo al cilindro de baja presión. El vapor entonces tiene todavía aproximadamente 1,5 atmósferas de presión. Antes de entrar en este cilindro pasa naturalmente por la caja de distribución correspondiente. En el cilindro acaba su expansión y pasa luego al condensador con una presión aproximada de 0,2 atmósferas absolutas.

El condensador está constituido por una caja de hierro fundido que en su interior consta principalmente de dos partes. Una, el espacio para el vapor y la otra el espacio para el agua. Los dos espacios están separados entre sí por medio de la placa y de los tubos.

El espacio del vapor está limitado por los tubos, en el interior de los cuales se encuentra el agua de condensación. La circulación de dicha agua se obtiene por medio de una bomba, que es accionada por el balancín de la máquina. Al lado de esta bomba se encuentra otra llamada *bomba de aire* la cual absorbe al agua una vez que ha pasado ésta por la cámara de separación del aire (en el modelo solamente se ve la cámara de aire de esta bomba últimamente citada). La gran su-

perficie que se obtiene a causa de los muchos tubos de que está formado el condensador, hace que rebajándose la temperatura del vapor de la máquina se condense éste recogiendo en la parte inferior del condensador. De aquí pasa el resultado de la condensación (junto con sus impurezas y aire) a la bomba de aire adosada a este espacio y esta misma bomba impele el agua de condensación o sea el vapor condensado a la cisterna. La bomba de alimentación absorbe entonces el agua de este último depósito y la conduce nuevamente a las calderas. El aire que se ha quedado en la cisterna es expulsado por el tubo colocado en la parte superior de la misma. La distribución la efectúan dos excéntricas, de las cuales una es la que corresponde a la marcha adelante, y la otra a la marcha atrás de la máquina.

Al obligar a deslizarse la persiana o ranura que constituye la placa de distribución se hace mover una u otra de las excéntricas y con ello cambia entonces de sentido la rotación de la máquina. El movimiento de la distribución tiene lugar por medio de palancas a partir del eje de maniobras. Girando el volante de mano indicado en (59) en el modelo, se pone en movimiento el vástago roscado, obligando entonces a moverse en consecuencia a las palancas, girando sus vástagos en los cojinetes colocados al efecto. Las palancas (16), que se apoyan en el eje (19), obligan entonces a cambiar la distribución por medio de las pequeñas palancas que unen la (16) con la (14). Al extremo de las palancas (16) se encuentra un vástago roscado al cual va unido uno de los extremos de los vástagos que accionan las excéntricas. Esto se verifica con el objeto de poder regular el rendimiento de los dos cilindros para obtener su mayor grado.

Si por una mala disposición del cigüeñal se hiciera dificultosa la puesta en marcha, se puede mandar vapor en el segundo cilindro directamente encima o debajo de su émbolo moviendo la máquina hasta que el vapor entre en el primer cilindro, por lo cual se obtiene ya el movimiento regular de la máquina descrita.

SANTIAGO LÓPEZ TAPIAS, Ingeniero E. M.

## Métodos modernos de aplicación práctica a la industria en general

### Empleo del hierro en la construcción de los colectores para dinamos

La necesidad en que se han hallado los alemanes de economizar el cobre, ha dado lugar a que algunos constructores empleen el hierro en lugar del cobre en los colectores para dinamos. Como el hierro cuesta menos que el cobre, se ofrece aquí una experiencia interesante, de la que nuestros industriales se pueden aprovechar.

La principal objeción que se puede hacer a la substitución del cobre por el hierro, es la de que se reemplaza por un metal magnético por otro que no lo es. A la lista ya larga de los factores que influyen en la conmutación, se añade el campo producido en los segmentos de hierro por las corrientes que recorren las bobinas en el momento de la conmutación. Este campo es radial y dirigido según el eje de las escobillas. Tiene por efecto el aumento de la tensión de reac-

tancia puesto que debe neutralizarse antes que se produzca la conmutación. Con un colector de láminas de hierro, es necesario aumentar sea el descalce de las escobillas, sea la intensidad del campo auxiliar. Este punto particular ha sido ya objeto de investigaciones especiales en Alemania: en el caso de una dinamo de 500 kilovatios para suministrar 110 voltios bajo una velocidad de 580 vueltas por minuto se ha comprobado que la tensión de corto-circuito aumenta en un 35 por ciento cuando se reemplaza un colector de láminas de cobre por uno de láminas de hierro. El aumento que hay que proporcionar al campo auxiliar es de 10 a 15 por ciento, lo que no supone modificaciones muy importantes en la construcción mecánica de las piezas polares o del armazón, previniéndose ordinariamente los polos auxiliares para funcionar por debajo de la saturación.



Otra cuestión importante es la de las escobillas. Para evitar la producción de chispas en las escobillas, no solo conviene mantener en un estado de extrema limpieza la superficie del colector, sino poner también una gran atención en la elección de escobillas. El empleo del hierro puede, desde luego, presentar por lo menos una ventaja. Sabido es que precisa adoptar para los colectores, una calidad de mica de una dureza aproximada a la del metal utilizado. Siendo el hierro más duro que el cobre se le puede asociar una mica de mayor dureza que la generalmente empleada. El colector se asimila entonces a los anillos colectorices de acero, sobre los cuales se posee ya un cierto número de datos. Se sabe, por ejemplo, que ciertas cualidades de escobillas ricas en grafito funcionan perfectamente bien sobre los anillos colectorices de acero, dando a la vez un buen pulimento al anillo y a la superficie de contacto de la escobilla y no determinando sino un ligero desgaste del anillo o de la escobilla. Es pues posible que las escobillas ricas en grafito puedan asociarse con ventaja a colectores compuestos de láminas de hierro y el hecho de que tales escobillas suministran

habitualmente una buena conmutación invita a su adopción.

En lo que se refiere al coeficiente de roce y a la diferencia de potencial de contacto, puede deducirse de los ensayos efectuados en Alemania que la sustitución del cobre por el hierro no introduce ninguna modificación sensible: la elevación de temperatura de los colectores de láminas de hierro o de cobre, es comparable funcionando en las mismas condiciones.

Es desde luego incontestable que los colectores de láminas de hierro habrán de necesitar un entretenimiento más cuidadoso y que, en ciertas condiciones, por ejemplo, en una atmósfera muy húmeda, deberá prohibirse su uso. Para evitar la oxidación, se puede recomendar el empleo de una escobilla impregnada que reparta en la superficie del colector una delgada capa de aceite la cual constituirá un revestimiento protector.

No se podrá juzgar del valor práctico de los colectores de láminas de hierro sino después de una larga experimentación. Teóricamente nada parece oponerse a predecirle un cierto porvenir.

### Construcción de tubos para condensadores

Los tubos para condensadores tienen que ser de un material y de una construcción determinada, para resistir los efectos del agua y la acción corrosiva del vapor. El material que ha dado mejores resultados para tubos de condensadores está compuesto de cobre, zinc y algo de estaño. Las condiciones en que tienen que trabajar los tubos de un condensador exige el uso de los metales más puros y mucho cuidado en la fundición y demás manipulaciones.

Los talleres de la «Wheeler Condenser and Engineering Co. Carteret», dedicada hace muchos años a la fabricación de condensadores, cuentan con fundición de latones, tren de laminar, fundición de hierro y un gran taller de construcción de calderas.

**Materiales empleados.**—Solo emplean la mencionada fábrica materiales de la mejor calidad. Las mezclas que usa son tres, a saber: metal «Muntz», uno de los mejores conocido y más usado para tubos de condensación, que contiene sesenta partes de cobre y cuarenta de zinc; segunda, la mezcla conocida por «latón setenta y treinta» que contiene según queda indicado sesenta partes de cobre y treinta de zinc y por fin la mezcla «Almirantazgo» que contiene setenta partes de cobre, veintinueve de zinc y una de estaño. El cobre que emplean es electrolítico refinado cuyo análisis es el siguiente:

	Por ciento.
Cobre . . . . .	99'93000
Plata . . . . .	0'00100
Oro . . . . .	0'00001
Azufre . . . . .	0'00300
Oxígeno . . . . .	0'04000
Hierro . . . . .	0'00350
Níquel . . . . .	0'00400
Arsénico . . . . .	0'00200
Antimonio . . . . .	0'00300
Aluminio . . . . .	0'00100
Fósforo . . . . .	indicios
Plomo . . . . .	0'00200
Bismuto . . . . .	indicios.
Selenium . . . . .	0'00050
Tellurium . . . . .	0'00030
	99'99051

Las especificaciones del cobre electrolítico refinado exigen un tanto por ciento de cobre no menor de 99'88 y el de la fundición Wheeler alcanza generalmente hasta 99'9 por ciento.

**El zinc.**—El zinc que emplean es el conocido en el mercado por «Graselli especial». Debe estar libre de aluminio. El total de plomo, hierro y cadmio que contenga no debe exceder del 0'50 por ciento. En un examen verificado recientemente se obtuvo 0'11 por ciento de plomo y 0'03 por ciento de hierro.

**Estaño.**—El estaño que se usa en la mezcla «Almirantazgo», es puro refinado. Es preciso probarlo antes de usarlo a causa de las impurezas que contiene, tales como el antimonio, arsénico, cobre y plomo. El total de impurezas no debe superar a 0'25 por ciento.

**Fabricación.**—La fundición de la mezcla se verifica en crisoles. Los tubos de las composiciones «Almirantazgo» y «Latón setenta y treinta» se hacen en moldes de hierro hueco recubiertos de arcilla. Se obtienen tubos de unos 122 centímetros de largo, 97 milímetros de diámetro exterior y 67 milímetros de diámetro interior. Después de fundidos los tubos se quitan las materias extrañas, se les cortan las extremidades y se inspeccionan cuidadosamente y se pesan. Después se estiran en bancos adecuados. Entre cada estirado o serie de estirados y después del último, se templan. El temple es necesario para ablandar el metal y poder hacer el estirado inmediato y para evitar cualquier modificación molecular.

El temple es en muchos casos más importante que la composición química. El acero al carbono tratado térmicamente de modo conveniente, es en muchos casos superior en propiedades físicas a una aleación de acero con tratamiento térmico inadecuado.

El aspecto general de los metales no cambia con el temple; pero los cambios de estructura del material—en el granulado—pueden descubrirse y ser estudiados y clasificados con el auxilio del microscopio. El microscopio es muy conveniente para apreciar el efecto del temple.



El estirado u otro cualquier trabajo en caliente, se nota que influye en el metal. Se ha demostrado que la deformación de los metales por el estirado va acompañada de un deslizamiento, a lo largo de superficies resbaladizas, de los numerosos cristales contenidos en todo el metal. El estirado endurece el metal, lo que es conocido por *endurecido por estirado*.

Es conveniente un poco de estirado en frío por que comprime más el metal y produce mejor unión entre sus granos. Después de trabajarlo en frío es necesario templarlo para dar lugar a la cristalización y evitar cualquier torsión causada por el estirado. La temperatura y tiempo del temple no deben ser tan excesivos que causen un aumento rápido de los cristales ya que resultarían muy bastos y perderían elasticidad. Esta precaución es especialmente importante en el último estirado. El metal debe estar lo suficiente templado para evitar contracciones en los cristales y aún para obtener un buen granulado.

Lo que más influye en el temple es la temperatura del horno, la duración de la operación, la cantidad de carga, el espesor del tubo y la índole de la aleación. La aleación y el espesor de los tubos varía y es necesario que la carga, el tiempo de temple y la temperatura sean debidamente regulados para verificar de modo conveniente la operación. Dentro de ciertos límites, un temple largo a baja temperatura es equivalente a un

temple corto a temperatura alta y viceversa. El temple se hace en grandes hornos rectangulares, construidos de ladrillos refractarios, abiertos en ambos extremos. Los tubos se colocan en uno de los extremos y se conservan a ciertas temperaturas durante períodos determinados y después se pasan al otro extremo para enfriarlos al aire o templarlos en agua. Las temperaturas más adecuadas para las diferentes mezclas son las siguientes:

Metal . . . . .	468 a 510° C.
Almirantazgo . . . . .	65,5° .
Cobre . . . . .	815,5° .

Los tubos, después de templados, salen cubiertos de una capa de corteza debida a la oxidación del cobre. Esta costra hay que quitarla antes del siguiente estirado. Entonces se pican y se sumergen en una solución compuesta de diez partes de agua y una de ácido sulfúrico, contenida en tanques forrados de plomo. Esta disolución disuelve la costra del óxido de cobre, dejando la superficie del tubo limpia y lisa. Después del último estirado, temple y picado se lavan los tubos y se colocan en una máquina para enderezarlos quitándoles cualquier comba que tengan. Entonces se cortan a dimensiones y se someten a la prueba de presión hidráulica.

STEEL.

## El tejido de algodón cruzado de color kaki

Bajo la denominación de *kaki* o *khaki* se entiende una serie de matices o gradaciones de color adoptados para los tejidos muy extendidos en Extremo Oriente y, en general, en las colonias francesas e inglesas. Estos matices van del gris al color aceituna y aún pueden derivar de este último color hacia el castaño.

Los matices kaki parece que son tan antiguos como el tinte mismo; el color fué importado de las Indias en las que los indígenas le dan su nombre que significa *color de tierra* (1); se le obtiene mojado los tejidos en un baño compuesto de boñigo de vaca.

Pero son las guerras modernas que han dado a estos tejidos una importancia nueva: las tropas equipadas con el uniforme kaki tienen, en efecto, una ventaja incontestable sobre los vestidos con uniformes de matices vivos y aun oscuros que destacan y son más visibles sobre el terreno. La guerra del Africa del Sur, es la que sobre todo ha popularizado la palabra y la cosa. Inglaterra fué la que con motivo de esta guerra, dió una gran extensión a la fabricación de los tejidos de color kaki y puede decirse que hasta el año 1910 casi monopolizó esta industria.

Las cualidades que se exigen del kaki moderno son muy rigurosas. Este tinte debe resistir al aire, al sol y al polvo de los países más cálidos del mundo, a los frotemientos y lavados repetidos con jabón y agua hirviendo, no debiendo perder en color sino por el contrario, oscurecerse ligeramente; la transpiración, sin hablar de la humedad ambiente, no debe decolorar el

matiz; debe también resistir a la lejía; en fin, el tejido no debe perder por efecto del tinte, ninguna de sus cualidades de resistencia.

No existe colorante aplicable al algodón que sea susceptible de satisfacer a todas estas exigencias; se ha llegado sin embargo a crear un kaki que responde a todas estas necesidades, por el empleo de una mezcla de dos óxidos metálicos: el óxido de cromo y el óxido de hierro. Por este medio se pueden obtener todos los matices del kaki, desde el más claro (verdoso) al más oscuro (castaño).

En la práctica, el tinte a base de los óxidos de cromo y de hierro, presenta grandes dificultades técnicas que aun la misma Inglaterra, que suministra la mayor parte del género a todos los mercados del mundo, no ha vencido del todo.

A pesar de su gran superioridad, el kaki inglés presenta sin embargo un gran defecto: se cose con mucha dificultad pues los óxidos metálicos fijados en la fibra ofrecen una gran resistencia a la aguja; las fibras, con frecuencia se rompen o rasgan por la aguja y la ropa se corta con facilidad por los dobladillos y costuras.

Esta imperfección, en parte, ha sido ya vencida por la industria francesa. El nuevo kaki posee todas las cualidades del inglés uniendo a ellas una gran flexibilidad que permite coserlo con facilidad sin provocar la menor rotura del hilo.

Esta flexibilidad se obtiene con un tratamiento especial, produciendo una precipitación completa de los hidratos metálicos en el tejido mediante muchos enjuagues en agua caliente y en agua fría.

(1) Algunos autores lo hacen derivar de una especie de higo llamado *kake* o *caco*, de color amarillento. — N. del T.



## Fabricación del argentan

Existen tres procedimientos diferentes para preparar esta aleación de cobre, cinc y níquel. En el método alemán, se dispone en el interior de un crisol de grafito, capaz de los diversos metales, menos una cierta cantidad de cinc y de níquel que se adiciona a la masa fundida; la cubierta se forma con carbón de madera.

En Inglaterra, se funden todos los metales a la vez bajo una capa de carbón en granos; se adiciona entonces una pequeña cantidad de una aleación de cobre y de cinc (1 de cobre por 2 de cinc) preparada de antemano y finalmente  $\frac{1}{8}$  de la cantidad inicial de cinc.

En América, se funde bajo carbón de madera una aleación de cobre y de níquel, preparada también de antemano, después se añade el cinc sea en barras calientes, sea fundido.

Tales son, en grandes líneas, los métodos más corrientemente utilizados para la preparación del argentan.

Una de las principales dificultades que se ofrecen es la de impedir la formación de poros en el interior de la aleación; estos poros son debidos a la afinidad que presenta el níquel al carbono y al óxido a la temperatu-

ra de fusión de la mezcla. Para remediarlo, es necesario emplear una buena cubierta que reduzca al mínimo el contacto con los gases y un fundiente desoxidante. El cristal molido adicionado con un poco de carbonato de sosa o de bórax calcinado da buenos resultados. El cinc, es también un excelente reductor. Igualmente si, después de haber espumado la aleación antes de colarla, se adiciona un poco de cloruro de cinc seco y se revuelve la masa, existe reducción. La adición cinco minutos antes del colado de pequeñas cantidades de una aleación de cobre, níquel y vanadio, permite obtener lingotes sin venteaduras. De todos los metales ensayados, el vanadio es el que parece más conveniente.

La operación del colado es en sí misma muy difícil, por consecuencia de la solidificación rápida y de la contracción extraordinaria de la aleación.

Para hacer bajar el punto de fusión, se recomienda adicionar pequeñas cantidades de una aleación de cinc y de aluminio o de cinc y de calcio. Para evitar la oxidación de la superficie del baño se puede espolvorear con cloruro de cinc seco.

## Fabricación de esencias

(Extracción de la esencia de las flores y plantas aromáticas, sin alambique).

Por el sencillo procedimiento que vamos a exponer, se pueden fabricar esencias de primera calidad, con un gran rendimiento muy útil sin necesidad de grandes dispendios previos de instalación, ni aparatos, que pueden reducirse a los siguientes:

### Utensilios de fabricación

Una caja de hojadelata, bien soldada y con tapa que ajuste bien.

Un saco de franela fuerte.

Una pequeña prensa (ésta no es de absoluta necesidad, pero con su empleo el rendimiento de producción es mayor).

Una cubeta de cristal o de barro barnizado.

Una bombona (o bien un número de botellas de cristal equivalente en capacidad y relativa a la cantidad de esencia que en cada extracción se trate de obtener).

Un embudo de cristal o de hojalata.

### Primeras materias

Hojas de flores olorosas, hojas y cortezas de plantas aromáticas.

Sal común, blanca y fina, molida.

Alcohol de 90°.

### Extracción de la esencia de las hojas de las flores

Momentos antes de la operación se deshojan flores bien frescas de la especie cuya esencia se desee obtener.

En la caja de lata, bien seca y limpia, se disponen en capas alternadas *hasta llenarla*, las hojas de las flores y la sal. Las capas de sal han de ser ligeras.

Una vez bien llena la caja con el contenido algo oprimido, se cierra con la tapa y para conseguir un

cierre hermético que es preciso para aislar en absoluto de la atmósfera el contenido de elaboración, se cubren las uniones o rendijas que deja la tapa, con tiras de papel engrudado o se tapan por cualquier otro medio que asegure el cierre hermético de toda la caja, sin afectar en lo más mínimo a su contenido.

Así dispuesta la caja, que podemos llamar de destilación, se deja a la exposición del sol durante seis días. Se debe procurar que esta exposición sea lo más completa posible haciendo que quede bajo la acción de los rayos solares la mayor parte posible de la superficie de los lados o caras de la caja.

Por esta cocción natural se desprende el aceite esencial de las flores que es absorbido por la sal liquisándose bajo la acción de la humedad.

Pasados los seis días se destapa la caja y con la mayor rapidez posible se procede a la serie de operaciones siguientes:

La coadura, en su totalidad, contenida en la caja, se vierte en el lienzo o en el saco de franela en el que se exprime o prensa, vertiendo el aceite destilado en la cubeta de cristal o barro barnizado e inmediatamente se calibra o pesa y se le adiciona una cantidad igual de alcohol de 90°, previamente preparada.

Verificada esta mezcla, se trasvasa a la bombona o a las botellas en las que se tapa herméticamente con tapón de corcho y baño de lacre, quedando fabricada una quinta esencia excelente.

### Extracción de la esencia de las hojas y cortezas de plantas aromáticas

El procedimiento es el mismo que el anteriormente descrito para las hojas de las flores, diferenciándose sólo en que las hojas o cortezas, que han de ser tiernas y frescas, deben ponerse en la caja reducidas a pasta.



## Las lámparas eléctricas de incandescencia <sup>(1)</sup>

De los dos procedimientos de alumbrado eléctrico, el arco y la incandescencia, el segundo se generaliza cada vez más.

Ciertos economistas marcan el grado de civilización de un pueblo por la manera como se ilumina: un buen alumbrado contribuye en efecto al bienestar y a la higiene. Desde este doble punto de vista, el alumbrado eléctrico constituye un gran progreso que las cifras del cuadro siguiente ponen de manifiesto:

	Desprendimiento por hora y por 100 bujías	
	en gas carbónico	en cantidad de calor
Alumbrado eléctrico por arco.	0,003 m <sup>3</sup>	60 calorías
Alumbrado eléctrico por incandescencia	"	300 "
Alumbrado por gas:		
Mechero Argand.	0,460	4.860 "
Mechero Manchester.	1,140	12.150 "
Alumbrado por aceite:		
Lámpara Carcel.	0,610	4.200 "

La presencia del gas carbónico, resulta nociva en la atmósfera en la proporción de 0,0006 en volumen, y determina dolores de cabeza a 0,003. 5 m<sup>3</sup> de gas carbónico exigen pues 10.000 m<sup>3</sup> de aire. Luego, un mechero de gas, que consuma 120 por hora, vicia una atmósfera tanto como 10 personas adultas, por su respiración. Necesitando una sala de espectáculos, iluminada por gas, un mechero de 120 l. por persona, el alumbrado por este sistema decuplica, pues, la provisión necesaria de aire. Los números del cuadro anterior bastarán para marcar el interés higiénico del alumbrado eléctrico. A este respecto recordaremos el ejemplo citado por M. Preece, de la Saving Bank: «la disminución de los casos en que los empleados dejan de acudir a las oficinas por indisposición o cansancio que se ha observado después de la substitución del gas por la electricidad, representa un valor superior al coste del cambio del alumbrado.»

El cuadro precedente señala desde el punto de vista del calor desprendido, la ventaja incontestable del arco; por el contrario, la incandescencia no vicia nunca la atmósfera del local alumbrado. En la práctica, las dos causas que hacen preferible la incandescencia al arco, son: la ausencia de entretenimiento de los focos luminosos y su más cómoda división. Es de notar, además, que la construcción y la utilización práctica de lámparas de incandescencia de gran potencia luminosa (1.000 bujías en adelante), lámparas cuyos tipos más recientes (lámparas de medio vatio) ocupan muy poco espacio, aumentan todavía las razones en favor de la incandescencia eléctrica.

### Las lámparas de filamento de carbón y sus perfeccionamientos

Las primeras lámparas de Edison, de 1879, consumían 4,5 vatios por bujía; desde 1880, se llega a reducir el consumo a 4 vatios.

(1) De «La Technique Moderne».

Regularizando por un depósito grafitico la fibra de bambú carbonizado, que constituía el filamento escogido por Edison, se aumenta sensiblemente el poder radiante. Se obtiene entonces 3,5 vatios por bujía. El revestimiento de grafito se obtenía calentando el filamento por una corriente, en una atmósfera de hidrocarburo (vapores de benzol). El efecto Joule determina la mayor incandescencia en los puntos de más pequeño diámetro; por consiguiente, el depósito de carbón se hace desde luego más grueso, determinándose así, por lo tanto, la regularización del filamento.

La fibra se substituyó por una pasta de celulosa, pasada por la hilera. Todavía se lograron una regularidad y homogeneidad mayores: La pasta que debe pasarse por la hilera, se obtiene precipitando una disolución de algodón en ácido nítrico o fosfórico por medio de éter sulfúrico, eliminándose los últimos vestigios del ácido. Se puede también disolver la celulosa, en una solución de cloruro de cinc (10 gramos de celulosa por 100 cm<sup>3</sup> de agua y 200 gramos de cloruro de cinc). Se calienta lentamente y después se pasa por la hilera la pasta obtenida, cuyos filamentos se introducen y conservan en alcohol metílico. La carbonización, cocción a 1.500° C. durante 24 horas en los hornos, de estas pastas pasadas por la hilera recubiertas de carbón, después de la carburación o alimentación en un hidrocarburo (según el procedimiento ya descrito), produce filamentos que reducen el consumo a 3 vatios por bujía.

Howell obtuvo un último progreso en 1903, por la metalización del filamento de carbón. Se calientan los filamentos previamente carburados, al horno eléctrico (horno especial de carbón) y se les somete así a temperaturas que excedan de 3.000° C. La resistencia que presentan en frío, los filamentos así tratados, es el 80/100 de la de los filamentos de carbón que no han sufrido esta preparación. Estos filamentos ennegrecen mucho menos las bombillas, debido sin duda, a la ausencia completa de carburos disociables, en su masa.

Las lámparas de filamento metalizado de Howell, solo consumen 2,5 vatios por bujía. No cabe duda de que este último perfeccionamiento del filamento de carbón alcanza hoy gran éxito, aunque ya en 1903 las lámparas de filamento metálico empezaron también a obtenerse por la economía todavía mayor con ellas conseguida.

### Volatilización del filamento

La incandescencia eléctrica está, en suma, basada en la ley de Joule sobre el calentamiento por la corriente. A primera vista puede admitirse que un cuerpo se eleva a tanta mayor temperatura por la circulación de una corriente intensa ( $Q = Ar^2t$ ;  $Q$  cantidad de calor producida;  $A$  constante;  $r$ , resistencia del conductor en ohmios;  $i$  intensidad de corriente en amperios;  $t$ , duración de la corriente en segundos), cuanto más importante es la fracción de energía radiada bajo forma luminosa. Como esta fracción es siempre pequeña, hay interés en elevar el filamento a la mayor



temperatura posible. Deberá pues tomarse  $r$  muy elevado y hacer pasar sin embargo una corriente suficiente, lo que lleva a establecer en los extremos del filamento una fuerza electromotriz o un voltaje adecuado.

En realidad, como veremos luego, las cosas no son tan sencillas; la teoría de la radiación interviene aquí y presenta una cierta complejidad.

Para impedir la oxidación de un hilo de metal común, (hierro por ejemplo) es necesario encerrarlo en un recipiente vacío si se desea volverle incandescente sin que sea destruido casi inmediatamente por la corriente eléctrica. En estas condiciones, la fusión interviene desde que se eleva la temperatura lo bastante para obtener el rendimiento luminoso. El platino, se funde antes de alcanzar un grado de incandescencia prácticamente admisible. De lo dicho se desprende que los primeros inventores se vieron obligados a recurrir al carbón, por ser menos fusible. Pero a las temperaturas que es necesario alcanzar para lograr una fuente de luz conveniente, el carbón, si no se funde con rapidez, también destila con lentitud. Se efectúa una vaporización del filamento y esta volatilización transporta poco a poco el carbón a la superficie interior de la bombilla. La bombilla se ennegrece, pues, lentamente con el uso, si se alimenta en las condiciones normales y rápidamente si está sometida a mayor potencial. Es sabido que, prácticamente, existe economía en cambiar una lámpara de incandescencia en cuanto el depósito así formado ha reducido su intensidad luminosa en un 20 % de su valor primitivo. Esta reducción no se produce en las lámparas de filamento de carbón bien construidas sino al cabo de unas 500 horas, siempre que hayan funcionado constantemente bajo el régimen para el cual fueron construidas, cosa muy fácil de reconocer. Mientras el ennegrecimiento normal de la bombilla proyecta como una sombra del filamento, el ennegrecimiento debido al sobrevoltaje es uniforme.

Entre los numerosos ensayos hechos para impedir la vaporización del filamento, será útil detenerse a examinar aquéllos que consisten en crear de intento, en la bombilla, una atmósfera particular y desde luego muy rarificada.

Por mucho cuidado que se tenga al hacer el vacío, subsisten siempre en la bombilla residuos gaseosos, hidrógeno, gas electro-positivo que se desprende también del filamento en las primeras horas de su incandescencia. La cementación especial del filamento realizada por Howell a alta temperatura ( $3000^{\circ}\text{C}$ ) de la que ya antes hemos hablado, al evitar este desprendimiento gaseoso, produce filamentos que ennegrecen mucho menos las bombillas. Reemplazando los vestigios ínfimos de hidrógeno por los residuos de gases electro-negativos, oxígeno, cloro, etc., se obtiene una volatilización más débil. Desgraciadamente, estas atmósferas especiales no son de duración, pues son absorbidas poco a poco. Se ha intentado, a decir verdad, sin éxito práctico positivo, dotar a las bombillas de sustancias capaces de desprender en cantidades ínfimas, estas atmósferas electronegativas rarificadas, destinadas a imposibilitar la volatilización.

Estos ensayos debían conducir a restituir alrededor

del filamento, nada más que una atmósfera siempre extremadamente rarificada, pero a una presión atmosférica constituida entonces evidentemente por un gas inerte.

Este resultado dió lugar a la creación de la lámpara Nernst, que como es sabido, está formada por la incandescencia eléctrica de un lápiz de una substancia que no es conductora sino en caliente. Las ideas que indujeron a la realización de esta lámpara original, así como las que llamaron la atención sobre la incandescencia de los filamentos metálicos, están contenidas en nuestros conocimientos relativos a la radiación, que será útil recordar brevemente.

### Algunas palabras sobre la radiación

Hemos admitido, anteriormente, subrayando sin embargo una restricción, que cuanto a mayor temperatura está sometido un cuerpo, más importante es la fracción de radiación bajo forma luminosa. Se puede creer igualmente, a primera vista, que un filamento incandescente es tanto más blanco cuanto su temperatura es más elevada. Y de hecho, muchos autores han juzgado equivocadamente, que los filamentos metálicos de las nuevas lámparas de incandescencia, más blancos que los filamentos de carbón de las antiguas lámparas, están *por consiguiente* a una temperatura más elevada.

Las observaciones hechas sobre la radiación demuestran que la cuestión es mucho más compleja.

El poder emisor  $e$  de un cuerpo a una temperatura  $t$  dada, para una cierta radiación de longitud  $\lambda$ , es la intensidad total de esta radiación contenida en un cilindro recto que corta una cierta superficie  $s$  del cuerpo;  $e$  depende de la sección del cilindro y de la naturaleza y forma del cuerpo.

Si el cuerpo recibe las radiaciones por el mismo cilindro recto considerado, la diferencia entre la intensidad de los rayos de *incidencia* y la de los rayos *reflejados*, *difundidos* y *transmitidos*, forma la intensidad *absorbida*. El poder absorbente  $a$  es la relación entre la intensidad absorbida y la intensidad incidente; en general  $a < 1$ . Si el cuerpo no refleja ni deja pasar nada, absorbe toda la radiación,  $a = 1$ ; es perfectamente absorbente *para la radiación*  $\lambda$ . Si es perfectamente absorbente para todas las radiaciones, el *cuerpo es negro*, el cuerpo negro ideal, teórico, al que se llama *radiador integral*.

En este sentido, decir que un cuerpo es negro, no implica que no sea luminoso. Si nuestros ojos fuesen sensibles a las longitudes de onda infrarrojas, a las grandes longitudes de ondas, el negro de humo aparecería como el más luminoso de los cuerpos a la temperatura ambiente. El filamento de carbón incandescente permanece negro; desde este punto de vista, no refleja ni transmite ninguna radiación, pero esto no indica que no emita nada; por el contrario, emite más que cualquier otro cuerpo.

El negro de humo está lejos de realizar el *cuerpo negro teórico*, el *radiador integral*. El cuerpo absolutamente negro para toda temperatura, se realiza por una envoltura impermeable al calor, adiabática por con-

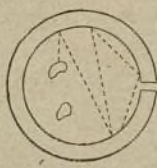


Fig. 1.—Realización práctica del radiador integral. Envoltura adiabática que presenta una abertura muy pequeña, que no perturba el régimen de reflexiones interiores.



siguiente, mantenida a la temperatura  $t$ . Si la envoltura presenta una pequeña abertura, prácticamente no sufre ninguna modificación (fig. 1). Si los cuerpos colocados en el interior de esta envoltura impermeable al calor radiante, irradian las reflexiones muy numerosas producidas en el interior, acaban por absorber las radiaciones. La radiación es independiente del cuerpo que forma la envoltura. Así, pues, los cuerpos de naturaleza diferente del carbón, los metales, por ejemplo, que cuando se eleva su temperatura se vuelven luminosos a temperaturas diferentes, si están colocados dentro de la envoltura presentarán todos el mismo tinte rojo oscuro, a la misma temperatura.

El estudio de la energía radiada en función de la longitud de onda da las curvas de la figura 2. A una temperatura  $T$ , la energía es máxima para una cierta longitud de onda  $\lambda$ . El producto  $\lambda T$  ( $T$ , temperatura absoluta;  $\lambda$  expresada en micromilímetros) permanece constante:  $\lambda T = 2950$ .

Según esta relación, se ve que la radiación que a  $5.000^\circ \text{C}$  ( $T = 2.273$ ) suministra el máximo de energía, es:

$$\lambda = \frac{2.950}{2.273} = 1,25 \mu,$$

en el infrarrojo, bien lejos todavía del espectro visible. Así se explica el muy pequeño rendimiento de la incandescencia; casi toda la energía pasa al estado de calor oscuro.

Se conoce bajo el nombre de principio de Kirchhoff, una relación sencilla que, unida a las experiencias precedentes, da la ley de la radiación de un cuerpo cualquiera.

Sean  $e_{\lambda, T}$ , el poder emisor de un cuerpo cualquiera definido como más arriba:

$a$ , su poder absorbente;

$e_0$ , el poder emisor del radiador integral para los mismos valores de  $\lambda$  y de  $t$ ; se tiene:

$$a = \frac{e_{\lambda, T}}{e_0}$$

La radiación de un cuerpo cualquiera es, pues, siempre inferior a la del radiador integral. Cuanto mayor es el poder emisor de radiaciones de un cuerpo a una temperatura dada, mayor es el de absorción del mismo cuerpo a la misma temperatura.

Es de notar que no resulta de aquí, que un cuerpo que absorba una radiación, la haya necesariamente de emitir.

Dos leyes sencillas expresan la radiación integral (cuerpo negro): 1.ª la ley de Stephan o de Stephan-Boltzmann: La potencia total de la radiación del cuerpo negro es proporcional a la cuarta potencia de la temperatura absoluta:

$$P = KT^4;$$

2.ª La ley de Wien: La longitud de onda de potencia máxima en el espectro normal, es inversamente proporcional a la temperatura absoluta:

$$\lambda = K' T^{-1}$$

La intensidad total de la radiación,  $P$ , crece pues muy rápidamente con la temperatura. Como la expe-

riencia lo indica (curvas de la fig. 2),  $\lambda$  se desliza del lado de las pequeñas longitudes de onda, cuando la temperatura aumenta.

Las pequeñas longitudes de onda del espectro, irradian luminosamente tanto más cuanto la temperatura más se eleva. En los cuerpos negros se blanquea, pues, el color, al mismo tiempo que la temperatura se eleva; pero solamente en los cuerpos negros.

Con Stephan, se ha creído largo tiempo que, en todos los cuerpos, a cada temperatura, la intensidad de cada radiación permanecía en una relación constante con la intensidad de la misma radiación del cuerpo negro. La composición del espectro a una temperatura dada sería en este caso la misma; solo el brillo diferiría siendo proporcional al poder emisor del cuerpo considerado. Esto es, en suma, admitir que cada cuerpo posee un poder emisor inferior a 1 que es el poder emisor del cuerpo negro, pero independiente de  $\lambda$  y de  $T$ . Si los cuerpos radiantes no son evidentemente cuerpos negros se admite así, con Stephan, que todos los radiadores son *cuerpos grises*.

Estudios más completos, tanto experimentales como teóricos, han demostrado que en realidad todo cuerpo radiante presenta un poder emisor que puede variar entre 0 y 1 y depende esencialmente de la temperatura y de la radiación considerada. Esto explica porqué nosotros hemos tenido cuidado de representar este poder emisor por el símbolo:  $e_{\lambda, T}$ .

**Ley de radiación de los cuerpos de color.**—Esta variación del poder emisor con la temperatura y

con la radiación, complica singularmente los fenómenos.

Si  $P_\lambda$  designa la potencia irradiada, a la temperatura  $T$ , por la radiación monocromática  $\lambda$ , Planck indica como relación concordante con la experiencia:

$$P_\lambda = \frac{A\lambda^{-5}}{b} \cdot \frac{1}{e^{\frac{1}{\lambda T} - 1}}; b = 14.400; A = 9,3 \cdot 10^{-11} b^4$$

Se puede también tomar la relación más sencilla indicada por Wienn:

$$P_\lambda = A\lambda^{-5} e - \frac{b}{\lambda T}$$

Si el poder emisor de un cuerpo permanece igual en toda la extensión del espectro, caso muy particular, como hemos visto, diremos que se trata de un *cuerpo gris*. Todos los demás cuerpos, caso general, son de color.

El platino, según Fery y Chéneveau será un *cuerpo gris* para el cual la relación de Stephan se escribe:

$$P = KT^{4,6}$$

Según los mismos autores, el tungsteno asimismo será un *cuerpo gris*; se tendrá, pues, también:

$$P = K' T^{4,6}$$

Esta indicación no está confirmada por Langmuir, según los trabajos del cual, el tungsteno es un cuerpo

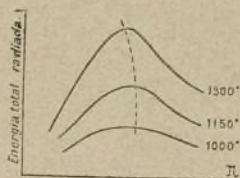


Fig. 2.—Energía total radiada, a diversas temperaturas, en función de la longitud de la onda. La radiación está expuesta en un espectro normal por medio de una red de Rowland y la energía está medida con una pila termoelectrica.



de color y su poder emisor aumenta cuando la longitud de onda disminuye.

Véase a continuación, según Linker, un cuadro de mediciones de las intensidades luminosas, en bujías de Heffner, de cuatro grupos de radiaciones de color emitidas por diversos filamentos de lámparas de incandescencia, estando aislados estos grupos de radiaciones por medio de soluciones coloreadas, convenientes:

Filamentos	Azul	Verde	Amarillo	Rojo
	$\lambda = 0\mu, 44$ a $0\mu, 49\lambda$	$\lambda = 0\mu, 49$ a $0\mu, 54$	$\lambda = 0\mu, 55$ a $0\mu, 65$	$\lambda = 0\mu, 65$ a $1\mu$
Carbón. . . . .	100	100	100	100
Carbón metalizado. . . . .	141	131	70	105
Nernst. . . . .	195	160	88	95
Tántalo. . . . .	145	117	93	97
Tungsteno. . . . .	158	125	74	102
Osrám. . . . .	187	156	79	101

Si el hecho de que los radiadores no son en general *cuerpos grises* complica extraordinariamente el fenómeno de la incandescencia; si, por lo mismo, toda regularidad casi desaparece, esto por el contrario deja lugar a todas las esperanzas de mejor rendimiento.

La manera de ver, demasiado sencilla de Stephan conducía a conservar el filamento de carbón porque se aproxima al cuerpo negro entre los cuerpos poco fusibles. La existencia de los radiadores, en general coloreados, indujo a la idea de utilizar los filamentos metálicos, que pueden suministrar la luz con un mejor rendimiento puesto que poseen el brillo metálico. Bastará poder llevarlos a una temperatura al menos igual, y si es posible superior a la que soporta, sin fundirse el filamento de carbón. He aquí el camino abierto al empleo de los metales refractarios.

Así se explica el éxito del retorno a los filamentos metálicos que los inventores han empleado estos últimos años, habiendo adivinado por una especie de intuición, que los radiadores metálicos son radiadores coloreados y no *cuerpos grises*.

Esta exposición de las principales condiciones de la radiación ha conducido a una categoría de cuerpos, a la verdad muy general, llamados *incandescentes*.

Ya hemos señalado las desventajas de la *incandescencia* desde el punto de vista del rendimiento en iluminación; la mayor parte de la energía irradiada es del calor oscuro.

Existen cuerpos cuya radiación no es función solamente de la temperatura. Colocados dentro de la envoltura imaginada y ya antes indicada, no se vuelven luminosos al mismo tiempo que los precedentes. Emiten desde luego una luz azulada o blanca; su radiación se produce con una *emisión selectiva* para las longitudes de ondas perceptibles a la vista. Estos cuerpos se llaman *luminescentes* para distinguirlos de los cuerpos habituales llamados incandescentes que obedecen a las leyes que antes hemos mencionado.

Al empleo de estos cuerpos se deben muy grandes progresos en el alumbrado. Gracias al manguito Auer, cuerpo luminescente, el alumbrado por gas puede competir con el eléctrico. Cuando el rendimiento de la incandescencia eléctrica se cifraba todavía en los 3

vattios por bujía, el mechero Auer salva la situación económica del gas restituyendo momentáneamente, desde luego, la ventaja de mejor venta por unidad de intensidad luminosa. A su gran comodidad de empleo, la bombilla eléctrica une una más flexible división de la luz, una facilidad de alumbrado y un valor higiénico incontestable. A pesar de las adaptaciones ingeniosas del mechero Auer (dispositivo de alumbrado automático, mechero Auer invertido, mechero Auer minúsculo pero deslumbrante, que reduce el gasto por el empleo de una doble canalización que realiza un soplete oxidizante), es poco probable que el mechero Auer luche con ventaja contra la lámpara de medio vatio.

Esta lucha intensifica la actividad y la ingeniosidad de los dos procedimientos de alumbrado. Es importante hacer notar, además, que todas nuestras fuentes de luz presentan un muy débil rendimiento en relación a la energía que absorben; son, pues, susceptibles de notables mejoras.

El filamento Nernst está basado sobre la *luminescencia* de óxidos de metales raros (circonio, erbio, torio, itrio, cerio). A la temperatura ordinaria estos óxidos no son conductores de la corriente eléctrica. Entre 900° y 1.200° C, se vuelven conductores y desde este momento la corriente entretiene y aumenta su luminescencia. Como la resistencia del filamento disminuye rápidamente con la temperatura, es necesario intercalar en serie con ella, una resistencia (por lo general un filamento metálico dispuesto en una bombilla) que limite la corriente al valor conveniente. En un principio era necesario encender la lámpara Nernst como un mechero de gas, calentando por medio de un fósforo el filamento, no conductor en frío. Para evitar este inconveniente, el encendido se hizo automático; una espiral de platino, que queda fuera de circuito desde el momento en que se enciende la lámpara, calienta el filamento Nernst. Todos estos accesorios, resistencia de seguridad y dispositivo para encender, etcétera, hacen de la lámpara Nernst un aparato complicado y relativamente voluminoso. Además, la construcción delicada del filamento dispuesto en el eje de la espiral de platino, hacen el aparato costoso, frágil, susceptible a los menores choques, al faltarle los globos protectores.

Si la lámpara Nernst no se ha generalizado por estas diversas razones, ello no implica que no sea útil para ciertas operaciones (aparatos de proyección, talleres fotográficos) para los cuales la blancura y fijez de su luz son preciosas.

#### La lámpara de filamento metálico y sus perfeccionamientos

El carbón a la presión atmosférica no se volatiliza sino hacia los 4.000°C (arco), experimentando en el vacío, desde los 2.000°, una sublimación bastante activa para impedir se eleve más la temperatura, tanto por que ello provocaría la rotura del filamento, como por producir un ennegrecimiento muy rápido del globo.

Se debe al empleo de metales muy poco fusibles, como el tántalo, osmio, tungsteno, etc., el haber podido aumentar extraordinariamente el rendimiento.

De 2,5 vattios por bujía que la metalización del filamento de carbón permitía obtener, se pasa, por perfeccionamientos sucesivos, a 1,5 por bujía con el tántalo, a 1 y después a 0,8 por bujía con el osmio y el tungst.



teno (Osram) y, en fin, a 0,5 vatios por bujía. Esta es la lámpara medio vatio.

Sin embargo, el empleo de estos filamentos, puestos en circulación en una época en que las redes de alumbrado estaban establecidas por término medio a 120 voltios, obligó a los constructores de lámparas a adaptar la bombilla a la red sobre la cual debía competir el filamento de carbono. De aquí la necesidad forzada de montar un filamento muy largo; la longitud del filamento de tántalo de las primeras lámparas pasaba de 50 centímetros.

Toda una nueva técnica de la construcción de la

lámpara de incandescencia se impuso, y esta técnica se industrializó. La gran complejidad de esta construcción unido a la producción cada vez más intensiva de estas bombillas, condujo a una construcción metódica muy estrecha en el curso de la cual se ha ingeniado no solamente convertir en automáticas la mayor parte de las operaciones a realizar, sino también y sobre todo comprobar muy escrupulosamente durante el curso de esta construcción dichas operaciones.

En el número próximo resumiremos las fases principales de esta construcción tal como se realiza en la actualidad.

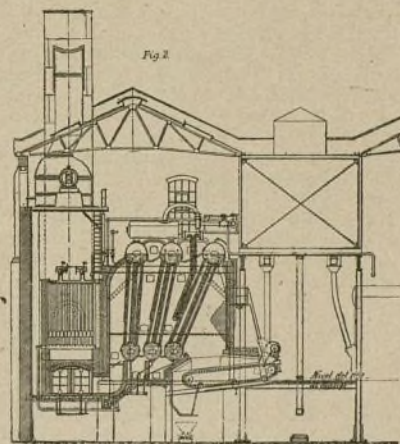
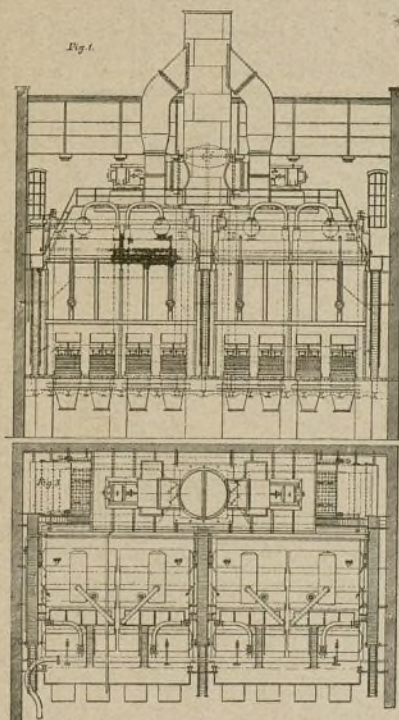
ALBERT TURPAIN.

## Caldera tubular para fábricas de electricidad

Esta nueva instalación constituye una importante ampliación de la batería de generadores de vapor existente en las fábricas de electricidad del municipio de

demás detalles, especialmente relativos al tiro, en las figuras restantes.

Cada caldera tiene una superficie de caldeo de 501,50 metros cuadrados y está calculada para suministrar vapor a una presión de trabajo de 14,000 kgs. por centímetro cuadrado con un calentamiento de 75° C. El sistema de hogares adoptado es el de parrilla de cadena de transporte automático; la superficie de la parrilla de cada caldera tiene 10,75 metros cuadrados.



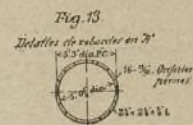
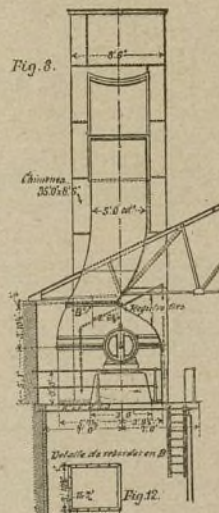
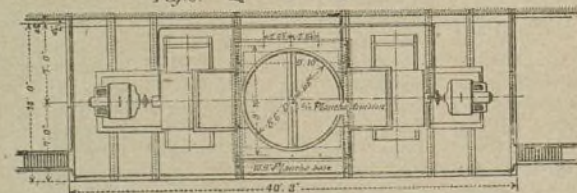
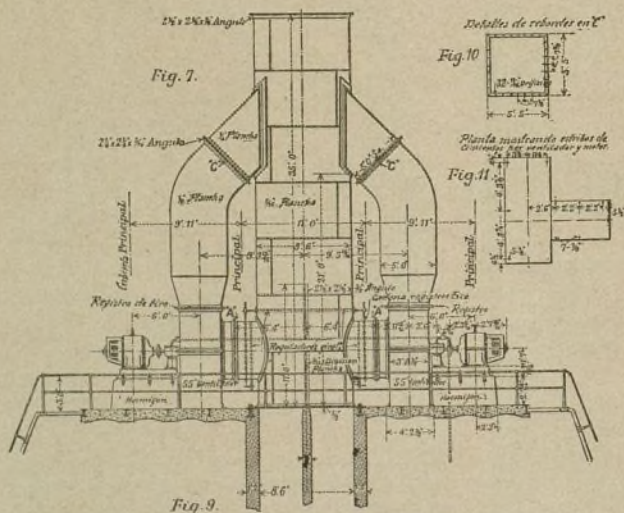
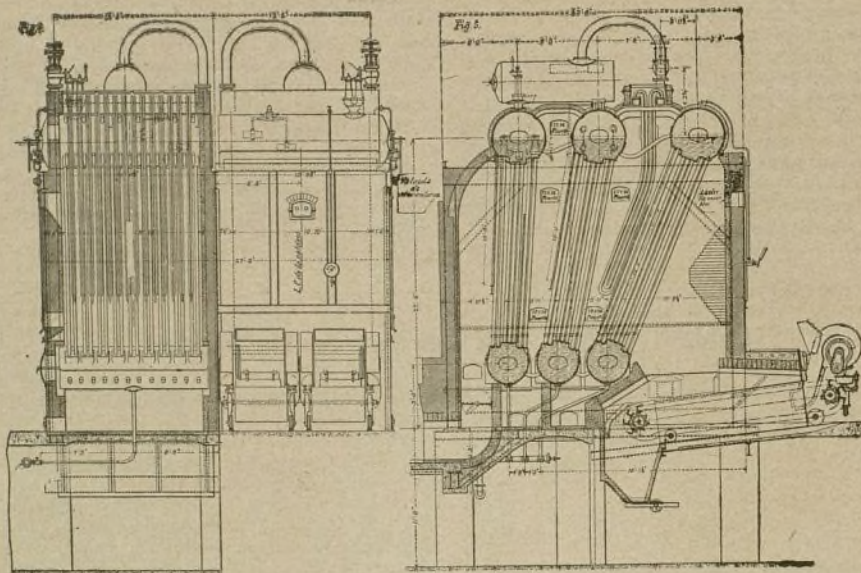
Como puede verse en las figuras 1 y 3 las cuatro calderas están colocadas por parejas, tras de cada una de las cuales existe un economizador, demostrándose su disposición en la figura 4. Estos economizadores tienen cada uno 278 tubos de 3,35 metros de longitud.

Cada par de calderas dispone de un ventilador de 1,40 metros, como se indica en las figuras 1, 2 y 4, del que se representan algunos detalles a mayor escala en las figuras 7 a 13. Ambos ventiladores trabajan dentro de la misma chimenea, la cual tiene 2,60 m. de diámetro; la parte inferior de esta chimenea, separa los dos economizadores y hasta una altura de 9 metros está

Bristol y comprende cuatro calderas completas con hogares, recalentadores, economizadores y la planta para el tiro inducido y forzado, además de todo el conjunto completo de accesorios.

La disposición general de la instalación está muy claramente mostrada en las figuras 1 a 6 y todos los







construida de ladrillos y los 10,70 metros restantes es de planchas de acero dulce. Una plancha divisora separa los gases procedentes de cada par de calderas. Los ventiladores se accionan desde una plataforma situada sobre la parte superior de los economizadores y cada uno de ellos es conducido por un motor de 60 caballos de velocidad variable.

Con el fin de asegurar un máximo de accesibilidad, el conjunto de la instalación de la caldera descansa sobre un suelo de bovedillas de hormigón que soportan vigas de acero. Esta disposición permite un fácil acceso a las partes superiores de las calderas, hogares y economizadores y facilita de modo extraordinario la extracción de hollín y cenizas. Existe también una transmisión especial para sacar el hollín que se acumula en los fosos del economizador mediante la cual se puede extraer sin interrumpir el trabajo de la instalación. En la actualidad las calderas funcionan con carbón bituminoso, pero puede emplearse también cisco de coque.

Un aspecto especial de las calderas lo constituye el

empleo de tubos rectos que, como muestra la figura 5, se introducen por las partes planas de las planchas de los cilindros inferiores y superiores. El empleo de tubos rectos reduce el número de piezas de recambio de que ordinariamente es necesario disponer. Debido al hecho de que los tubos son casi verticales, no se forma en ellos ningún depósito, formándose y recogiendo éstos, solo en los cilindros inferiores. Cualquiera de estos tubos puede desmontarse y reemplazarse sin tocar ninguno de los demás, sean o no contiguos.

Con esta construcción de caldera es posible trabajar con grandes sobrecargas, evaporando 46 kgs. de agua por metro cuadrado de superficie de caldeo; esta sobrecarga podría aun ser superada por las calderas, no permitiéndolo los hogares que en este punto alcanzan su máximo de capacidad. Esto prueba la elasticidad de la caldera y su capacidad como generador de vapor. Al evaporar 29 kgs. de agua por metro cuadrado de superficie de caldeo, las calderas han sostenido un rendimiento máximo.

## Cojinete de empuje "Michell"

Los cojinetes de empuje, proyectados según el principio *Michell*, reúnen muy buenas condiciones de seguridad para soportar continuamente cargas pesadas a grandes velocidades. El antiguo modelo de cojinete



Fig. 1.—Alzado. Estado de dos superficies paralelas de fricción.

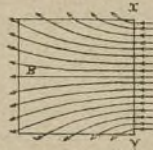


Fig. 2.—Planta. Estado de dos superficies paralelas de fricción.

de empuje, que consistía en uno o varios collares apoyados sobre anillos guarnecidos de metal antifricción, se ha considerado siempre como defectuoso, así como la *crapudina* o *tarimilla* ordinaria, empleada para soportar cargas pesadas a cualquier velocidad es quizás el dispositivo más rudimentario y molesto que jamás conocimos los ingenieros.

Estos antiguos modelos de cojinetes son substituidos y reemplazados por el modelo-tipo *Michell* y aún los cojinetes de bolas (rodamientos) en muchos casos, van cediendo su puesto a este nuevo tipo de empuje, debido a los notables resultados obtenidos por la aplicación de un principio sencillísimo.

La necesidad que se notaba de un sistema de empuje de mayor seguridad que el antiguo tipo de collares múltiples fué la razón de su franca aceptación en muchos talleres.

Esta necesidad se notaba particularmente siempre que se ha tratado de turbinas a vapor a causa de la imposibilidad, en el caso del tipo de collares múltiples, de poder resistir el empuje no equilibrado de los árbo-

les o ejes a las velocidades requeridas y puede decirse que se debe a dicho ingeniero la posibilidad de la turbina de engranaje.

La razón por lo cual no dá resultados del todo satisfactorios un cojinete de empuje, formado de dos superficies simples y planas apoyándose y girando la una sobre la otra, es la de que su concepción es fundamentalmente defectuosa y a pesar del mucho cuidado que se ponga en su ajustaje y en la provisión de numerosas ranuras de engrase, nunca se conseguirá un cojinete perfecto. El secreto del éxito de cualquier cojinete que tenga contacto de fricción es, naturalmente, una lubricación perfecta; pues un dispositivo que permite mantener una capa delgada de aceite entre las superficies de apoyo, a pesar de la presión ejercida y la velocidad, impide todo contacto metálico y el frotamien-

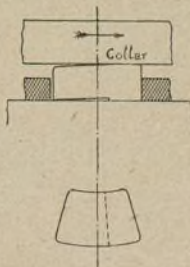


Fig. 3.—Oscilación sobre una línea.

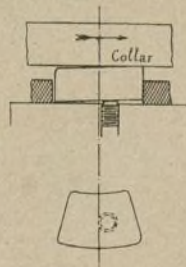


Fig. 4.—Oscilación sobre un punto.

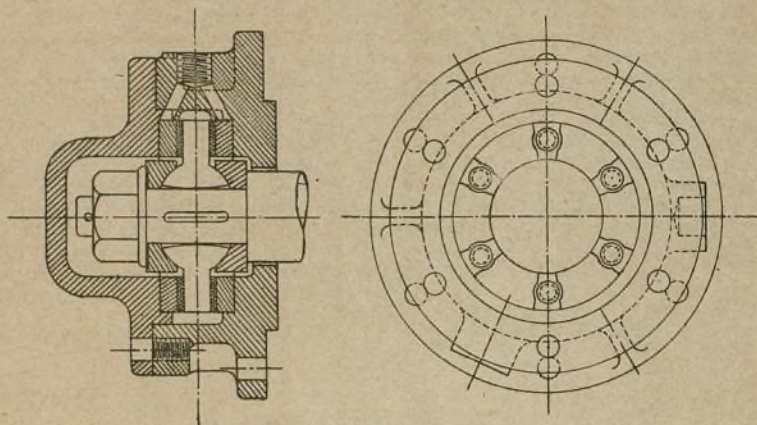
to no se produce, por decirlo así, más que sobre el lubricante. Esto es imposible de conseguir con el tipo antiguo de empuje de collar como lo demuestran las consideraciones siguientes:



El principio general sobre el cual se basa la lubricación de dos superficies planas lo representamos en las figuras 1 y 2 que indica claramente lo que sucede cuando un bloque de forma rectangular, soportando un

bordes. La figura 2 representa el camino recorrido por el aceite.

A medida que el aceite entra por uno de los bordes y sale por los tres restantes, la capa aceitosa disminu-



Figs. 5 y 6.—Cortes esquemáticos que muestran un cojinete de empuje «Michell» para bombas, engranajes de ruedas, tornillo sin fin, etc.

peso  $P$ , se mueve sobre una superficie plana lubricada.

El bloque B, se mueve en la dirección de la flecha, y al hacer esto, ha de hallarse sobre la superficie del aceite lo que equivale a decir que el lubricante se abre paso entre las dos superficies a lo largo del extre-

ye en espesor hacia los bordes principales, mientras que en el borde de entrada el espesor de la capa debe mantenerse relativamente grande a fin de que continúe entrando la misma cantidad que la que sale del espacio entre las dos superficies. El resultado de esto es que el bloque toma cierta inclinación (como se ve en la figura 1 aunque un poco exajerado) manteniendo esta inclinación tanto como dure el movimiento en la dirección de la flecha.

Este alzamiento del borde principal es un fenómeno que todo el mundo puede observar en el caso de un bote de quilla aplanada o chata lanzado a gran velocidad sobre agua tranquila o en el de un barco en el mar. Cuanto mayor sea la velocidad, tanto más se levantará la proa del barco y esta tendencia es siempre la misma cualquiera que sea el peso del barco de que se trate y la explicación es, en cierto modo, similar a la antes dada acerca del bloque el que en realidad flota sobre el lubricante. Este hecho simple, pero importante, encierra en sí el secreto de una lubricación perfecta y consiste en mantener una capa delgada de aceite entre las dos superficies planas o de frotamiento de las que una ha de estar libre para tomar la inclinación necesaria a fin de dar paso al aceite.

Esta condición esencial no existe en el modelo antiguo de cojinetes de empuje, puesto que las dos superficies son siempre, y en todos estados, paralelas una a otra. Puede suceder que durante una disminución momentánea de la presión logre el aceite penetrar entre las dos superficies, en la parte próxima a la ranura de lubricación; pero tan pronto como se aplica la presión, éste se extiende y escapa con más facilidad que entra, por un punto dado en el cojinete; la capa se hace cada vez más delgada hasta que se cierra el borde de entrada, teniendo lugar el contacto metálico produciendo calor y rozamiento.

El cojinete de empuje *Michell* es la realización

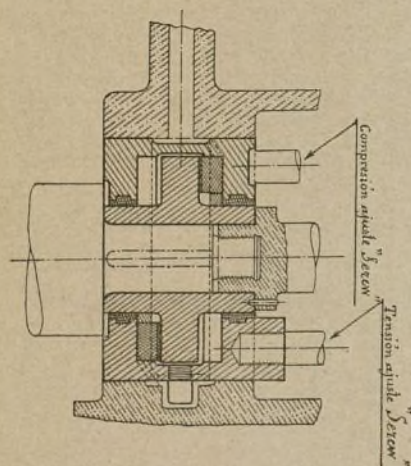
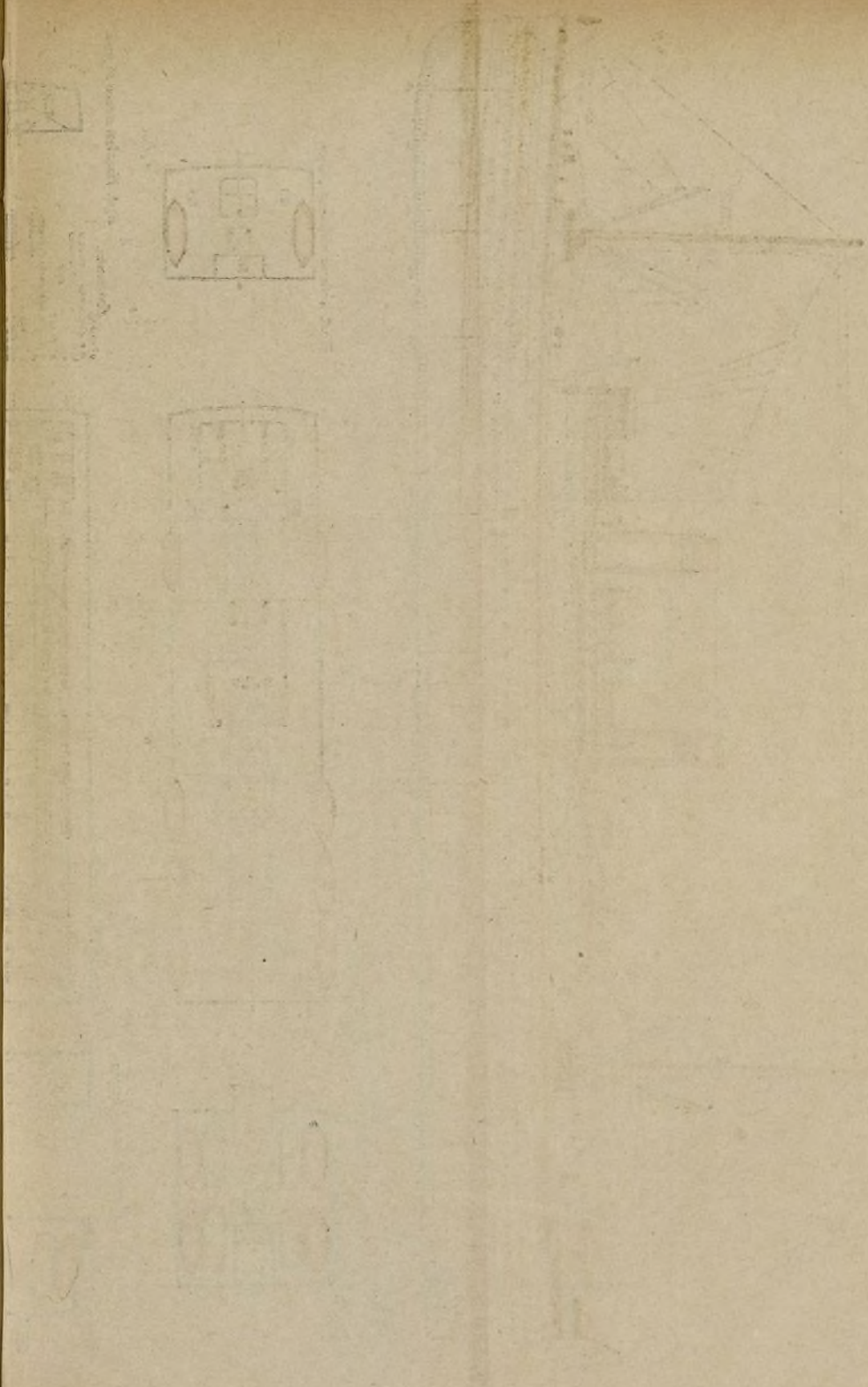


Fig. 7.—Disposición del bloque de empuje ajustable «Michell» aplicable para turbinas.

mo principal  $xy$  del bloque. Este borde se levanta para dar paso al lubricante, el cual, tan pronto como se encuentra bajo el bloque se halla sometido a una presión, esparciéndose en dirección de los otros tres







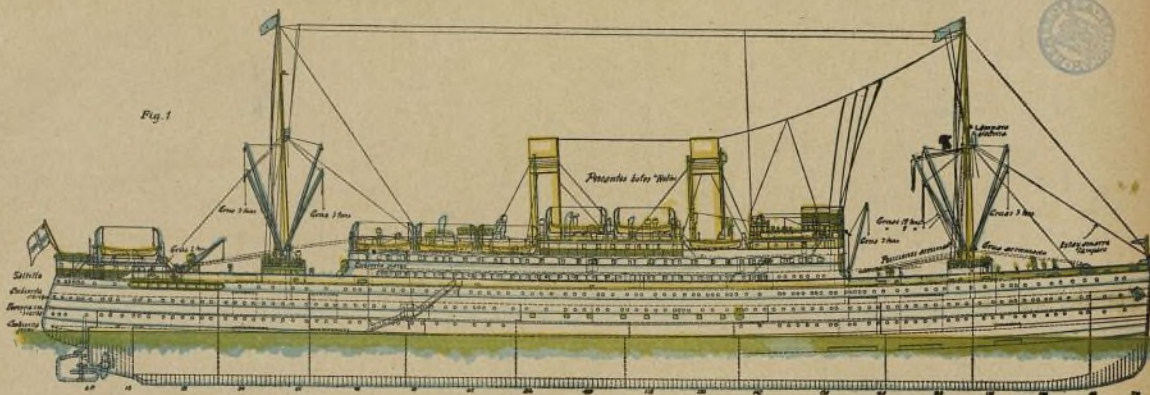


Fig. 1

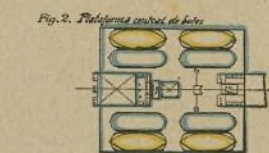


Fig. 2. *Platysma central de Soto*

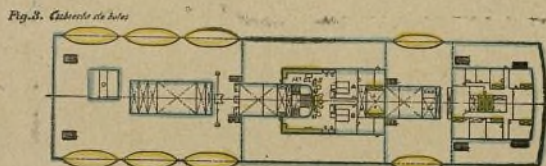


Fig. 3. Cubierta de buses

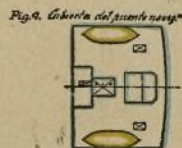


Fig. 9. *Colocata del punto nave*.



*Puente de cabrios de paja*

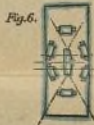


Fig. 6

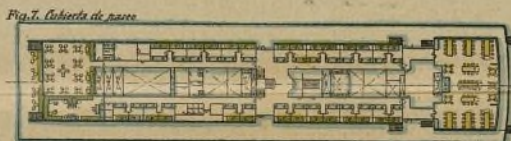
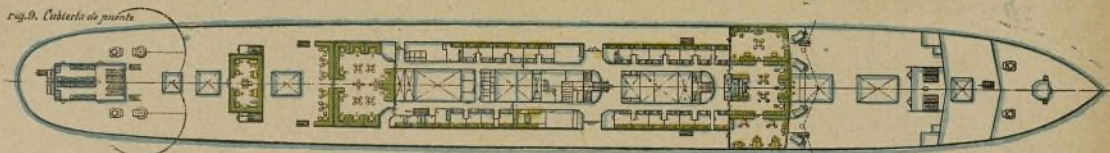


Fig. 7. *Cubierta de pasto*



Fig. 2. *Diagrama de calores de agua*

1<sup>st</sup> CLASS  
 A = *Camponotus* *inimicus*  
 B = " *inimicus*  
 C = " *inimicus*  
 2<sup>nd</sup> CLASS  
 A y C = *Camponotus* *inimicus*  
 B y D = " *inimicus*  
 3<sup>rd</sup> CLASS  
 A, D, E, H = " *inimicus*  
 B, C, F, G = " *inimicus*



reg.9. *Cubierta de muerte*

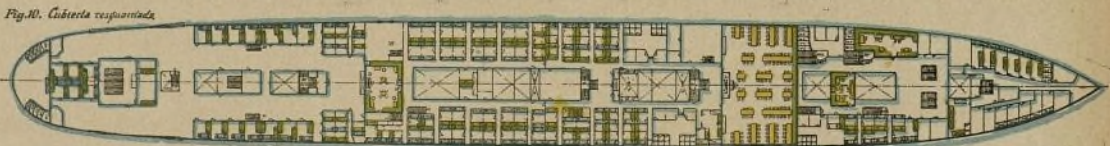


Fig. 10. Cubierta respaldada

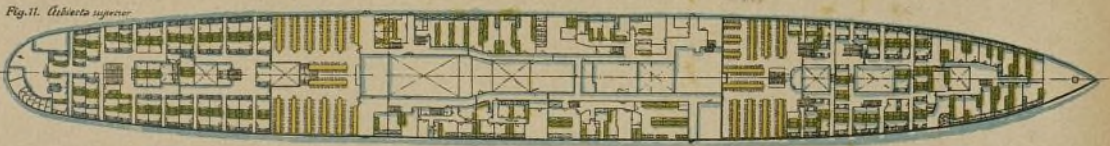


Fig. 11. *Anticlerus superciliosus*

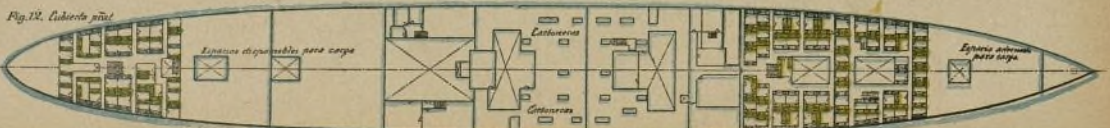
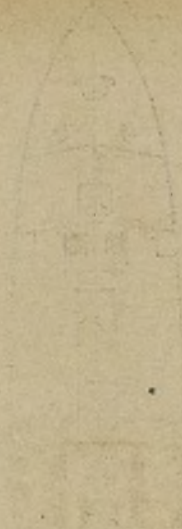
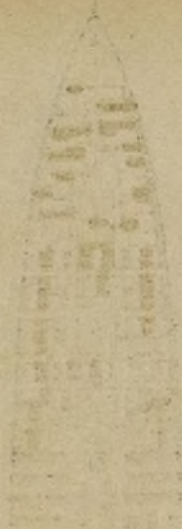
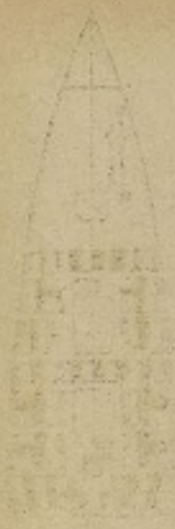


Fig. 12. *Cubierta pinal*





práct  
la su  
de al  
de ta  
incli  
vil q  
aceit

E  
los i  
jinet  
ques  
un c  
ellos  
auto  
por  
cons  
emp  
dilla  
que  
cent  
tivo  
que  
de c  
bue  
men  
de  
emp

de  
brit

con  
ma

N  
te  
M  
va  
de  
se  
la

in  
e  
l  
n  
c  
r  
l  
n  
E



práctica de este importante principio. En este modelo la superficie fija se halla subdividida en cierto número de almohadillas o bloques, cada uno de ellos pivotados de tal forma que puede oscilar libremente y tomar la inclinación necesaria con respecto a la superficie móvil que exija la velocidad, la carga y la viscosidad del aceite.

El número de almohadillas o bloques es variable; los industriales Broom y Wade, constructores del cojinete *Michell*, montan generalmente seis en sus bloques *standard* los que se apoyan uniformemente sobre un collar sencillo que gira con el árbol. Cada uno de ellos soporta una parte igual de la carga, recibiendo automáticamente la cantidad de lubricante necesaria por el hecho de poder el collar giratorio dar entrada constante al aceite por su borde delantero. El método empleado para la oscilación de estos bloques o almohadillas lo representamos en las figuras 3 y 4. Obsérvese que el punto giratorio se halla un poquito detrás del centro de cada almohadilla. Cada uno de estos dispositivos da resultados satisfactorios y aun en el caso de que se produjera un ligero aplastamiento en el punto de contacto, no influiría en manera apreciable sobre el buen funcionamiento del cojinete. Numerosos experimentos se han llevado a cabo con éxito, con el cojinete de empuje *Michell* en ambas direcciones. El collar de empuje queda loco sobre el árbol o eje en movimiento.

Broom y Wade probaron, hace poco, cierto número de los cojinetes que construyeron para el Almirantazgo británico, cuyos resultados fueron:

Carga . . . . .	9,060 kgs.
Presión sobre las almohadillas . . . . .	28 kgs. por cm <sup>2</sup> .
Velocidad . . . . .	460 r. p. m.
Coefficiente de frotamiento . . . . .	0,0015

Este cojinete tenía un eje de 190 mm. de diámetro con collar de 380 mm. de diámetro, de acero forjado macizo; seis almohadillas o bloques en la parte anterior

efectuaban el empuje delantero, mientras que otras seis, en la parte posterior, se hallaban dispuestas para recibir el empuje trasero. El collar giraba en un baño de aceite refrigerado por circulación de agua. No se produjo ningún calentamiento y como no hubo contacto metálico entre las almohadillas y el collar de empuje, no se observaron signos de desgaste.

Otros ensayos han demostrado que los bloques tipo *Michell* pueden soportar, con perfecta regularidad, cargas de 35 kgs por cm.<sup>2</sup> con una pérdida por frotamiento veinte veces menor que la de un empuje de tipo ordinario. Es más, se han practicado ensayos en los que la presión ha sido tan grande que el metal blanco se ha aplastado, y se comprobó que no hubo contacto metálico.

En las figuras 5 y 6 representamos un modelo de este cojinete de empuje, susceptible para bombas, engranajes y tornillos sin fin, etc.; va provisto de bloques o almohadillas para soportar el empuje en ambas direcciones; el collar de empuje va loco sobre el árbol, y se apoya sobre anillos colocados a cada lado, que permite girar ligeramente al dispositivo asegurando un soporte uniforme del collar sobre los bloques o almohadillas.

Sus constructores le atribuyen excelentes y numerosas cualidades, siendo las más importantes: su funcionamiento seguro a grandes velocidades, su potencia y su estructura compacta.

Los bloques de empuje son de acero forjado guardado de metal blanco, o de bronce de cañón pivotado en una línea, o de pivotes de acero en la parte posterior. El collar es de acero y los anillos de bronce fosforoso, todo contenido en un armazón de acero fundido.

No cabe duda alguna que se ha resuelto un importante problema. El desarrollo rápido de este modelo de cojinete de empuje y la realización de sus ventajas se demuestra por el interés que ha despertado en las academias y círculos científicos y técnicos mundiales.

ANGEL DE ARAMBURU Y GARCÍA.

## El vapor "Stavangerfjord" a dos hélices, para pasajeros

(VÉASE EL PLANO DE LA LÁMINA CENTRAL)

Para la Compañía de navegación noruega, «Det Norske Amerikalinje», de Christiania, ha sido recientemente botado al agua en los arsenales Birkenhead de Messrs. Cammell Laird and C.<sup>o</sup>, Limited, el buque de vapor a dos hélices «Stavangerfjord», notable tipo de la moderna arquitectura naval, algunas de cuyas secciones geométricas, reproducimos en las figuras de la lámina central de este número.

Este buque es de acero, y está construido bajo la inspección especial del Lloyd y de la Norske Veritas, en los que está clasificado respectivamente: 100 A1 y 1 A1, habiéndose sujetado a la vez a las prescripciones de la Convención Internacional de 1914. Las principales dimensiones son: longitud entre perpendiculares, 161,54 metros; manga sobre la línea de flotación, 19,51 m.; manga en la cubierta de abrigo, 12,34 m.; tonelaje bruto, 12,762 toneladas; velocidad, 17 millas. El buque tiene un doble fondo celular dividido en nu-

merosos compartimentos estancos y penoles a popa y a proa dispuestos como depósitos de agua fresca. A lo largo de las partes laterales del callejón del árbol motor está también aprovechado este espacio como grandes depósitos de agua. Dispone asimismo de un condensador para agua potable como reserva de abastecimiento para el caso que fuese necesario.

El «Stavangerfjord», tiene alojamiento para 88 plazas de primera clase, 330 de segunda y 912 de tercera, en camarotes situados en la siguiente forma:

Los camarotes para el pasaje de primera clase están situados en la cubierta superior; cada uno de estos camarotes contiene dos literas fijas y una litera sofá y en dos cámaras especiales existe una serie de cuartos de baño, para el servicio de esta clase, adyacentes a la sala de descanso situada en la cubierta de botes. En el elegante comedor de primera clase pueden sentarse hasta 100 personas alrededor de la mesa, estando de-



corado a base de caoba charolada y tafilete marroquí. El fumador, situado en la cubierta de paseo, contiene un artístico artesonado de nogal intercalado con notables pinturas representando paisajes noruegos. Al lado de estribor del fumador está situada la cámara de señoras, delicada y bellamente artesonada con rica madera incrustada, descolando entre los lujosos muebles que lo adornan, ricamente tapizados en seda, un piano de esta misma madera. Contiguo a estas dos cámaras, al fumador y la cámara de señoras, por la parte de popa, está el café.

Los camarotes de segunda clase están situados en el puente y cubiertas llamadas de abrigo, los cuales están dotados de dos y cuatro literas como puede verse en la planta objeto de la figura 10. En la misma cubierta está la gran cámara comedor capaz para 160 personas, artesonado y decorado en esmalte blanco, amueblado con sofás y sillas giratorias, de roble. El fumador de la segunda clase está establecido en la cubierta de puente (fig. 9), y su decorado artístico está ejecutado con predominio de madera de nogal. Al lado de popa del fumador está el café también decorado con exquisito gusto artístico. La sala de descanso de esta clase está esmaltada de blanco. Completan el lujoso servicio de este buque para los pasajeros de segunda clase, manteniendo siempre en su decorado el delicado gusto armonizado con la comodidad, de los ya descritos, la cámara de recreo para las señoras, situada contiguo al de descanso, por el lado de babor, y el de lectura por el lado de estribor.

El departamento destinado al pasaje de tercera clase ha sido objeto de una atención especial para dotarle de las mayores comodidades posibles. Los camarotes, espaciosos, tienen dos, cuatro y seis literas (figura 11) y están situados en las cubiertas principal, de resguardo y tercera cubierta. Los dos comedores de esta clase, uno a popa y otro a proa, están en la tercera cubierta; el primero tiene capacidad para 266 personas y el otro para 233. Su decorado es a base de pino, estando provistos de las mesas necesarias y sillas correspondientes que son giratorias. Existen dos fumadores de esta clase, uno en la cubierta del puente de popa y otro en la cubierta de abrigo, de proa, ambos decorados con esmaltado blanco.

Existen también dos salas de música para las señoras, una a popa y otra a proa, en la cubierta de abri-

go, con decorado de esmalte blanco.

Cuenta además el buque, con dos barberías, una en la cubierta del puente y otra en la de abrigo; hospitales para enfermedades infecciosas, que están situados en la cubierta del puente de popa y otros dos hospitales uno para mujeres y otro para hombres, en la tercera cubierta con gabinetes para los facultativos y otros para enfermeras. En la tercera cubierta en el centro del buque están los hornos de pan y cocinas, montados con los más modernos adelantos para este objeto. La conducción del servicio desde los hornos y cocinas al comedor de primera y al de oficiales, se hace eléctricamente. Todos los servicios domésticos para el capitán y oficiales están establecidos en la cubierta de botes con todas las comodidades apetecibles. Los departamentos de maquinistas están situados en la tercera cubierta, disponiendo también de todas las comodidades proporcionadas a la esplendidez, en general, de todas las instalaciones del buque y a la categoría de este personal. El sobrecargo, el contador y sus oficiales y las oficinas de este cuerpo de administración del buque, tienen sus habitaciones y servicios en la cubierta del puente. Las cámaras frigoríficas de las provisiones están situadas en las cubiertas principal e inferior, de proa.

La ventilación y calefacción del buque se verifica por el sistema «Thermotank». El alumbrado es eléctrico en todo el buque, consistiendo la instalación en tres juegos de motores y dinamos acopladas directamente, de 75 kilovatios cada una.

La maniobra de carga se efectúa por medio de grúas adosadas a los palos, de los cuales ocho, correspondientes al palo mayor, son de 3 toneladas; y sobre el palo trinquete, cuatro son de 3 toneladas, otras cuatro de 5 toneladas y una de 15 toneladas; además hay otras cuatro grúas de 3 toneladas colocadas en codastes Sampson en el extremo de proa del puente. Las grúas están construidas con tubos de acero y disponen de poleas y transmisiones de extraordinaria resistencia. Existen dos cabrias de vapor para maniobrar los botes salvavidas. Estos son de gran capacidad, conduciendo el buque los suficientes para todo el pasaje y tripulación, estando situados bajo pescantes Welin. La instalación de telegrafía sin hilos es de la Compañía Marconi. La transmisión de maniobra del timón, del sistema Wilson-Pirie está colocada en el crucero de popa.

## Detector electrolítico sin fuerza electromotriz auxiliar

Para sensibilizar el detector electrolítico, es decir, hacerle capaz de descubrir las ondas hertzianas más débiles, es necesario como se sabe, aplicar a sus bornes una fuente eléctrica cuya tensión rigurosamente regulada debe ser extremadamente próxima a la *tensión crítica* que provoca la electrolisis del baño acidulado en el cual están sumergidos los dos electrodos. Esta fuente eléctrica que se puede suponer debe secundar las ondas para engendrar el sonido revelador en los receptores telefónicos habría parecido indispensable si, desde hace algunos años, no se hubiese introducido en la radiotécnica, el uso de los detectores de cristales, capaces de descubrir las ondas con una gran sensibili-

dad, sin la ayuda de energía eléctrica auxiliar alguna.

Desde entonces, según Paul Jegou autor de este artículo publicado en la *Revue Générale des Sciences*, pareció racional e interesante investigar si el detector electrolítico podría también descubrir las ondas por sí mismo. El interés de este problema nos parece doble: de una parte, en efecto, si puede creerse que el detector electrolítico sea muy sensible sin fuente eléctrica auxiliar, éste presentará sobre los cristales la ventaja de la robustez, de la regularidad y de la *inregularización*; por otra parte (bajo esta forma puede ser más concreto) se puede esperar volver algo



más tangibles, aunque sea poco, los fenómenos en cierto modo misteriosos, puestos en juego en los detectores de cristales.

En 1909, en el Congreso de la Asociación francesa para el progreso de las Ciencias, que se celebró en Lille, se propuso un detector electrolítico capaz de descubrir con sensibilidad las ondas, sin ayuda de una fuente eléctrica auxiliar. Este detector no difiere de los ordinarios sino en el electrodo *inactivo* que es una amalgama de estaño. Como ya entonces indicó Jegou, esta amalgama no es sino una selección juiciosa hecha entre los metales poco o nada atacados por el electrolito y susceptibles, desde entonces, de emplearse para formar el electrodo inactivo. Al contacto de estos metales nace evidentemente una ligera fuerza electromotriz interior, susceptible de sensibilizar más o menos la célula electrolítica y con una constancia más o menos grande, según el metal empleado (polarización del elemento así formado).

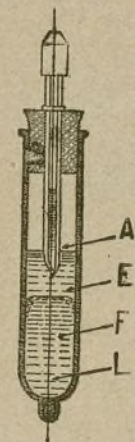


Fig. 1.—Detector electrolítico sin fuerza electromotriz auxiliar.

A, punto sensible; E, ácido sulfúrico; F, amalgama de zinc; L, electrodo de platino.

Con el detector de electrodo inactivo constituido por una amalgama de estaño, se han obtenido detectores muy sensibles, tanto que funcionan con pila, pero la constancia de esta sensibilidad es a veces muy precaria. Esto es por lo que Jegou reemprendió sus investigaciones que han logrado poner en evidencia las propiedades notablemente ventajosas y casi desatendidas de la amalgama de cinc, que produce una sensibilidad superior al detector electrolítico ordinario y perfectamente *invariable*. Con este detector (figura 1) los sonidos recogidos en los receptores son claros y favorables a la recepción de las series de ondas musicales.

Para explicar el funcionamiento de estos detectores importa hacer notar que la ligera fuerza electromotriz interior de la célula electrolítica así formada, es tal que el polo positivo de este pequeño elemento está constituido por el punto sensible, puesto que la amalgama, atacada muy ligeramente por el electrolito, forma evidentemente el polo negativo. En el interior de este elemento, la corriente vá pues de la amalgama hacia el punto sensible o activo, el cual es atravesado por una corriente de sentido inverso al que se le aplica cuando empleándolo como detector ordinario, se le une al polo positivo de la fuente auxiliar.

En esta diferencia esencial reside precisamente todo el secreto de la sensibilidad, que es entonces fácil de explicar.

Es además interesante considerar, en un detector electrolítico, dos clases de tensión crítica: la tensión crítica *anódica* (punto activo como ánodo) que es la que se considera generalmente, y la tensión crítica *catódica* (punto activo como cátodo), que excita la electrolisis del electrolito cuando se aplica el polo

negativo de la fuente sobre el electrodo sensible.

Los valores de estas tensiones críticas varían según los metales que constituyen el electrodo *inactivo* del detector y también con el electrolito escogido; los

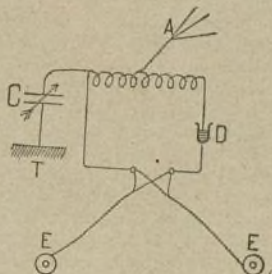


Fig. 2.—Esquema simplificado de un receptor con el detector sin pila. A, antena; C, condensador de antena; T, tierra; D, detector electrolítico sin pila; E, receptores.

números que se obtienen entonces, explican perfectamente el que, en el detector sin pila, de Jegou, se realice precisamente el detector cuya tensión crítica *catódica* es igual a la fuerza electromotriz del elemento así formado.

La polarización integral de esta célula electrolítica en estado normal impide el aumento de gasto lo que explica su larga duración sin haber necesidad de renovar la amalgama. Las ondas solas, pasando, despolarizan el electrodo activo y provocan el paso de la co-

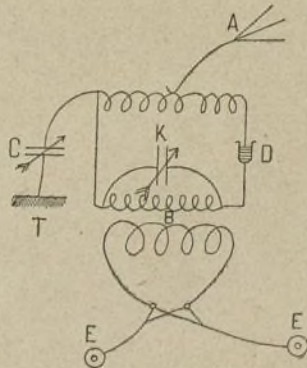


Fig. 3.—Receptor con bobina transformatriz especial B. K, condensador de resonancia de las series de ondas musicales. Las demás letras como en la figura 2.

rriente descubridora que engendra el sonido de las series de ondas en los receptores directamente acoplados con el detector; los montajes de recepción se han simplificado así particularmente (fig. 2).

Se puede además hacer uso ventajosamente de la bobina transformatriz especial de Jegou (fig. 3) y hacer resaltar los efectos de resonancia secundarios, preciosos para la selección de las emisiones musicales.



## Nuevos procedimientos en la fabricación del coque

### Horno de regeneradores sin inversión de llamas

Antes de entrar en los detalles de construcción del nuevo horno con regeneradores, séanos permitido recordar las consideraciones que han sido el punto de partida de la disposición del mismo horno.

Desde hace muchos años, se conocen los principios de construcción que deben observarse para la instalación de hornos de regeneración y así mismo es sabido que los diversos sistemas de hornos empleados hasta el presente para la fabricación del coque no han permitido todavía evitar de una manera perfecta las dificultades que resultan de la aplicación de la regeneración.

Las reglas principales dadas por todas las obras que tratan de hornos de regeneración son, en resumen, las siguientes:

1.º Al objeto de una distribución conveniente del calor, es necesario que el caldeo sea uniforme y constante en toda la anchura del horno.

2.º Para evitar toda reentrada de gas quemado en las cámaras de cocción se debe impedir toda sobrepresión en la chimenea de caldeo.

3.º La circulación de los gases calientes debe ser lo más reducida posible.

La mayor parte de los sistemas de hornos conocidos hasta el presente, no responden a estas condiciones, sobre todo en lo que concierne a la uniformidad del caldeo y la sobrepresión en las chimeneas. Por lo demás, el extracto siguiente de un estudio publicado estos últimos años, lo demuestra claramente:

«El inconveniente por lo general reconocido del caldeo con cámaras de regeneración, consiste en la reversibilidad misma. En otros términos, el caldeo directo de uno de los lados, y el caldeo indirecto del otro, de donde resultan diferencias repetidas y muy notables en la temperatura y el tiro; este inconveniente prevalece hasta el presente en todos los sistemas de hornos de coque, actualmente más extendidos. Se ha reconocido cuán importante es mantener la temperatura de las paredes lo más uniforme posible sobre toda su anchura, pero en ninguno de los sistemas de hornos se ha realizado esta condición. Así mismo, en las construcciones que tienen una subdivisión más o menos grande de paredes en secciones de caldeo, la suma de las secciones calentadas directamente, permanece siempre igual a la suma de las secciones calentadas indirectamente y permanece siempre igual a la suma de las secciones calentadas indirectamente. Nunca queda, pues, expuesta a las llamas más que la mitad del horno.

La gran variación en la coquefacción no está suprimida; lo mismo sucede con las condiciones de tiro, que varían cada media hora en las chimeneas, así como el extremo cansancio de la obra de fábrica debido a las fuertes diferencias de temperatura inevitables por consecuencia de las inversiones periódicas de los gases.»

Todos estos defectos conocidos, cuya acción desfavorable se explicará más adelante, han conducido después de la construcción de un gran número de hornos con regeneradores, al sistema de horno de quemadores subterráneos calentado sobre toda su longitud. En

este último, las ventajas preciosas de la economía del caldeo con regeneradores han sido completamente sacrificadas. Durante algunos años estos hornos se han aplicado exclusivamente, hasta el momento en que la idea del caldeo con regeneradores se ha vuelto a adoptar, aplicándola un gran número de casas a la construcción de hornos.

Ninguna de estas construcciones ha podido suprimir los inconvenientes del caldeo alternativo. La mayor parte están dispuestos de tal manera, que a despecho del principio de la circulación lo más reducida en el horno, las paredes están divididas en varias secciones de combustión, calentadas alternativamente cada media hora. «La suma de las secciones calentadas directamente permanece, pues, siempre igual a la suma de las secciones calentadas indirectamente.»

Los inconvenientes que resultan de este sistema de caldeo, se explican de la manera siguiente:

En primer lugar, es claro, que las partes del horno expuestas directamente a la llama han de soportar una temperatura esencialmente superior que las que están en contacto con los gases ya notablemente enfriados durante su recorrido en el horno. Las inversiones de media en media hora producen variaciones de temperatura que tienen por consecuencia *irregularidades en la cocción* al mismo tiempo que un *cansancio considerable de la obra de fábrica*.

Sin embargo, el mayor inconveniente existe en el hecho de que las variaciones de temperatura están forzosamente acompañadas de *fuertes variaciones de presión*. Es cierto que en la parte de las chimeneas que recibe el gas bajo presión debe existir una sobrepresión, mientras que en la otra parte atravesada por los gases quemados debe haber una depresión producida por el tiro de la chimenea. Durante el período siguiente, las condiciones de presión son inversas de las precedentes. Las secciones precedentemente bajo presión se encuentran mantenidas en depresión. Como de un modo general es imposible mantener en las paredes de los hornos un estancamiento perfecto, resulta que esta dificultad es todavía más pronunciada en el caso de los hornos de caldeo alternativo, debido a que las variaciones de temperatura que le acompañan producen de una manera continua dilataciones de la albañilería seguidas de contracción. Estos movimientos inevitables no pueden sino acrecentar los *defectos de estancamiento de las paredes*. De un lado se produce pues en las partes de las chimeneas bajo presión, un retroceso de gas de la cámara de cocción en las chimeneas en depresión. Estos *escapes de gas* que se ha tratado de suprimir de todas las maneras posibles, hasta revestir las juntas de las chimeneas por medio de carburandum, producen en el primer caso una disminución de la calidad del gas y, por consecuencia, una *pérdida en el rendimiento en subproductos*; en el segundo caso equivale a una pérdida directa de gas de destilación. Esta consideración tiene la mayor importancia, sobre todo hoy día, en que se debe unir el mayor valor a la cantidad y a la calidad de los subproductos que constituyen el verdadero factor de beneficios en las instalaciones de hornos de coque.



Todas las desventajas señaladas precedentemente y que existen en las construcciones conocidas de hornos de regeneradores, quedan totalmente suprimidas en nuestro horno cuya construcción garantiza una uniformidad perfecta de las presiones de los gases y del aire sobre toda la longitud de las cámaras. Así se realizan las condiciones primordiales, al objeto del reparto uniforme y abundante del calor en las paredes del horno. Además, por la supresión de la inversión de llamas, la temperatura de todas las paredes permanece constante, de suerte que los defectos de estancamiento son imposibles y los escapes de gas de las chimeneas en la cámara de cocción e inversión se evitan por completo.

Una segunda ventaja esencial de nuestro horno consiste en el camino más corto que recorren los gases calientes a lo largo de las paredes que han de calentarse. Esto permite aumentar la altura de las cámaras de cocción sin influenciar desfavorablemente la estabilidad de los pilares así que la intensidad de la cocción se produzca uniformemente sobre toda la altura. La destilación de una cantidad determinada de carbón necesita pues un número más reducido de hornos, lo que se traduce en una economía apreciable tanto desde el punto de vista de los gastos de instalación como de los gastos de vigilancia.

Conviene añadir todavía que el Dr. Otto Dahlhausen, ha llegado, después de diversos experimentos, a las conclusiones siguientes:

1.º «El gas de hornos de coque, obtenido lo más puro posible, da, quemándolo con el aire ordinario, temperaturas superiores a las necesarias para la coquefacción. Es necesario solamente tener cuidado de no forzar el escape prematuro de las calorías, es decir, asegurar en las chimeneas las velocidades de gas, reducidas».

2.º «Es de desear poder pasar de la inversión y de la segunda chimenea de partida.»

«Para obtener el gas de hornos de coque lo más puro posible, es necesario que el paso de los productos de combustión sea lo más corto posible. Esto se verifica cuando el desprendimiento de los gases quemados así como la combustión misma tiene lugar sobre toda la longitud del horno.»

Estas exigencias forman, en suma, el principio del sistema que preconizamos, al que responde nuestro horno de la manera más perfecta.

Antes de hacer la descripción de la circulación del gas con ayuda de los planos, deseamos dar a conocer algunos perfeccionamientos en lo que concierne a la construcción.

En primer lugar el horno se distingue por su *construcción estable* y sólida que asegura una gran duración. En segundo lugar hemos creado el *canal compensador de presión* como colector de gas. Los motivos que nos han conducido a esta nueva disposición de las llegadas de los gases son las siguientes:

En la construcción de los hornos de llamas perdidas que, por consecuencia del mismo sistema de caldeo uniforme sobre toda la longitud, pueden entrar en comparación, las dificultades se presentan relativamente a la llegada del gas y del aire, en el sentido de que no es fácil conducir a cada uno de los quemadores una misma cantidad de gas. Este último llega a la chimenea de gas relativamente estrecha la cual está provista de quemadores. La presión, ya muy débil, dismi-

nuye de un quemador al siguiente, de suerte que en la parte anterior del horno, donde la presión es todavía suficiente, la velocidad del gas es la más elevada, para disminuir progresivamente hasta el otro extremo. Lo mismo ocurre con el aire. Todas estas dificultades, que hacían absolutamente imposible el caldeo uniforme de los pilares, han dado lugar a un cierto número de métodos, al objeto de conducirlos.

Así, ciertas construcciones tienen los registros en la parte superior de las chimeneas, para poder regular la pérdida de tiro; así mismo se han utilizado los quemadores desmontables, al objeto de su regulación, mientras que para el aire se han limitado a regularlo por medio de un gran registro cónico a la entrada. Otras construcciones tienen las llegadas de gas por grupos, a fin de equilibrar la presión en los quemadores de cada uno de estos grupos.

Todos estos dispositivos no han dado los resultados deseados. La regulación de los hornos era imperfecta y el caldeo más o menos bueno, lo que hacía aparecer en la pared y sobre todo hacia los extremos, bandas oscuras.

Estos inconvenientes se evitan completamente con esta nueva construcción.

El gas no llega directamente de la conducción principal a los quemadores, sino que pasa por una serie de tubos de comunicación desmontables, del colector de gas al canal compensador, cuya sección es sensiblemente superior a la del colector de gas. En este canal compensador existe una presión perfectamente uniforme sobre toda la longitud, y este canal alimenta los diferentes tubos de los quemadores. En éstos últimos la velocidad es uniforme, lo que quiere decir que la cantidad de calor enviado a cada chimenea es la misma. La consecuencia se traduce por un «caldeo absolutamente uniforme de la pared sobre toda la longitud; una producción de llamas muy regulares y una combustión perfecta».

Lo mismo se verifica con el aire necesario a la combustión, el cual pasa igualmente por un canal compensador de presión. Es pues, posible, obtener la misma velocidad de salida del aire, en cada una de las aberturas de salida y distribuir a cada quemador la cantidad estrictamente necesaria.

Los tubos de regulación que pueden montarse y desmontarse sin ninguna dificultad, se componen de piezas en forma de placas provistas de aberturas de dimensiones variables. La variación de la sección de paso a un punto determinado, se opera reemplazando simplemente los tubos de regulación los cuales están colocados en huecos apropiados, lo que permite transportar un tubo por debajo de los otros sin desordenarlos.

Los tubos de forma análoga pero de mayores dimensiones, se utilizan para regular el paso de los gases quemados en el colector superior. Hasta el presente se han empleado a este efecto pequeños registros desplazados a través de una abertura en la parte superior de los pilares, con objeto de la regulación necesaria. Es claro que el empleo de nuestros tubos es mucho más sencillo, permite una regulación más cuidadosa, y evita las pérdidas de calor por la supresión de las aberturas en el abovedado.

Debajo de cada cámara se halla una cámara de regeneración que ocupa solamente la mitad de la longi-



tud de aquélla, al lado del deshornador. Un poco lateralmente debajo del eje del horno, del lado del aire de coque, existe una galería de acceso. El funcionamiento de los regeneradores se explica de la manera más sen-

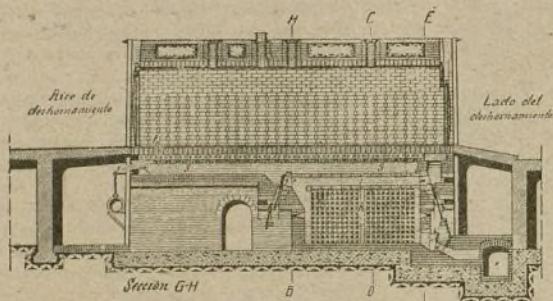


Fig. 1. — Sección por la cámara de cocción.

cilla, suponiendo que los numerados, por ejemplo por los números impares, 1, 3, 5, etc., sean atravesados por los gases quemados y se encuentran por consecuencia en período de recaldo, mientras que los numerados 2, 4, 6, etc., sirven para el recaldo del aire. Cada media hora la posición de los registros ya antes descritos, se invierte, y entonces el aire frío pasa por las cámaras impares de recalentamiento, mientras que los gases quemados sirven durante este período para elevar la temperatura de las cámaras pares. Cada cámara caliente recibe el aire por dos pilares mientras que cada cámara fría recibe los gases quemados igualmente de dos pilares. La circulación de los gases y del aire ya la hemos descrito.

La inversión inherente al principio de la regeneración se limita aquí a los regeneradores. El colector colocado encima de cada cámara puede estar cerrado por cada lado por dos registros, uno de los cuales se encuentra en la posición de cierre, mientras el otro está abierto y viceversa.

Los dos registros contruidos con materiales apropiados, están accionados por dos árboles dispuestos a todo lo largo debajo de la batería de hornos. Cada uno de los registros está conducido por un astil fijado a una cadena de Galle que pasa sobre una rueda dentada colocada sobre dicho árbol. Según el movimiento, el registro asciende o desciende. Siendo dado que el mismo número de registros se encuentra en las posiciones superiores e inferiores, es fácil operar la inversión por medio de una cabria que accione positivamente los dos árboles y pueda manejarse a mano sin dificultad. El mismo árbol acciona por otra parte un segundo registro de fundición instalado en el deshornador, donde se halla dispuesto el primero por la chimenea. Este registro tiene por objeto abrir el orificio de entrada del aire frío y cerrar la comunicación del regenerador con la chimenea, y viceversa según que aquél deba recibir el aire o los gases quemados.

Según lo que precede, la construcción del horno es la siguiente:

La figura 1 representa una sección del horno de

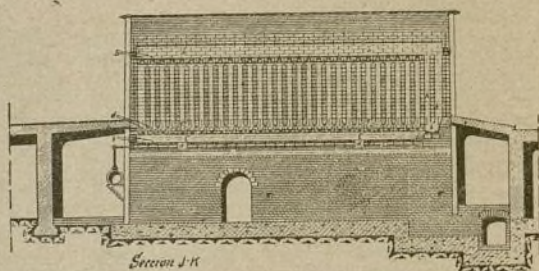


Fig. 2. — Sección por las chimeneas.

coque por la cámara de cocción y el regenerador; la figura 2 es un corte por un pilar y el colector de gas; la figura 3, da un cierto número de secciones por los puntos señalados. El gas entra en el canal *a* (fig. 2),

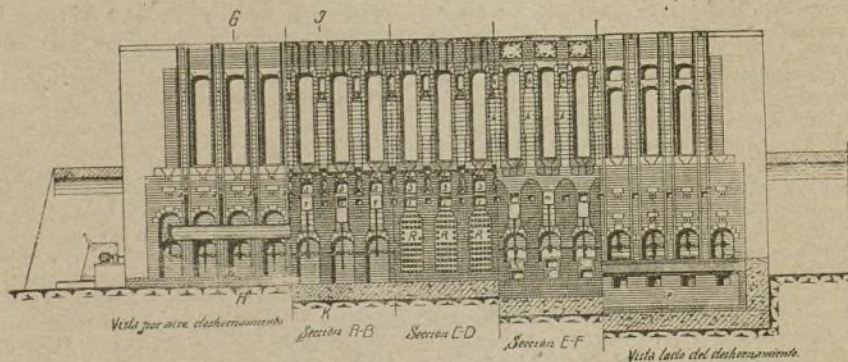


Fig. 3.



establecido debajo del horno sobre toda su longitud. Por una serie de tubos amovibles *b* el gas pasa al colector compensador *c* en el cual toma una presión uniforme en todas las partes debido a la regulación de los tubos *b*. Este colector compensador lleva en la parte superior un cierto número de orificios que se encuentran exactamente debajo de las chimeneas verticales y se cierran con dos placas con tubos *d* de igual sección. Un poco más arriba de estas placas, se abren las entradas de aire *e*, en número de dos por cada orificio de gas, a fin de evitar la producción de llamas de soplete. El gas llega por los tubos a las cámaras de combustión en volumen igual para todas las aberturas. El aire previamente recalentado, sale por las aberturas *e* y produce la combustión. Como este aire pasa por un colector compensador *f* resulta que la velocidad de paso es la misma en todos los orificios.

La facultad de poder regular las velocidades del gas y del aire en cada uno de los quemadores, combinada con la regulación simultánea de la salida del gas a cualquier punto bajo las chimeneas de combustión, es lo que permite únicamente llegar a la uniformidad de caldas de la pared entera. Esta última regulación se obtiene por los tubos amovibles *g*, antes que los gases calientes se viertan en el colector horizontal *h*.

Los gases calientes atraviesan este canal horizontal *h* para descender por las dos últimas chimeneas *k*. Siguiendo el período de marcha del regenerador, encuentran el registro *m* (véase fig. 1), sea cerrado, sea abierto. En este último caso, atraviesan el canal horizontal *h* para pasar al regenerador *r* y ganar la chimenea por la abertura *o* del registro *n*.

Según la misma figura 1, se puede comprender igualmente la circulación del aire.

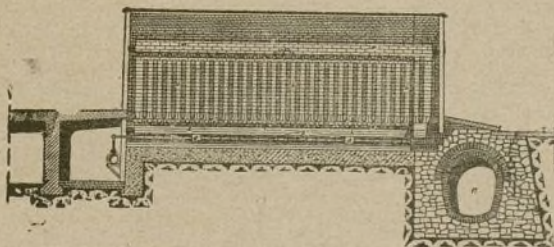


Fig. 5.— Sección por las chimeneas.

La cámara de regeneración inmediata a la que está en funcionamiento, como se ha descrito ya antes, sirve durante este mismo período para el recaldo del aire. En estas condiciones, el registro *n* cierra el acceso al canal de humo dejando libre la abertura de entrada de aire. El registro *m* está cerrado en tanto que el registro *q* está abierto.

El aire frío entra en el regenerador y pasa directamente por la abertura *r* del registro *q* al canal *s* establecido por debajo de toda la longitud del horno. Por lo tanto, el aire pasa por los tubos regulables *t* al co-

lector compensador *f*, y de allí pasa a mezclarse al gas por las aberturas *e*.

La figura 3 muestra desde luego la vista del horno, del lado del aire de coque; la sección A—B permite hacerse cargo de las chimeneas de gas y de aire, mientras que la sección C—D representa el regenerador cortado. La sección E—F pone a la vista el canal horizontal *h* y las dos chimeneas de descenso del gas que-

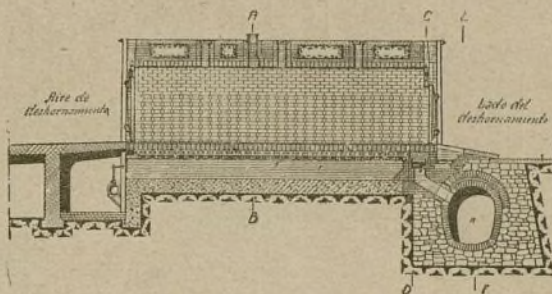


Fig. 4.— Sección por la cámara de cocción.

mado *k*. Es fácil reconocer que las secciones se han escogido de tal manera que las corrientes gaseosas, al descender por las chimeneas *k*, se reúnan para trasladarse las dos al canal *l* dispuesto por debajo de cada grupo de dos chimeneas, que conduce a los regeneradores. En último lugar, esta figura muestra los hornos del lado del deshornador.

### Horno de coque de llamas perdidas

Después de haber descrito en detalles el horno de regeneradores, no es posible hablar del horno de llamas perdidas sin repetir lo que ya se ha dicho. Este horno es análogo en todas sus partes al horno de regeneradores. Bastará, pues, que nos limitemos a la descripción de su funcionamiento.

La figura 4 muestra la sección del horno por la cámara de cocción con los tubos subterráneos de aire. La figura 5, da una sección longitudinal a través de los pilares, mostrando las chimeneas verticales y el canal del gas. Por último, la figura 6, comprende diferentes cortes transversales pasando por los puntos indicados por las letras.

La introducción de gas se hace exactamente como en el horno de regeneradores por el canal *a* colocado debajo del horno sobre toda su longitud (véase

fig. 5). Una serie de tubos amovibles *b* sirve para el paso del gas al colector compensador de presión *c* en el cual se establece en todos los puntos una presión uniforme, gracias a la regularización de los tubos *b*.

En consecuencia, el gas atraviesa las placas de tubos *d* dispuestas sobre toda la longitud del canal con la misma sección, para llegar a la cámara de combustión y las chimeneas.

El aire penetra de la galería principal en estado frío en el canal de distribución *f* pasando por el registro de regulación *e* (fig. 4). Atraviesa los tubos regu-



lables *g* para llegar al colector compensador *h* y por consecuencia a los quemadores recorriendo las chimeneas *i*.

La regulación de las velocidades de salida de gas

sirven para el descenso de los gases quemados que se quedan por lo tanto en el canal de humo *n*.

El tiro es regulable separadamente para cada uno de los pilares por medio de registros refractarios *o*.

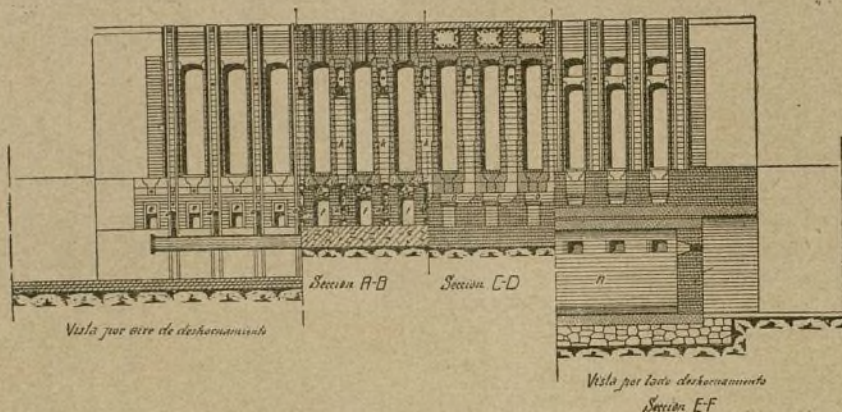


Fig. 6.

de las chimeneas verticales, se verifica por medio de tubos *l* dispuestos sobre el suelo del canal horizontal *m*, es decir, de la misma manera que en el horno de regeneradores. Las dos últimas chimeneas verticales,

El horno de llamas perdidas funciona en las mismas condiciones que el horno de regeneradores, y por consecuencia posee las mismas ventajas.

HENRY THIRY.

## La Bakelita

Si se hace obrar el fenol o el cresol sobre el formaldehído, se forma según las condiciones en las cuales tiene lugar la reacción, diversos productos resinosos a los cuales los numerosos experimentadores que han estudiado esta cuestión han dado los nombres de bakelita, resinita, condensita, etc. El Dr. Baekeland obra en un medio alcalino; de todos los procedimientos ensayados, es éste el que da mejores resultados prácticos. El producto así obtenido es plástico: calentado entre 120 y 200°, en autoclave, bajo una presión de aire o de ácido carbónico, de 10 atmósferas aproximadamente, se transforma en materia dura de aspecto ambarino, transparente en ciertas variedades. Este caldeo en autoclave es lo que constituye la novedad del procedimiento, pues verificando el caldeo en otra forma se obtiene una masa porosa llena de venteaduras y por consecuencia inutilizable. En general, la bakelita no se emplea en estado puro; su precio elevado limita desde luego su utilización. Se la mezcla antes de calentarla, con cuerpos fibrosos como la celulosa, amianto, etc. De esta manera se han fabricado cuadros de distribución de corriente eléctrica que reemplazan ventajosamente los de mármol y pizarra.

Los ácidos obran de una manera análoga al caldeo para el endurecimiento de la bakelita; si a la masa plástica se adiciona un poco de ácido clorhídrico, se espesa y se calienta; durante este tiempo se la puede manipular; finalmente forma una masa dura muy homogénea. Esta propiedad se aprovecha para la reproducción de clichés para periódicos.

La bakelita posee muchas propiedades; la bakelita C se presenta bajo el aspecto de una masa incolora o

amarillo claro, de peso específico 1,25, siendo este cuerpo muy mal conductor de la electricidad y del calor; es un excelente aislador, muy poco sensible a las acciones mecánicas. En estado puro, carece de elasticidad. Se le puede calentar a 300° sin descomponerse; no es higroscópico, ni atacable por los productos químicos, el bromo, ácidos sulfúrico y nítrico, exceptuando cuando se hallan en ebullición. Ciertas calidades de la bakelita resisten más o menos bien a los álcalis.

Se pueden hacer de bakelita todos los objetos para los que se emplea el celuloide. Su utilización como aislador eléctrico ha dado muy buenos resultados; su plasticidad antes de calentarla permite hacerla penetrar en las más pequeñas cavidades. En estado plástico se la puede mezclar con arena o con amianto; de esta manera se obtiene una pasta con la cual se pueden revestir los tubos mecánicos que se hallan así al abrigo de corrosiones por los productos químicos. Se han construido también bolas de billar, de bakelita; estas bolas son insensibles a la humedad y a la temperatura, ventajas que no presentan las bolas de marfil. Se fabrican botones de bakelita y esta industria está en pleno desarrollo en otros países. Para las fábricas de productos químicos, se construyen tubos de papel barnizado con bakelita; estos tubos son muy duros y pueden trabajarse, atornillándolos exactamente lo mismo que tubos de hierro. Antes de calentarse, la bakelita es soluble en el alcohol; se prepara de esta manera un excelente barniz para metales, para cubrir el bobinado de aparatos eléctricos; es un barniz antiséptico que se emplea con éxito para revestir y enlucir las paredes de los hospitales, cafés, cervecerías, establecimientos públicos, etc.



## Las lámparas eléctricas de incandescencia <sup>(1)</sup>

### Construcción de una bombilla moderna de incandescencia (filamento metálico)

El taller de preparación: Un obrero corta en fragmentos de igual longitud (algunos centímetros), un tubo de cristal blanco (fig. 3, a); otro obrero corta así mismo una barrita de cristal en fragmentos más largos (fig. 3, b). Al lado, una máquina conducida por un tercer obrero, secciona hilo de cobre, en fragmentos iguales. Una segunda máquina corta también en trozos

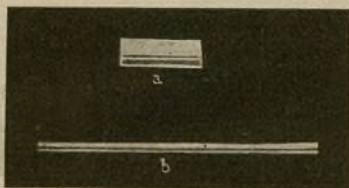


Fig. 3.—Primeras materias del pie de una lámpara de filamento metálico: a) fragmento de un tubo de vidrio; b) fragmento de una barrita de vidrio.

iguales de longitud tres veces menor que la del cobre, hilo de níquel que le proporciona una bobina; la máquina aplana y tuerce en forma de gancho uno de los extremos de cada fragmento de níquel. En fin, una tercera máquina corta un hilo de platino en minúsculos trozos (4 mm.). Cada máquina, al mismo tiempo que corta, cuenta los fragmentos, que reúne en recipientes apropiados. El encargado de cada máquina, recoge en paquetes de 20 los hilos de cobre y los reúne rápidamente en un haz único. He aquí, pues, la materia primera, cortada en cantidades y longitudes convenientes.

Los hilos de cobre son confiados a una obrera que



Fig. 4. — Elementos de los conductores que llevan la corriente a la lámpara.

esparce desde luego en abanico, los elementos de un haz; después, por medio de un soplete y de unas pinzas, suelda en el extremo de cada hilo de cobre una barrita de platino; cuando el abanico está ya completo, suelda al extremo libre de cada hilo de platino el de un hilo de níquel, no terminado en gancho aplanado.

El conductor, así formado de tres metales, conducirá más tarde la corriente al filamento encerrado en la bombilla. El fragmento o barrita de platino intermedio (fig. 4) permite la soldadura del conductor al cristal.

Los tubos de cristal (fig. 3, a) de 28 mm. por ejemplo, para un tipo determinado de bombilla, están confiados a una máquina que los bordea y ensancha rápi-



Fig. 5.—El tubo de vidrio de la figura 3 (a) ensanchado y ribeteado regularmente por una máquina. Ciertas máquinas pueden tratar así 5.000 tubos diariamente.



Fig. 6.—La barrita de cristal de la figura 3 (b) una vez hecha la perla.

damente uno de sus extremos. Cada fragmento es tomado por la máquina y sometido a un soplete, el cual ribetea un extremo y lo reblandece lo bastante para que con una vuelta de la mano, la obrera armada de un punzón especial, ensanche exactamente el extremo así orillado y reblandecido. Como el tubo se mantiene durante toda la operación en rotación constante, el ensanchamiento es perfectamente regular (fig. 5).

Estas máquinas pueden orillar de 2.400 a 5.000 tubos por día gastando solo 1/10 de caballo.

Las varillas de cristal llenas (fig. 3, b), se envían a la máquina de hacer la perla. Esta transporta la varilla manteniéndola en rotación alrededor de su eje, a la llama de un soplete que la reblandece, cerca de un extremo y después la comprime en la dirección del eje, de manera que se produzca una bolita o perla muy regular (fig. 6). La varilla se enfria en seguida automáticamente y es arrojada a un cesto apropiado. La obrera no tiene que atender, pues, más que a la máquina. Dos golpes de cuchillo limitan la longitud de la varilla de la perla, la cual se encuentra entonces a las distancias necesarias de los dos extremos.

Dos hilos conductores (fig. 4), un tubo ensanchado (fig. 5) y una varilla con perla (fig. 6), son confiados en seguida a una sola máquina más adecuada que las precedentes y que asocia estos tres elementos para fabricar el pie o soporte del filamento. Una obrera dispone tal como los representa la figura 7, los elemen-



Fig. 7. — Disposición respectiva del tubo ribeteado y ensanchado (fig. 5), de los dos hilos conductores (fig. 4) y de la barrita con la perla (fig. 6), tal como es confiada a la máquina de hacer el pie.

(1) Véase el artículo *Las lámparas eléctricas de incandescencia*, (páginas 337 a 341).



tos indicados; desde este momento, la máquina opera sola: el tubo se calienta y reblandece; después se estira y aplasta convenientemente para recibir en la masa de cristal que se ha vuelto pastosa, las partes de los conductores formadas con platino, así como la extremidad igualmente reblandecida de la varilla de cristal. La obrera no hace sino cargar la máquina. Un juego de 12 sopletes, diversamente distribuidos, basta para las operaciones.



Fig. 8.—Pie de lámpara tal como sale de la máquina de hacer el pie a la que se confía el conjunto de la figura 7.

La obrera acciona dos pedales: uno gobierna la llegada del gas a los sopletes, el otro la tracción que se opera en el momento necesario sobre la parte reblandecida del tubo de cristal, teniendo así las manos libres para atender a la máquina. A la verdad, aunque la máquina opera el calentamiento y soldadura de los hilos conductores al soporte, es la obrera la que con los pedales regula la duración y juzga de la oportunidad de la acción que debe producir la máquina, por lo que el servicio de estas máquinas para hacer el soporte, necesita de obreras prácticas y atentas al trabajo que verifican.

El soporte, tal como queda así construido (fig. 8), pasa a los comprobadores. Estos, valiéndose de un galvanoscopio, se aseguran de que el soporte tiene los dos conductores bien soldados, sin rotura ni contacto uno con otro. Veamos como se multiplican estas com-

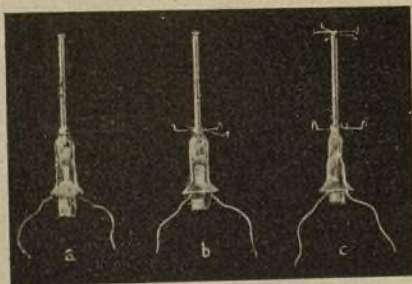


Fig. 9.—Transformaciones sucesivas del pie después de su salida de la máquina de hacer el pie: a) Pie provisto en el extremo superior, de la perla de esmalte de color que debe recibir los brazos superiores; b) pie provisto en la perla inferior de los brazos de sostén; c) pie provisto arriba y abajo de los brazos de sostén.

probaciones. Una pieza no debe salir de una máquina o de las manos de un obrero que le ha adicionado un valor de trabajo, sin ser acompañada de una comprobación. Esto requiere un personal suplementario que puede elevarse al 1/7 del personal de trabajo; pero este suplemento de mano de obra está largamente compensado por la economía realizada por este medio, deteniendo toda pieza que presente una falta, antes que se le agregue inútilmente un nuevo valor de trabajo.

Los pies se ordenan de 50 en 50 sobre pequeños soportes. Para vigilar su conservación y transporte

sin deterioro, de mano en mano, en el curso de las numerosas operaciones que deben sufrir todavía, un plato de madera, lleva preparados 50 pequeños tapones cónicos de corcho, de un diámetro mínimo un poco inferior al del tubo ensanchado. El transporte en número y sin choques, queda así asegurado. El pie provisto en seguida de los brazos de soporte del filamento (fig. 9) y después del filamento mismo, representa la parte verdaderamente delicada y frágil de la lámpara. Y esto constituye la terminación del pie que se opera como sigue:

En el taller de pies, una perladora guarnece desde luego el extremo todavía en bruto de la varilla de cristal, de una perla de color (fig. 9 a). A este efecto, un soplete reblandece el extremo de la varilla, desde luego en rotación, mientras que la obrera aplica un poco de esmalte de color, reblandecido a la llama. El color del esmalte varía con el tipo de la lámpara. Mientras la perla de esmalte está todavía blanda, la obrera coloca alrededor cinco hilos de molibdeno que formarán los brazos superiores, sobre los cuales (figura 9 c) se apoyará el filamento metálico. La misma obrera, reblandece lo suficiente la bola de cristal producida en el extremo inferior de la varilla del pie y coloca en ella cuatro ganchos de níquel que formarán los brazos inferiores (fig. 9 b).



Fig. 10.—Bobina de filamento estirado.

Los pies pasan todavía a la comprobación: se reciben en el taller de corrección donde se ocupan de distribuir por medio de unas pinzas, los brazos superiores, siguiendo los radios de un pentágono regular y los inferiores siguiendo los radios de un hexágono. Dos de los radios inferiores están constituidos por los extremos de níquel de los conductores que atraviesan el pie. A este efecto, se curvan dos veces con las pinzas, estos conductores, en ángulo recto. En este mismo taller se procede, por medio de un pincel mojado en agua, a la limpieza del pie, que el contacto de los dedos ha podido ensuciar. Terminado el arreglo del pie queda éste preparado para recibir el filamento. Del filamento y su fabricación hablaremos más adelante, utilizando por el momento la bobina de filamento estirado de la figura 10.

La obrera adapta la bobina del filamento a una especie de minúsculo torno del cual aquélla conduce el manubrio. El extremo del filamento, guiado por dos soportes, se devana así sin riesgo de enredarse. Con un movimiento a la derecha, la obrera guarnece entonces el pie; un cabo del filamento queda cogido al gancho (fig. 8) de níquel; un golpe de alicates, cierra el gancho sobre el filamento; un movimiento rápido de vaivén engancha el filamento en los soportes superiores e inferiores (fig. 9 c); un segundo golpe de alicates, fija el término del filamento en el segundo gancho de níquel (fig. 8). La obrera corta con las tijeras el filamento y pasa a vestir otro pie, no sin haber comprobado antes la buena construcción del precedente, en lo cual interviene de nuevo el mecanismo. Algunos golpes de pedales, hacen bajar una campana sobre el pie concluido y una corriente de hidrógeno la llena mientras que la obrera verifica un segundo entrelazado de filamento. Bajo la acción de un manubrio la corriente circula por el filamento, momentáneamente pro-



tegido por una atmósfera incombustible, y su comprobación queda asegurada. Se inscriben luego dos números sobre la parte aplanada del pie, uno relativo a la pasta del filamento y otro que permite saber cuáles son las constantes de su uso. Por ejemplo, un pie correspondiente a 16 bujías, 125 voltios, recibirá el número 6125 compuesto del 16 invertido y de las dos últimas cifras de 125.

En otra serie de talleres se construye la bombilla, en la cual el pie, al abrigo de los choques y del aire, radiará a voluntad.

El cristalero envía a la fábrica, una especie de matraces (fig. 11) que recuerdan por su forma, los matraces de ensayador, con ayuda de los cuales se confecciona la bombilla. Se efectúa desde luego el *queusotage*, que consiste en proveer a cada matraz de un apéndice formado por un tubo de vidrio, el cual servirá más tarde para la extracción del aire. El *queusotage* se verifica en dos fases por una obrera que manobra a este efecto una máquina de las más sencillas.

Colocado el matraz sobre un soporte con la parte inflada hacia abajo (fig. 11) se le coloca en *a* un tubo que conduce aire a presión. Al mismo tiempo la llama de un soplete eleva hasta el rojo y reblandece la región central *b* de la parte hinchada. El aire bajo presión produce en seguida un orificio. La obrera toma entonces el matraz e invirtiéndolo lo expone a una batería circular de sopletes que mantienen al rojo los bordes del orificio practicado, mientras al mismo tiempo aproxima y suelda por los bordes, el extremo de un fragmento de tubo. El matraz queda *queusoté* (fig. 12, c y fig. 13, a). Entonces se

procede a la *insuflación*. El matraz *queusoté* se expone por rotación a la llama de un soplete que eleva la temperatura de una región próxima a la base de la porción hinchada. Basta entonces, dándole vueltas, hacer tocar esta parte caliente (fig. 13, a) sobre una pieza de paño mojado para producir una hendidura circular y el ensanchamiento de la parte estrecha del matraz primitivo. El matraz afecta entonces la forma de la fig. 13, b.

Terminada esta operación, el matraz *queusoté* y el pie preparado y *vestido* con su filamento, se confían a un aparato de extraordinaria precisión, para cuyo servicio bastan dos obreras. Mecánicamente, este aparato coloca exactamente en el centro de la bombilla el pie soldado a sus bordes. Una de las obreras, después que ha roto a la izquierda los restos del matraz procedentes de una bombilla terminada, coloca en uno de los soportes del aparato un matraz *queusoté* y un pie *vestido*. El aparato *automáticamente* calienta de modo adecuado las partes que deben soldarse; suelda en fin el cuello del matraz y los bordes del ensanchamiento del tubo del pie, aproximándolos. La segunda obrera levanta la bombilla provista del pie vestido. Aprovechando este momento de retirar la bombilla del aparato en que la pegadura del cristal está aun blanda, acaba de enderezar el pie y coloca todo el conjunto interior, siguiendo exactamente el eje de la bombilla (fig. 13 c).

La *máquina de hacer la bombilla* puede fabricar hasta 5 bombillas a la vez.

Las bombillas ya *montadas* se recalientan y se enfrían progresivamente en estufas en que el aire circula libre de polvo por simple filtración.

El aire contenido en la bombilla se extrae por medio de una bomba neumática (figura 14 a). Una obrera dispone una serie de 20 a 25 bombillas terminadas, pero todavía *queusotés* y las suelda por el tubo de vidrio, apéndice o cola sobre otro tubo también de vidrio en relación



Fig. 12.—*Queusotage* del matraz: a) bombilla primitiva;—b) bombilla agujerada;—c) bombilla *queusoté*.

con las bombas. Para soldar las lámparas por su apéndice al conducto de vacío, cada obrera dispone de un soplete de mano de tres direcciones, muy sencillo y cómodo. A voluntad, la obrera puede por una presión moderada del pulgar, graduar la llama y ejercer además en el interior del conducto, durante la soldadura una variación de presión que asegure el estanco de dicha soldadura. Además, antes del *bom-*

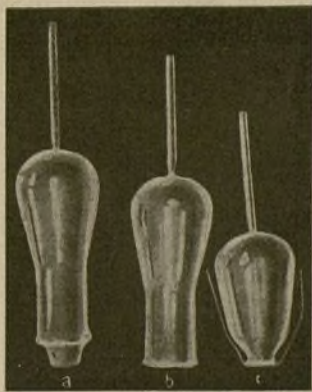


Fig. 13.—*Insuflación* de la bombilla: a) bombilla *queusoté*;—b) bombilla desprovista del estrechamiento primitivo;—c) bombilla provista del pie, portador del filamento.

*beo*, se ensaya el estanco absoluto de toda la hilera de lámparas. Se practica este ensayo rápidamente por medio de una canalización que recorre todo el taller de bombeo y en la se cual mantiene por bombas potentes accionadas en la sala de máquinas, un vacío correspondiente a 750 milímetros de mercurio. La verificación del aislamiento del exterior o cierre estanco perfecto, se hace comprobando la permanencia de un vacío de



(380 milímetros sin disminución ninguna durante algunos instantes. Se termina entonces el bombeo por medio de baterías de bombas Gaëde que permiten en

algunos minutos, conducir el enrarecimiento a 0,0004 milímetros (presión estimada en altura de mercurio por medio del aforo de MacLeod). Durante el bombeo, una

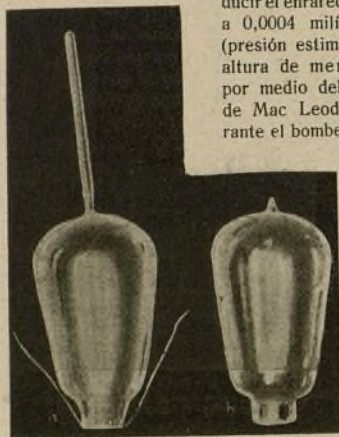


Fig. 14.—a) Bombilla montada todavía queusotée, dispuesta para la operación del bombeo; b) bombilla terminada y vaciada (vacío de 0,0004 milímetros de mercurio).

envoltura de amianto, formando campana móvil y provista interiormente de mecheros de gas, permite elevar la temperatura de las bombillas sometidas al vacío a 320° C. Hacia el final de la operación se establece la corriente eléctrica en los filamentos expulsándose así, en gran parte de la bombilla, la humedad y gas encerrados. Hecho el vacío



Fig. 15.—Vistas del culote.

perfecto a 0,0004 milímetros se cierra cada lámpara de un golpe de llama de soplete habilmente dirigido. La bombilla entonces queda terminada (fig. 14 b); sólo resta del tubo apéndice una pequeña gota de cristal que tiene toda lámpara eléctrica en el vértice de la bombilla. Como comprobación del trabajo de las bombas, cada serie de bombillas acompañada de una ficha que indica la época, voltaje, grado de vacío y temperatura, se verifica por medio de un aparato de corrientes de alta frecuencia de Tesla. En una cabina, que forma cámara oscura, se provoca la luminiscencia de la atmósfera rarificada de cada bombilla, asegurándose así de que su cierre es hermético, perfectamente estanco y tiene el vacío necesario.

No queda más que proveer a la bombilla de su culote de latón delgado que asegura la introducción de la lámpara en los cubos de bayoneta ramificados sobre la red.

Como comprobación de fabricación, las lámparas

se ensayan previamente. A este efecto, se las pone en servicio sometiéndolas a un voltaje que parte de 60 voltios y se eleva gradualmente durante el ensayo hasta un 10% sobre el voltaje de utilización. El ensayo dura una hora, durante la cual se registran las variaciones de voltaje y de corriente. En fin, se efectúan también

Antes de empezar el enyesado o de pasar al taller de fijación del culote, las lámparas son fotometradas individualmente.

Doce fotómetros Foucault pueden ser servidos por tres empleadas; una, fija la lámpara sobre el banco del fotómetro; ésta es la que escribe en seguida con tinta, el resultado de la medición sobre la bombilla cerca de la soldadura del culote a ésta. Las indicaciones fotométricas son: voltaje, amperaje e intensidad luminosa, que una vez culotada la lámpara destacan en negro y a la inversa sobre el fondo blanco del yeso.



Fig. 17.—Bombilla con el culote, antes de cortar los hilos conductores de corriente.

Una segunda empleada efectúa la medición desplazando, no la fuente sino la pantalla, la que desplaza un índice sobre la regla de medición; lee las indicaciones tanto del fotómetro como del voltímetro y amperímetro y las transmite a la tercera empleada. Esta última, valiéndose de una regla de cálculo, transcribe en un instante los resultados que se han de conservar sobre una ficha que la primera empleada consulta para marcar la lámpara.

El enyesado propiamente dicho, se hace con

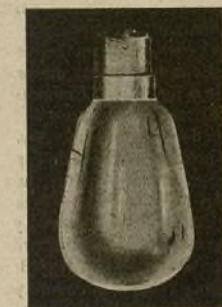


Fig. 18.—Bombilla con el culote después de cortados los hilos de abducción de la corriente y soldado uno de ellos a las piezas de contacto P del culote (fig. 16).

ayuda de un cuchillo. Un cubo, formado por un delgado tubo de latón forjado (figuras 15 y 16), se reviste de yeso y se encaja así en la bombilla. Los dos largos hilos de cobre salen de la bombilla (figura 17); éstos son los que durante el curso de la fabricación han permitido por su flexibilidad y longitud llevar de vez en cuando la corriente al filamento (comprobación de la soldadura, ensayo del filamento sobre el pie, iluminación de la lámpara hacia el final del vaciaje; ensayo y fotometraje de la lámpara). La enyesadora introduce estos dos conductores en dos orificios O, O, (figura 16) que tienen dos piezas de latón P, P, contenidas en el interior de la masa aisladora que guarnece la base del culote. Las bombillas así culotadas se secan en un baño

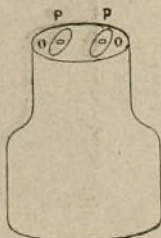


Fig. 16.—Disposición esquemática del culote.



de arena, de tal modo que el yeso se endurece rápidamente. Otra obrera corta entonces con el cuchillo, al nivel de la base del culote, los conductores de cobre que sobresalen de él (figura 17) y otra, valiéndose de un soldador y de un poco de colofonia, fija con una gota de soldadura, cada conductor, a la placa de contacto P (figuras 16 y 18).

Después de una limpieza exterior de la lámpara para librarla del exceso de yeso, de marcado el culote (16 b, 120 v) por medio de una estampilla de caucho (figura 19, a) y de ensayada una vez más con un sobrevoltaje de 18 %, la lámpara queda dispuesta para ser embalada.

Una obrera marca con una estampilla cuyas indicaciones corresponden a las lámparas que va envolviendo (16 b, 120 v), las hojas de papel delgado, en las cuales se expenden las lámparas al consumidor.

Este papel se rodea de una hoja de cartón ondeado que protege la delicada bombilla. Cada lámpara así envuelta se coloca en una de las casillas de las grandes cajas de cartón que sirven para el transporte. Una última comprobación de conductibilidad se efectúa antes de que la lámpara se envíe al embalador. La corriente se hace circular momentáneamente por medio de un enchufe de dos espigas que se apoyan sobre los dos contactos del culote. Una lámpara dispuesta en serie sobre la pared del taller en frente de la ensayadora, se enciende y comprueba así definitivamente la integridad del filamento.

Una lámpara, antes de estar terminada, pasa por las manos de 46 obreras, cada una de las cuales por su parte, le añade un valor de trabajo, y se somete a la aprobación de 23 comprobadoras del trabajo de las precedentes.

### Los filamentos metálicos

Los metales refractarios que se emplean como filamentos de las lámparas de incandescencia, son conocidos desde muy antiguo. El tántalo fué descubierto en 1802 por Ekeberg; el osmio, en 1803 por Tennant; el tungsteno en 1783, por Scheele. Desde 1890 se trató de recubrir los filamentos de carbón, pero no se conocían ni los medios de obtener estos metales en estado puro, ni los procedimientos corrientes que actualmente se conocen para producirlos bajo forma de filamentos de 15 milésimas de milímetro, mucho más finos que un cabello, el cual mide por término medio 3 centésimas de milímetro y es por consiguiente 2 veces más grueso con una sección 4 veces mayor.

La confusión que durante mucho tiempo se tuvo entre las propiedades de los carburos de estos metales y las propiedades de los metales puros (a ejemplo de Moissan que indica la fusibilidad de estos metales, cuando el horno eléctrico sólo producía la de los carburos); la creencia errónea de que los metales más refractarios son los que tienen la apariencia del platino; la

seguridad que daba Edison, de haber ensayado previamente al carbón, todos los cuerpos refractarios y todos los metales conocidos, apartaron a los inventores del estudio de los filamentos de metales refractarios.

Son los alemanes principalmente, los que, debido a las estrechas relaciones que en Alemania unen a teóricos y prácticos, sabios e ingenieros, los que primero se dedicaron al empleo de estos metales. En 1896, Auer presenta el filamento de osmio; en 1903 Bolton, bajo la iniciativa de la casa Siemens-Halske, el filamento de tántalo; en 1906, Lux, Kuzel y Hanaman, el filamento de tungsteno.

Los procedimientos de obtención de los filamentos son muy numerosos. Las descripciones de las patentes son, o poco precisas o inexactas, ya sea con el objeto de reservar los derechos más ampliados, ya sea más bien para desorientar a los imitadores. Un gran número de procedimientos han quedado secretos. Hasta 1911-12, no se sabía obtener más que filamentos de

metales refractarios llamados *prensados* o *hilados*, filamentos extremadamente quebradizos y frágiles que no podían arrollarse en espirales de paso estrecho, cualidad necesaria como veremos para armar las lámparas llamadas medio-vatio.

No nos extenderemos sobre los procedimientos de obtención de estos filamentos *prensados*, hoy fuera de uso, en que rivaliza el ingenio, la paciencia y la habilidad. La mayor parte de los metales refractarios, carburados u oxidados, son muy frágiles; tal ocurre con el tungsteno cuyos glóbulos fundidos, se quiebran y pulverizan bajo el martillo, lo mismo que el cristal, lo que ha obligado a fabricar los filamentos con el polvo mismo de los metales refractarios.

Unas veces se aglomeraba este polvo, con un adherente, amalgama metálica o goma, estirando después la pasta obtenida con múltiples precauciones, en el vacío o en el hidrógeno a temperaturas variables. Después de haber obtenido un filamento de pasta y de lograr hacerle conductor, se elevaba la temperatura por medio de una corriente hasta provocar la fusión del metal y obtener un poco de tenacidad.

Otras veces se encerraban estos polvos en dobles tubos de aluminio y de acero y calentándose con una estufa los gases encerrados, se pasaba todo por la hilería eliminando en seguida los metales auxiliares con baños de ácido.

Otras veces, en fin, se utilizaban las soluciones coloidales, obtenidas haciendo saltar bajo el agua, el arco entre electrodos del metal escogido. Evaporada la solución se prensaba e hilaba el coloide gelatinoso obtenido y se aprovechaba el que a 100° C se volvía conductor, para aglomerar los elementos por un caldeo conveniente, bajo la influencia de una corriente.

Todos estos procedimientos solo suministraban, a veces, de una manera muy precaria, un filamento de los más frágiles, algunos de los cuales fueron sin embargo de uso muy práctico por permitir la generali-

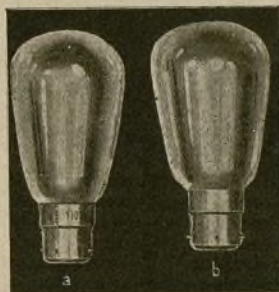


Fig. 19. — Lámpara terminada, después del corte de los hilos y su soldadura a las piezas de contacto. Últimas operaciones: b) lámpara antes de ponerle las marcas; a) lámpara marcada sobre el culote.



zación de las lámparas de filamentos metálicos (tántalo, tungsteno, el llamado *Osram* sobre todo) en el punto en que ya se hallaban en 1911-1912.

El filamento estirado, único práctico en la hora actual, se obtiene de la manera siguiente: el polvo de tungsteno se comprime en la prensa hidráulica, sin ningún adherente, bajo forma de bloque oblongo. Este bloque, se calienta en el horno eléctrico, durante media hora, a  $1300^{\circ}\text{C}$ , en una atmósfera de hidrógeno. El bloque se endurece y adquiere una consistencia suficiente para que pueda introducirse en un circuito y

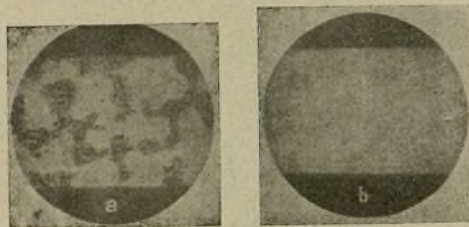


Fig. 20.—Microfotografía comparada de la sección de un filamento de tungsteno prensado (a) y otro estirado (b).

hacer pasar una corriente eléctrica. Se lleva así el bloque, durante algunos minutos, a una temperatura próxima a la temperatura de fusión. Se practica luego un enfriamiento gradual, que se obtiene disminuyendo progresivamente la corriente. Es necesario todavía llevar la pieza a  $1500^{\circ}$  en un horno eléctrico y en el seno del hidrógeno para que adquiera alguna ductilidad. Sin dejarla enfriar se la lamina entonces y después se empieza a hacerla pasar por la hilera. Desde que el hilo alcanza 0,75 mm. de diámetro aproximadamente, se puede disminuir la temperatura a  $650^{\circ}$ , y después a  $400^{\circ}$ . Alcanzado el diámetro de 0,05 mm., el filamento puede ya enrollarse al dedo; a partir de 0,01 mm., el filamento se hace muy dúctil y estirable en frío. En 1913 tuvimos ocasión de comprobar la notable tenacidad de estos filamentos estirados, al salir de la hilera.

La figura 20 muestra la textura comparada de un filamento de tungsteno prensado y un filamento de tungsteno estirado.

Un nuevo procedimiento, preconizado poco después, (Böttger) consiste en formar el filamento de tungsteno a partir de un cristal de tungsteno. La idea consiste en obtener cristales bastante largos, para que el filamento esté formado por un solo cristal. Al polvo de tungsteno, se agrega óxido de torio finamente dividido. Se forma de esta manera una emulsión que se hace pasar bajo presión, a través de hilera de diamante, de manera que se formen filamentos de 0,1 a 0,2 mm. de espesor. Se desplazan estos hilos en una zona caldeada entre  $2.400^{\circ}$  y  $2.600^{\circ}\text{C}$ , a una velocidad inferior a la de cristalización del tungsteno. Se obtiene así un cristal único, muy alargado, muy tenaz (164 kgs. por  $\text{mm}^2$ ) y flexible, hasta el punto de poder enrollarse alrededor de una fina aguja. La figura 21 presenta un esquema del dispositivo de fabricación: el hilo se desplaza a la velocidad de 4 cm. por minuto, aproximadamente, dentro de una caja caldeada por la

espiral S; la temperatura de cristalización se produce por la espiral s; el filamento se enrolla a su salida, sobre un tambor T. Se obtienen así filamentos de 0,02 mm. de espesor y de 25 mm. de largo, formados por un solo cristal.

### Las lámparas de filamentos metálicos, medio-vatio

Hemos indicado ya, los esfuerzos hechos para evitar la volatilización del filamento de carbón, cuando se buscaba para las lámparas un mejor rendimiento. Entre los procedimientos ensayados, se ha ideado colocar el filamento en un gas inerte, ázoe, por ejemplo. Las pérdidas caloríficas disminuían el rendimiento en lugar de mejorarlo. Entonces se pensó en recurrir a los metales refractarios obteniéndose con el tántalo 1,5 vatio por bujía, y más tarde el tungsteno, 1 vatio por bujía. Pero la volatilización de los filamentos metálicos se produce también, y limita a su vez el rendimiento luminoso. A decir verdad se ha obtenido algún éxito utilizando atmósferas rarificadas de gases electronegativos, para contrarrestar la volatilización y mejor todavía introduciendo en las bombillas productos que desprenden lentamente estos gases y mantienen la atmósfera rarificada de gases electronegativos. El éxito fué debido sobre todo a que el oxígeno y los halógenos, forman con el tungsteno, compuestos incoloros que desde este momento, tapizan la bombilla sin ennegrecerla, no perjudicando por lo tanto su transparencia. Sin embargo solo se lograron 0,8 vatio por bujía, esto para las lámparas de filamentos gruesos ( $1 \times 5$ ) solamente, es decir, para las lámparas de fuerte intensidad luminosa.

Entonces se volvió a la idea de la atmósfera inerte alrededor del filamento para impedir la volatilización. Pero para impedir la pérdida de calor por conexión, es indispensable localizar, en un espacio lo más pequeño posible, el filamento incandescente. Es necesario, pues, poder enrollar el filamento en espiras contiguas muy próximas. Este perfeccionamiento, requiere imperiosamente la realización de filamentos muy flexibles. Un experimento muestra claramente el aumento de rendimiento luminoso por localización del filamento en un espacio lo más reducido posible. Dos lámparas de atmósfera de ázoe se han construido con el mismo filamento: en una de ellas el filamento forma una red de hilos verticales extendidos en varias longitudes de arriba a abajo de la bombilla; en la otra, el filamento de la misma longitud, está acumulado en el centro de la bombilla enrollado en espiras numerosas y casi en contacto. Mientras la primera lámpara consume 4 vatios por bujía, la segunda solo consume 0,5 vatio.

Las lámparas llenas de ázoe a una presión aproximada a la atmosférica, solo gastan 0,5 vatio por bujía

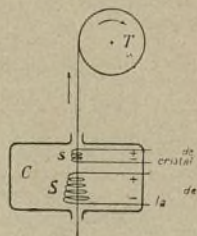


Fig. 21.—Fabricación de un filamento de tungsteno formado de un solo cristal por calentamiento de un filamento prensado que se desplaza en una espiral que se eleva de  $2.400^{\circ}$  a  $2.600^{\circ}$ .



sin gran volatilización del filamento. Los productos que provienen de esta débil volatilización, arrastrados por los gases calientes que ascienden hacia el cuello de la lámpara, se depositan encima de la espiral incandescente, de donde se deriva la constancia de la intensidad luminosa y el aumento de la duración útil. Hemos podido comprobar que después de 1.000 horas de funcionamiento, la lámpara no habrá perdido todavía el 20 % de la intensidad luminosa primitiva.

Puesto que el filamento incandescente debe replegarse en espiras en el centro mismo de la bombilla, se puede reducir considerablemente el volumen de ésta. Las lámparas medio-vatio de 50 y 100 bujías son menos voluminosas que las lámparas de filamentos de carbón o metálicos de 5 y 10 bujías. Estas lámparas se adaptan más completamente que las otras a las exigencias de los aparatos de proyección. La luz es todavía más fija y más blanca que antes de este último progreso. Es necesario señalar que, por la presencia misma de una atmósfera interior, estas lámparas calientan más que las bombillas de vacío; además, cuando se las emplea para el alumbrado exterior se las debe preservar por un globo difusor para no exponerlas al contacto directo de la lluvia. Para el alumbrado de los interiores, salones, talleres, etc., reemplazan ventajosamente a los arcos. Esmerilando la parte inferior de la bombilla y aún colocándola bastante alta para utilizar la iluminación indirecta y multiplicando convenientemente los focos, se logra un alumbrado agradable y descansado para la vista.

### Mediciones y rendimientos

El rendimiento luminoso de las lámparas de incandescencia puede evaluarse de muchas maneras; a esto se debe el que las cifras dadas varíen extraordinariamente según las indicaciones que suministran.

Para obtener un conocimiento preciso del rendimiento luminoso de una fuente podemos indicar la relación de la potencia iluminadora, medida fotométricamente, a la potencia radiada total. Esto es lo que llamaremos el *rendimiento luminoso* R.

Desde el punto de vista técnico, lo que interesa es la fracción radiada útilmente, en iluminación, de la potencia total consumida por la fuente. Esta relación R' de la potencia luminosa radiada a la potencia total consumida, la llamaremos *rendimiento técnico*.

Durante mucho tiempo se ha definido de otro modo el rendimiento de una fuente luminosa. Se ha evaluado la relación de la energía visible a la energía radiada total estando limitada la energía visible, por ejemplo, a las radiaciones extremas del espectro visible, pero hallándose medido el conjunto por medio de un aparato apto para indicar la energía radiante de una pila termoelectrónica, por ejemplo. Sea  $\rho$  esta relación. Se puede evaluar igualmente el rendimiento en radiación de la fuente, es decir, la relación  $\rho'$  de la energía emitida bajo forma radiante a la energía total comunicada por la fuente.

Puesto que se tiene:

$$\rho = \frac{\text{Energía radiada visible}}{\text{Energía radiada total}}$$

y

$$\rho' = \frac{\text{Energía radiada total}}{\text{Energía total gastada}}$$

si se forma el producto de estas dos relaciones,

$$\rho\rho' = \frac{\text{Energía radiada visible}}{\text{Energía total gastada}} = \text{Eficacia luminosa } \epsilon,$$

expresión llamada desde hace mucho tiempo, eficacia luminosa.

Véase un cuadro de estos diversos rendimientos, para algunas de las fuentes luminosas que constituyen las lámparas de incandescencia, al que se ha añadido la indicación del número de vatios por bujía, consumidos por la fuente indicada:

FILAMENTOS	Vatios por bujía	$\rho$ en %	$\rho'$ en %	$\epsilon$ en %	R en %	R' en %
Carbono . . . . .	4	2,85	62	1,76	0,45	0,42
Nernst . . . . .	1,9	4,45	50	2,22	1,07	0,76
Tántalo . . . . .	1,5	4,25	65	2,76	"	"
Tungsteno prensado . . . . .	1,25	4,60	75	3,45	"	"
Tungsteno estirado . . . . .	1,0	4,40	72	3,17	1,63	1,28
Medio vatio . . . . .	0,6	"	"	"	2,85	2,58

Únicamente los rendimientos R y R' corresponden a una indicación precisa, real y práctica, relativa al alumbrado.

Véase la razón:

$$\text{Desde luego el coeficiente } \rho = \frac{\text{Energía radiada visible}}{\text{Energía radiada total}}$$

medido evaluando la energía radiada en un flujo complejo de luz entre los límites extremos del espectro visible; éste, para la evaluación del numerador, es doblemente incierto. Los extremos del espectro visible están mal definidos y varían con los experimentadores; además, entre las radiaciones rojas extremas visibles y los confines del rojo, una importante proporción de calor oscuro se evalúa como luz en el numerador. El coeficiente es pues incierto y forzosamente sobrevaluado.

En lugar de valorar la energía visible radiada en tanto que se considera como energía radiante, sin ninguna corrección, tal como la da, por ejemplo, una pila termoelectrónica sobre la cual se envía esta radiación visible, no es necesario evaluar más que la energía fotométrica activa de esta radiación visible. Las radiaciones que están en el límite de las grandes longitudes de onda del espectro visible, las rojas, no afectan sino muy poco la visión, cuando su energía radiante es considerable.

Esto nos conduce a señalar para cada radiación, la *sensibilidad particular del ojo para esta luz*, afectando cada radiación visible un coeficiente particular proporcional a la sensibilidad de un ojo normal para esta radiación: el *coeficiente*  $l$  llamado de *luminosidad*. Este coeficiente se tomará igual a 1 para la radiación más luminosa del espectro, para la cual el ojo es más sensible; para el amarillo,  $\lambda = 0,55 \mu$ . Para todas las demás radiaciones visibles, este coeficiente será menor que 1.

Partiendo de esta corrección obligada, es como se determinan los dos rendimientos luminosos R y R' únicos a considerar.

En la práctica, la medición se efectuará con la ayuda de un fotómetro de lectura del género del de M. E. Ives, dispuesto por ejemplo así: una pila termoelectrónica, cuya superficie expuesta a la radiación está enne-



grecida, recibe la radiación visible, pero no cada radiación previamente reducida según el valor mismo del coeficiente de luminosidad  $l$  de esta radiación. La fracción de cada  $\lambda$ , proporcional a dicho coeficiente, para este  $\lambda$ , está determinada por la interposición de un líquido que transmite cada radiación en la proporción misma de su coeficiente de luminosidad. Una cubeta de agua de 2 centímetros de espesor cuando menos, intercepta previamente toda radiación calorífica.

M. Ives emplea para este fraccionamiento, proporcional a  $l$ , una cubeta de 1 cm. de espesor que contiene la solución siguiente: 60 gramos de cloruro de cobre; 14 gramos de sulfato de cobalto amoníaco; 2 gramos de cloruro de potasio; 18 cm<sup>3</sup> de ácido azótico; todo ello disuelto en agua hasta obtener 1 litro de solución.

### Fotometría

La medición de la intensidad luminosa de una lámpara de incandescencia, efectuada por la fotometría en bujías por vatio consumido, suministrará un medio práctico de comparación de las lámparas.

La dificultad que esta comparación presenta, por consecuencia de la diferencia de matiz de las luces suministradas por dos lámparas diferentes, conduce al problema general de la espectrofotometría, que se evitará en la práctica efectuándose comparaciones, aceptables utilizándose el fotómetro de centelleo.

El único medio de comparación correcto, consiste en evaluar la cantidad total de luz que la lámpara emite en todas direcciones, lo que conduce a indicar la intensidad media esférica. Desde el punto de vista comercial esta medición presenta un inconveniente: el número así obtenido es evidentemente inferior al medido en una de las direcciones de máxima iluminación y ante el temor de ser juzgados desfavorablemente, los industriales no han adoptado este sistema.

Se prefiere la *intensidad horizontal* llamada *máximo* que corresponde a la medición fotométrica obtenida orientando la lámpara de tal modo, que el eje del fotómetro sea perpendicular a la parte plana del pie de cristal de las lámparas de filamento (parte plana atravesada por los conductores que dan paso a la corriente). Se mide también comercialmente la *intensidad horizontal* llamada *media* obtenida disponiendo de la misma manera la lámpara, en relación al fotómetro, pero manteniendo en rotación la lámpara durante la medición, alrededor de un eje correspondiente al del pie de vidrio, soporte del filamento.

Lo que importa en suma, desde el punto de vista práctico, es el rendimiento de las lámparas; este rendimiento comparado, indica el progreso realizado en su construcción. Su aumento tiende a la temperatura del filamento, de una parte; a la emisión selectiva, de otra. El espectro de un filamento de temperatura más elevada, será más rico en radiaciones de cortas longitudes de ondas; la intensidad luminosa será más grande, según las leyes mismas de la radiación recordadas más arriba. Cuanto más se eleve la temperatura del filamento mejor será el rendimiento luminoso. A este respecto, las lámparas llamadas *medio-vatio*, deben su rendimiento importante a que la atmósfera inerte que baña el filamento, desde luego localizado bajo forma de espiras muy próximas en el centro de la bombilla,

permite elevar la temperatura sin peligro de volatilización.

Los filamentos metálicos, irradian colores, cuyo coeficiente de luminosidad es el más elevado, colores graduados del azul al amarillo, a la manera, poco más o menos, como los irradian los cuerpos negros, mientras que para las radiaciones violetas y rojas se alejan extraordinariamente. Su rendimiento, relación de la energía utilizada a la energía total, es pues relativamente muy elevado, como indica desde luego el valor del coeficiente  $R'$  del cuadro precedente.

### Curvas características de las lámparas de incandescencia

Se caracteriza el funcionamiento de una lámpara de incandescencia, trazando la curva que indica los valores sucesivos de las intensidades admitidas por el filamento cuando se le aplican fuerzas electromotrices crecientes. Esta curva asciende rápidamente. Para un filamento de carbono, presenta su concavidad, del lado

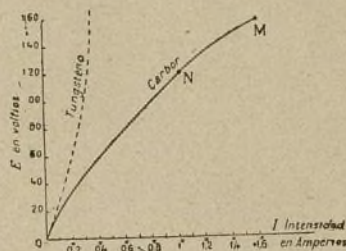


Fig. 22.—Curvas características de las lámparas de incandescencia: curva E, I

del eje de las intensidades (fig. 22). Para un filamento metálico (fig. 22: tungsteno) presenta la concavidad, del lado del eje de las fuerzas electromotrices.

La relación  $\frac{E}{I}$  mide la resistencia  $R$  del filamento.

De la curva de la figura 22, para el carbón, se deduce que la resistencia de un filamento de esta naturaleza, es tanto menor, cuanto el calentamiento es más grande. El punto N de la curva ( $E = 120^{\circ} \text{C}$ ) corresponde al régimen normal. El valor de la resistencia en régimen normal (125 ohmios aproximadamente) es la mitad de la resistencia en frío:  $250^{\circ} \text{W}$ . La curva ( $E, I$ ) está limitada en M, punto correspondiente a la rotura del filamento. Una lámpara es considerada tanto más forzada, cuanto se la haya conducido a un régimen más próximo a M.

**Diferencia capital entre las características de las lámparas de filamento de carbón y las lámparas de filamento metálico.**—Si se deducen de las curvas ( $E, I$ ) las curvas ( $R, E$ )—que se obtendrán formando las relaciones  $R = \frac{E}{I}$ —se obtienen las curvas de la figura 23. Estas curvas son más demostrativas que las precedentes.

Se ve que el filamento de carbón disminuye de resistencia a medida que se eleva su incandescencia; con el filamento metálico de tantalio y tungsteno ocurre lo contrario. Esta particularidad presenta una gran im-

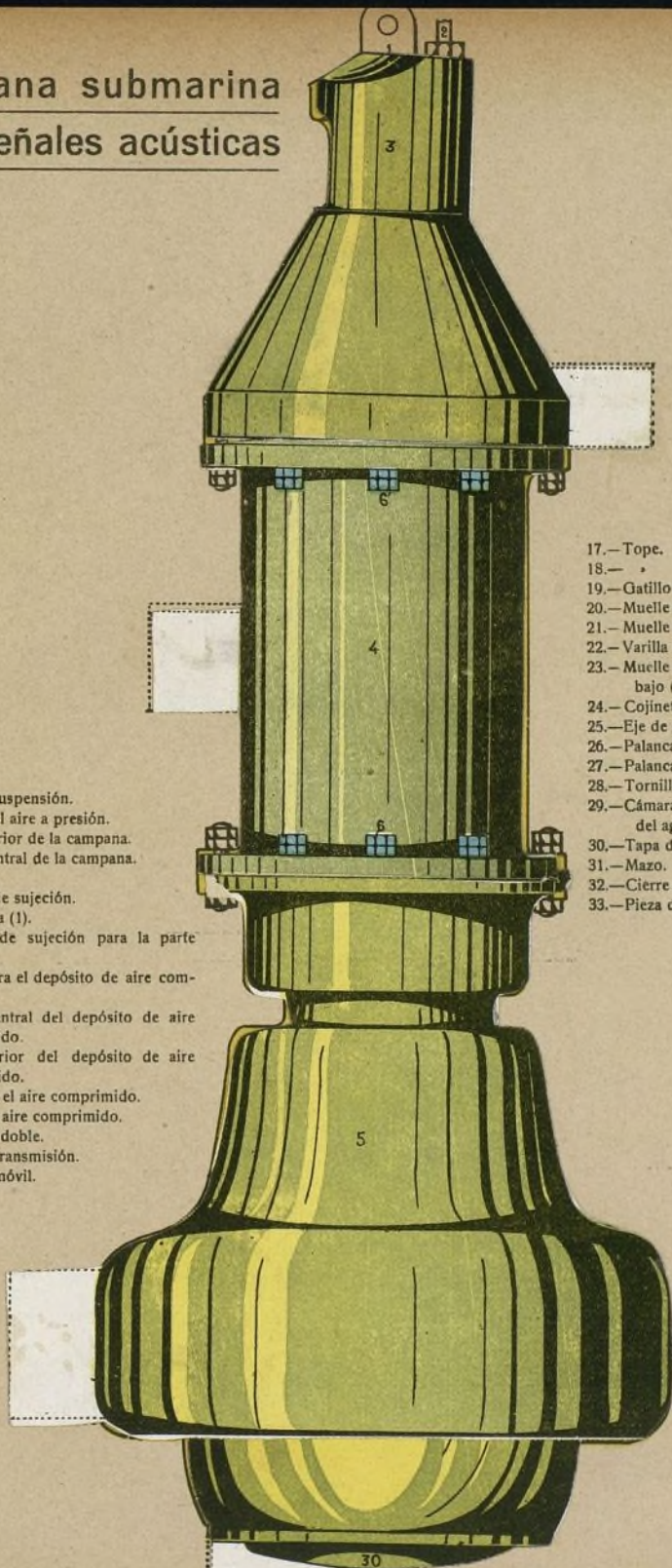


# Campana submarina para señales acústicas

N.º 84.

- 1.—Anilla de suspensión.
- 2.—Entrada del aire a presión.
- 3.—Parte superior de la campana.
- 4.—Cuerpo central de la campana.
- 5.—Campana.
- 6.—Tornillos de sujeción.
- 7.—Muelle para (1).
- 8.—Tornillos de sujeción para la parte interna.
- 9.—Apoyos para el depósito de aire comprimido.
- 10.—Cuerpo central del depósito de aire comprimido.
- 11.—Parte inferior del depósito de aire comprimido.
- 12.—Canal para el aire comprimido.
- 13.—Cámara de aire comprimido.
- 14.—Membrana doble.
- 15.—Varilla de transmisión.
- 16.—Manguito móvil.

- 17.—Tope.
- 18.—
- 19.—Gatillo de (17).
- 20.—Muelle para (17).
- 21.—Muelle de tensión para el mazo.
- 22.—Varilla de unión entre (16 y 26).
- 23.—Muelle de presión para el eje de trabajo (15).
- 24.—Cojinete para el mazo.
- 25.—Eje de giro del mismo.
- 26.—Palanca del mazo.
- 27.—Palanca para la unión de (26 con 21).
- 28.—Tornillos de cierre.
- 29.—Cámara cerrada que aísla al mecanismo, del agua del mar.
- 30.—Tapa de (29).
- 31.—Mazo.
- 32.—Cierre por rosca.
- 33.—Pieza de transmisión del golpe.





portan  
senta  
nerse  
voltaje  
variación  
se eleva  
La  
subraya  
indicar  
un fila

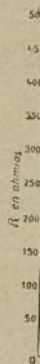


Fig. 23. —  
R. E. E.  
carbón,  
de pote

normal d  
horas:

Mantenida

(rép

Mantenida

Recor  
lámpara d  
en que p  
luminosa d

Se pu  
hay econo  
por medio  
los dos pri  
de entrete  
para), los  
hora.

El gast  
coste de l  
de su vida  
consumida.

Si  $t$  es l  
luminosa de

pra, en cén  
mer término



portancia: la lámpara de filamento metálico se presenta en efecto, por este medio, como capaz de oponerse por su aumento de resistencia, al aumento del voltaje; es, en cierta medida, *autorreguladora de las variaciones de potencial*, puesto que su resistencia se eleva cuando el voltaje crece.

La importancia de esta particularidad, se encuentra subrayada por los números del cuadro siguiente que indican las duraciones observadas para la vida total de un filamento de carbón construido para un régimen

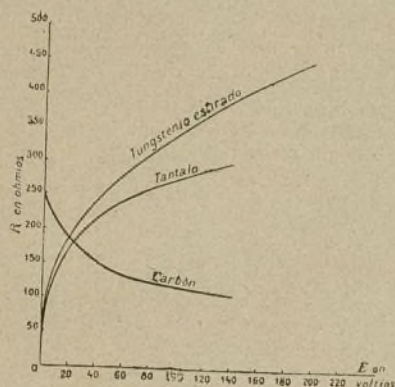


Fig. 23. — Curvas características de las lámparas de incandescencia: curva R, E. Estas curvas demuestran, que al contrario de los filamentos de carbón, los filamentos de tantal o de tungsteno, son autorreguladores de potencial.

normal de 100 voltios y una duración normal de 1000 horas:

Mantenida a	95 voltios	la lámpara puede durar	3600 horas.
—	98	—	1600
—	100	—	1000
(régimen normal)			(régimen normal)

Mantenida a	102 voltios	la lámpara puede durar	600 horas.
—	104	—	375
—	105	—	250

Recordaremos aquí que la *duración útil* de una lámpara de incandescencia, está limitada al momento en que por efecto del ennegrecimiento, la intensidad luminosa del principio ha disminuido en un 20 %.

Se puede tener idea del momento exacto en que hay economía reemplazando una lámpara en servicio, por medio de la expresión siguiente que comprende los dos principales factores del problema: los gastos de entretenimiento (limitados aquí al coste de la lámpara), los gastos del alumbrado o coste de la bujía-hora.

El gasto total por hora, es la suma del precio de coste de la lámpara, repartido sobre toda la duración de su vida útil y del precio de la bujía-hora en energía consumida.

Si  $t$  es la duración del uso en horas;  $b$  la intensidad luminosa de la lámpara, en bujías, y  $p$  el precio de compra, en céntimos, de la lámpara,  $\frac{p}{bt}$  constituye el primer término.

Si  $c$  es el coste del kilovatio-hora en céntimos;  $w_c$ , el consumo específico de la lámpara en vatios por bujía,  $\frac{c \cdot w_c}{1.000}$  indica el segundo término; se tiene pues, para precio de coste  $r$  de la bujía-hora en céntimos:

$$r = \frac{p}{bt} + \frac{c \cdot w_c}{1.000}$$

Aplicando esta fórmula a los datos indicados, los cuales varían en el curso de la vida de una lámpara, se determina el momento en que el consumo específico es bastante elevado, para que su aumento aconseje la sustitución de la lámpara por una nueva.

Para terminar, señalaremos la evolución que parece toma la construcción de las lámparas de filamento metálico incandescente.

Si se hace notar que los rendimientos de nuestras fuentes artificiales de luz, hasta las más económicas como el arco eléctrico, son todavía muy poco elevados y dejan lugar por consecuencia a importantes perfeccionamientos en el arte del alumbrado, puesto que la naturaleza prueba, con el gusano de luz, que son posibles luces frías con un rendimiento máximo de 100 %, no se podrá evidentemente prever *a priori* en qué sentido se efectuarán los futuros perfeccionamientos. Ateniéndose a algunos datos publicados recientemente, por ejemplo, a los cuadros de la «Recopilación de las constantes físicas», los rendimientos  $R'$ , relaciones de la potencia radiada luminosa (útil para el alumbrado) en vatios, con la potencia total consumida igualmente en vatios, son los siguientes ( $R'$  es el que hemos llamado anteriormente *rendimiento técnico*):

Llama de petróleo, rendimiento $R'$	0,24 %
Mechero Auer	0,5
Lámpara incandescente, filamento de tungsteno prensado	5,4
Arco eléctrico	13

Como quiera que sea, ya hemos visto, al principio de este estudio, que el deseo de dividir la luz para repartirla en un mayor número de focos había hecho preferir poco a poco la incandescencia al arco eléctrico. Y sin embargo, el arco conserva dos cualidades interesantes, la del mayor rendimiento técnico obtenido por medio de fuentes artificiales de luz y la muy ventajosa de la localización del foco luminoso en un punto.

Esto es evidentemente lo que ha conducido al tipo de lámpara que representa la figura 24 y que realiza un arco de electrodos de tungsteno que queman en un gas inerte, el ázoe. El consumo es de 0,3 w por bujía; el resplandor de 1.550 bujías por centímetro cuadrado mientras que el de la lámpara de filamento de tungsteno no alcanza más que 155 bujías por centímetro cuadrado. Este tipo de lámpara se construye para intensidades luminosas de 500 y 1.000 bujías.

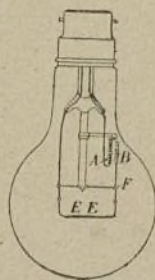


Fig. 24. — Lámpara eléctrica de arco, entre electrodos de tungsteno, en el interior de una bombilla de gas inerte (ázoe).

(Technique Moderne).

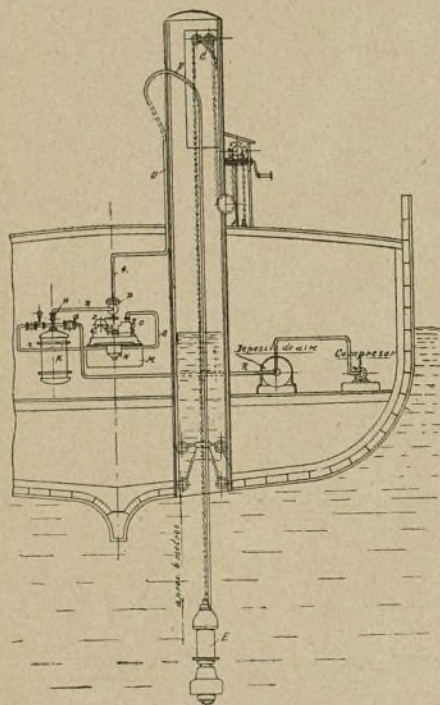
ALBERT TURPAIN.



## Campana para señales acústicas submarinas (Véase modelo desmontable)

Las señales acústicas submarinas son producidas a intervalos por medio de una campana colocada debajo del agua. Sirve principalmente en los buques para casos de incendio, para estudios submarinos, etc., etc., y en general para determinadas conversaciones entre convoyes de buques. Estas instalaciones han dado muy buenos resultados en casos de niebla.

Las señales pueden ser oídas por otros barcos, aun cuando no dispongan de aparato receptor, marchando



a toda velocidad y a una distancia de unos 5 kilómetros. Con aparato receptor las señales pueden oírse perfectamente hasta 30 kilómetros. Una instalación de esta clase es la que representa el modelo desmontable y el esquema que ilustra estas líneas.

El aire comprimido pasa por el tubo R y por la válvula G obteniendo entonces una presión de dos atmósferas. Del recipiente regulador K pasa entonces el aire

con intermitencias hacia su salida pasando por el tubo r hacia la válvula reguladora N. Esta válvula está fija al zócalo M. Comunica con este zócalo un motor compresor de aire O provisto de un aparato distribuidor P.

El aire, a una presión regular, procedente de N, pasa por Q, hacia el motor O de cuatro cilindros, el cual por medio de un acoplo, tornillo y la rueda del mismo, acciona a la rueda Z provista de ranuras que corresponden con el dispositivo de la campana.

Sobre Z descansa una palanca que acciona la distribución del aire que procede del depósito K.

Este aire pasa por la válvula H y por los tubos R y Q, comunicando con la derivación U. En este punto se deriva un tubo de alta presión V que está acoplado en su extremo con el mecanismo de sonido E, el cual pende de una pequeña grúa móvil C y puede ascender o descender por medio de un sencillo malacate.

En el modelo desmontable puede apreciarse el funcionamiento de la campana. Consta de una cámara (4) cerrada herméticamente para impedir que se introduzca el agua del mar. Alrededor de esta cámara está colocada la campana (5) provista de una doble membrana (10) y de un tubo para aire a presión (2). En la parte inferior se encuentra la pieza (10) con la palanca de acción (15) intermediendo también la (11) provista esta última del manguito (19). Encima de este último se encuentra el (16) unido y articulado con el (17) el cual se engancha en (19) por medio de un pequeño muelle (20).

Existe además una palanca (22) colocada en (16) en unión de la palanca del mazo (26). Este último está unido al muelle (21). La pieza (15) es mantenida en reposo gracias al muelle (23).

El aire de presión que penetra a intervalos más o menos largos por el canal que se une a (2), llena primeramente las membranas (13). Esta se llena y se distiende moviendo a (15) con lo cual el muelle (23) que en tensión por el movimiento de bajada de (15) se mueve (19) comunicándolo a (17) y por lo tanto arrastra consigo nuevamente el manguito (16). Este a su vez arrastra las palancas (22 y 26). En este momento el muelle (21) está en tensión. En el límite de (17) y su unión con el tope (18) adquiere su posición final a partir del gatillo (19). Queda entonces el muelle (21) en libertad y por medio de (27) arrastra la palanca del mazo (26) originándose el golpe entre (31 y 33) el cual produce el sonido en la campana (5).

Entre tanto se ha rebajado la presión en (13); la varilla de transmisión (15) es arrastrada nuevamente hacia arriba por medio del muelle (23) quedando el (17) enganchado otra vez con el (19) y el funcionamiento puede empezar de nuevo.

SANTIAGO LOPEZ, Ing.

### Protección de los artículos de metal contra las influencias exteriores

Se trata de la formación de revestimientos de los metales utilizables en la industria de la construcción y en todas las que se emplean metales. Se rodean estos metales de envoltura suficiente para asegurar su protección contra las intemperies, los humos, los gases y en general contra todos los elementos susceptibles de provocar la corrosión.

La armadura de un producto tal está compuesta de hojas de palastro o de acero que un primer enlucido recubre por completo sus caras y sus bordes. Sobre

esta materia fuertemente adhesiva, se dispone una capa de materia fibrosa, tal como amianto, papel o fieltro saturados de una materia plástica o fluida, apropiada. En fin, el todo se cubre con un cierto espesor de un enlucido aislante insensible a los agentes atmosféricos.

La capa directamente adherente a las hojas de palastro puede ser de asfalto en un punto de fusión relativamente elevado (100° a 200°); la materia para impregnar la capa fibrosa puede ser el mismo asfalto pero a un punto de fusión relativamente bajo (43°).



## Métodos modernos de aplicación práctica a la industria en general

### La precipitación eléctrica de los humos por el procedimiento Cottrell

La supresión de los humos de las fábricas no es solo una cuestión de higiene para las ciudades o de protección de los cultivos; se ha convertido, y puede llegar a constituir su esencial carácter, en una cuestión de orden propiamente industrial, sea por la recuperación de cantidades considerables de subproductos que antes se perdían en la atmósfera, sea por la introducción de verdaderos procedimientos para el tratamiento de los gases para las separaciones o purificaciones por los métodos eléctricos.

La separación de partículas en suspensión en los gases, polvos, humos, líquidos en vía de condensación,

constante, provoca la formación de penachos, sobre los electrodos negativos, de gran curvatura, como de hilos finos o de conductores de aristas vivas. Estos cátodos van montados en los conductos en que circulan los gases, que sirven de electrodos positivos o ánodos y que se ponen en contacto con la tierra. Se toman, por ejemplo, los tubos como ánodos y los hilos tendidos según su eje, como cátodos (véanse las figuras 1 y 2).

Se puede sentar como regla casi general, que las partículas en suspensión se electrizarán negativamente por la descarga, siendo arrastradas por el campo eléctrico hacia el ánodo donde se depositarán.

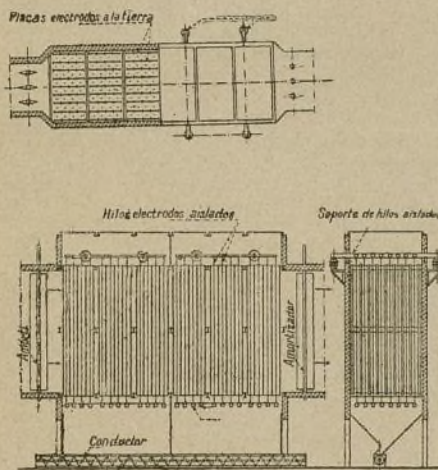


Fig. 1.—Representación esquemática del principio: hilos y placas de la construcción del precipitador de polvos.

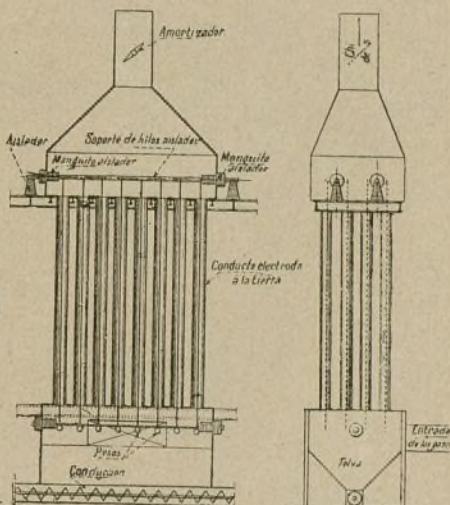


Fig. 2.—Esquema de la construcción de un precipitador de conductos múltiples.

se hace desde hace mucho tiempo por medios mecánicos, baños, cámaras de decantación, etc. Lodge fué uno de los primeros que empleó, a este fin, la acción de las descargas eléctricas (1885). En los aparatos de Lodge, las descargas eléctricas suministradas por grandes máquinas Wimshurst, condensaban los polvos sólidos arrastrados en el tratamiento del plomo. Hacia 1905, es cuando Cottrell se esforzó en dar a los aparatos de Lodge una forma práctica e industrial. El principio de los dispositivos empleados, tanto en los aparatos de Cottrell como en los de Lodge, consistía siempre en hacer pasar descargas eléctricas de alta tensión por los gases que se trataban. Bajo la influencia de estas descargas, las partículas en suspensión se electrizan, después son arrastradas por el campo eléctrico, terminando por concentrarse sobre los electrodos, en los que no resta sino recogerlos mecánicamente.

En los aparatos Cottrell, una fuente de electricidad de alto voltaje (40.000 á 80.000 voltios) y de sentido

El campo eléctrico de sentido constante se produce por las corrientes alternativas de las distribuciones de fuerza, por medio de transformadores elevadores de tensión y de un conmutador de movimiento sincrónico destinado a dirigir las tensiones alternativas.

Deben tomarse precauciones especiales para evitar la corrosión de los electrodos por los gases que se hayan de tratar. Para el tratamiento de los gases inertes, los electrodos se forman con metales ordinarios. En los casos de vapores ácidos, se pueden emplear como ánodos, tubos de alfarería los cuales se vuelven pronto conductores por el efecto de los depósitos ácidos que bañan sus superficies. En muchos casos, son necesarios ventiladores para asegurar la circulación gaseosa, pudiendo ser insuficiente el tiro de la chimenea por las pérdidas de carga que se introducen en los aparatos de condensación.

Estos aparatos son siempre, en efecto, conductos relativamente estrechos pues su diámetro, por ejemplo,



es de unos 30 cm., alcanzando la longitud varios metros.

La velocidad lineal de circulación de los gases debe ser siempre bastante reducida, de 1 a 2 metros por segundo. Los tubos unitarios de 30 cms. de diámetro tienen así capacidad para un gasto todo lo más de unos 10 metros cúbicos por minuto. Esto requiere el empleo de grandes baterías de tubo, montados en paralelo, para la circulación de los gases por lo que se resienten los gastos de instalación.

El consumo de fluido eléctrico, sin ser despreciable, no es muy grande pues no pasa de unos 150 vatios por

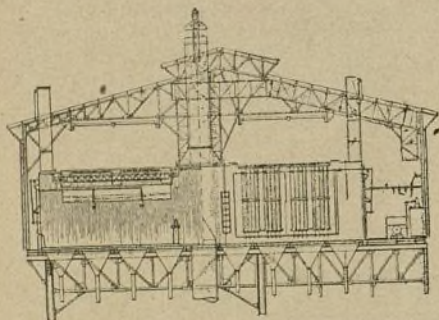


Fig. 3.—Fábrica de Riverside. Instalación principal. Sección transversal por la placa mediana del precipitador y de la cámara de distribución eléctrica.

tubo unitario de 5 metros de longitud por 30 cms. de diámetro. Se ve pues que es suficiente una potencia de 30 kv. para una batería de 200 tubos, capaz de tratar de 1.500 a 2.000 m.<sup>3</sup> de gas por minuto.

Estos datos numéricos no son evidentemente sino sumariamente indicadores: el funcionamiento general debe regularse en cada caso según las condiciones de la operación, la naturaleza de los gases, la temperatura, el grado de tenuidad de las partículas que se han de separar, etc.

En general, la inyección de agua, bajo forma líquida, en polvo muy fino, favorece la condensación; la in-

yección de vapor es, por el contrario, con frecuencia menos eficaz.

La temperatura es también un elemento importante. Se han podido obtener verdaderos fraccionamientos y condensar sucesivamente productos diferentes aprovechando diferencias de volatilidad, exactamente como en una destilación fraccionada. Se hacen obrar las descargas eléctricas en dos tiempos, desde luego sobre los gases calientes, a continuación sobre los mismos gases después de su refrigeración: los productos menos volátiles se condensan separadamente en la primera fase del tratamiento.

Del tratamiento eléctrico de los gases en grandes masas, parecen poder sacar provecho las más diversas industrias. Sin embargo, no se han obtenido todavía resultados satisfactorios para la condensación de los humos negros procedentes de la mala combustión del carbón: los volúmenes que se pueden tratar son, sin duda, muy grandes, pero los subproductos muy poco remuneradores. Las fundiciones, las fábricas de cemento, ciertas fábricas de productos químicos, etc., tienen ya en el extranjero material en servicio. En muchos casos, no se han emprendido los tratamientos descritos más que para eliminar los humos nocivos y se ha hallado en los polvos condensados, productos valorables en cantidades considerables. He aquí dos ejemplos:

La *Riverside Portland Cement Co.* (California, Estados Unidos) de la cual reproducimos la instalación principal en la figura 3, recupera 20 toneladas por día de polvos que contienen 10 por 100 de potasa (contado en K<sup>2</sup>O). La *«International Smeltin Co.»* (Arizona, Estados Unidos) recobra, en los polvos condensados, una cantidad de cobre por valor de 900.000 pesetas cada año, con un gasto medio anual, suplementario de 60.000 pesetas y esto con una instalación que en total no ha costado más que 570.000 pesetas.

No cabe duda, que el tratamiento eléctrico de los gases, no solo para la condensación de los humos con un fin higiénico sino también para la extracción de los productos vendibles y con largueza pagables, se ha convertido en una realidad utilizable y que este procedimiento merece atraer la atención del modo más serio, de nuestros industriales.

## Azufre industrial

### II

#### Extracciones norteamericanas por medio del gas del alumbrado (Laming) y de la sosa: refinaciones, diferentes clases y formas del azufre

En los Estados Unidos, en las regiones de Tejas y en Luiziana (Charles-Lake), existen grandes yacimientos de azufre a una profundidad de 150 a 250 metros, entre extractos de rocas durísimas, formando capas de 25 a 60 metros de espesor y bastante puros. Después de varios tanteos para explotar este azufre, que por cierto no dieron resultados nada halagüeños, el ingeniero H. Fransch, ideó un procedimiento que permite la explotación económica de este yacimiento. Este técnico, excava como en los fosos de petróleo, un orificio de 25 centímetros de diámetro, revestido de un tubo de hierro que llega hasta la roca sobre la cual se extiende el azufre. En el interior de aquel tubo están

convenientemente dispuestos otros tres tubos concéntricos, revestidos de aluminio, de diámetros 15, 7,5 y 2,5 centímetros respectivamente, los cuales se introducen en el extracto de azufre. El tubo de 15 centímetros está envuelto por agua recalentada a 160 grados y no vapor, a la presión de seis atmósferas, la cual funde el azufre y le obliga a salir líquido (densidad igual a 2) a lo largo del tubo central, envuelto también por aire calentado a 130 grados. Así llega el azufre fundido hasta cierta altura en el tubo, y de aquí se extrae mediante bombas con válvulas de aluminio; pero si bien estas últimas resisten la acción corrosiva del azufre, no pueden soportar los choques de los émbolos, dificultad que se



evitó ingeniosamente conduciendo al tubo central una corriente de aire comprimido, la cual, emulsionando fuertemente la columna de azufre fundido, la aligera hasta poder alcanzar, sin bombas, la superficie; concretamente, se ha aplicado el principio del emulsor Kühlmann y de la bomba Manunut, empleados para las operaciones de elevar ácidos y líquidos corrosivos. Así, el azufre fundido llega a la superficie y se recoge en grandes depósitos, que no son otra cosa que grandes cajones de madera en donde se solidifica. El azufre así obtenido es muy puro, ya que su grado de pureza es de 99,6 de porcentaje; y el agua y el aire caliente vuelven a ser utilizados.

Con una simple fusión, mediante vapor y en calderas de hierro, del azufre extraído se obtiene un producto de pureza 99 a 99,6 por ciento y con una pérdida de sólo uno y medio de porcentaje. Fácil es comprender que el procedimiento de H. Frasch solo se puede aplicar a yacimientos de azufre muy puro. Exponemos un esquema del aparato de Frasch en la figura 1 y su descripción gráfica.

Los depósitos de azufre de la Luiziana han sido evaluados en más de 40 millones de toneladas, pero todavía hay importantes yacimientos de azufre superficiales y de origen volcánico (*solfataras*) sin utilizar, en Kadiak y en general en las islas volcánicas de Alaska.

La «Union Sulphur Company» de Nueva York, extrajo por este procedimiento durante el primer año 100 toneladas por día; al segundo año produjo 550 toneladas en el mismo período de tiempo; en el tercer año 800 toneladas; al cuarto año con cuatro baterías de perforación y con 600 obreros, se obtuvo una producción de 1.500 toneladas diariamente y en la actualidad la producción se ha triplicado. Los primeros años se consumían para las calderas unos 1.000 kilogramos de carbón por 300 de azufre, pero hoy se substituye la calefacción con gran ventaja por aceite mineral.

Obténese aunque en pequeñas cantidades de azufre en la depuración del gas del alumbre mediante la *mezcla de Laming* de la cual se puede extraer por medio del sulfuro de carbono. Últimamente se substituye el sulfuro de carbono por el sulfuro amónico.

Finalmente ha adquirido gran importancia la extracción del azufre aprovechando los residuos de la sosa por el procedimiento industrial de Leblanc. Para que se vea la cantidad de azufre que se obtiene por estos procedimientos, diremos que si todos los residuos de la sosa, fuesen tratados por el método de Chance, empleando los humos de las chimeneas (anhídrido carbónico) se podría recoger 180.000 toneladas de azufre al año y por el de sosa se beneficia a más de 80.000 toneladas anuales.

**Refinación del azufre.**—Como el azufre obtenido en los *calcaroni* contiene siempre materias térreas que le impurifican, es preciso purificarlo por fusión y sublimación o destilación. De esta manera, se le eliminan las materias fijas que le acompañan, aún cuando es poco menos que imposible eliminar por este procedimiento las materias volátiles, tales como el arsénico y el selenio. Para estas operaciones de refinación se siguen varios procedimientos que a continuación exponemos.

El primer aparato de sublimación fué ideado por Michel que pocos años después fué perfeccionado

por Laming o Lamy que consiste en que el azufre se funde en bruto en la caldera (1) (fig. 2) y por el tubo (2) fluye a las retortas (3) y (4) que son de hierro que tienen 1,5 metros de longitud y 0,50 metro de diámetro y de 300 kilogramos de capacidad. Los vapores de azufre son conducidos por el canal-tubo (5) (calentados directamente por los hornillos (6) y los humos calientes escapan por el canal-tubo (5), lamiendo y envolviendo la caldera (1)) a la cámara de condensación (7), que es accesible por la puerta visible en la figura. La cámara lleva en la parte superior una válvula

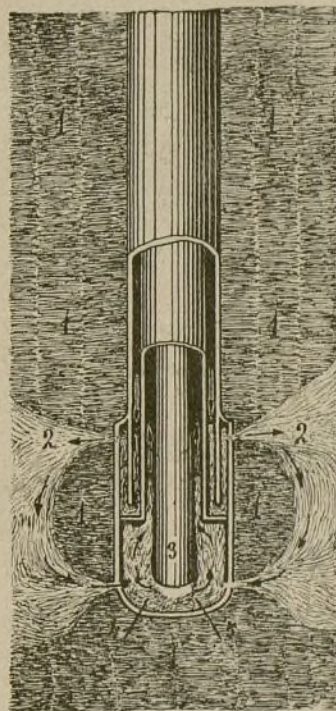


Fig. 1.—Disposición del aparato Frasch: extremo inferior del tubo de extracción del azufre. Las partes (1, 1, 1, etc.) son yacimientos de azufre. Los (2, 2) salida del agua sobrecalentada; (3) tubo interior por donde se inyecta aire que hace subir el azufre fundido por el espacio anular (4 y 5).

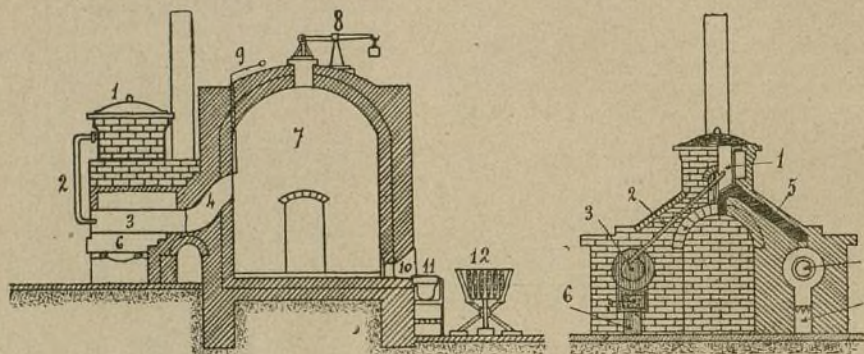
(8) para dar salida al aire dilatado por el calor. La comunicación entre las retortas y la cámara puede hacerse mediante la compuerta (9). En estos aparatos se instalan dos retortas que se cargan alternativamente; primero en una se efectúa la destilación y al hallarse ésta casi terminada, se calienta la otra retorta y se recarga la primera después de haber cerrado la compuerta (9). Como ya hemos dicho, en la cámara de condensación (7) se condensan los vapores de azufre, que tiene un volumen de 80 metros cúbicos. Las dos retortas pueden destilar en veinticuatro horas 1.800 kilogramos de azufre; la destilación en cada cilindro, dura cuatro horas.

Cuando la destilación es lenta y la temperatura es inferior a 100 grados, el azufre se condensa en forma



de polvo cristalino o sea el llamado *flor de azufre*, y en este caso la producción es sólo de tres quintales diarios. Si elevamos poco a poco la temperatura de la cámara hasta el punto de fusión del azufre (114 grados) se reúne el mineral fundido en el fondo, de donde se

a la cámara de condensación con la válvula (7). Este procedimiento da tan solo una pérdida de 2'5 por 100 de azufre y durante *veinticuatro horas* se logra obtener *36 quintales de azufre* con *5 quintales de carbón*.



(1) Corte longitudinal.

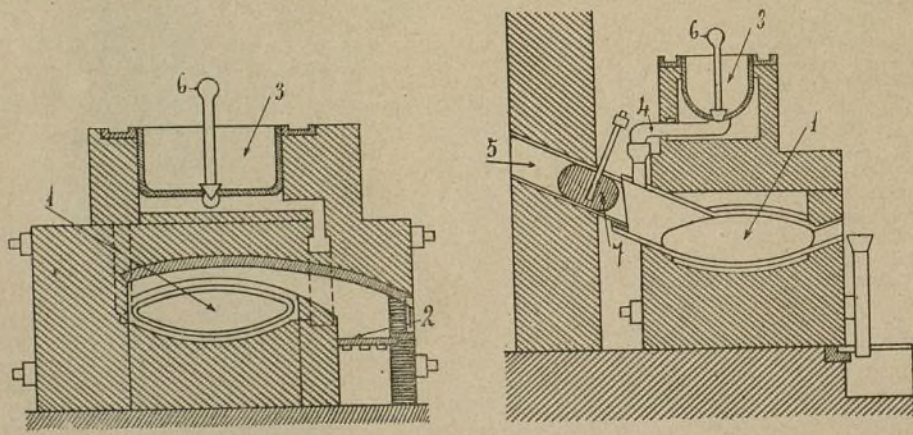
(2) Corte transversal.

Fig. 2. — Aparato de Laming o Lamy para la refinación del azufre.

extrae, mejor dicho se descarga por la abertura (10) y se deposita en el recipiente (11) y se vierte en los moldes (12) en los cuales se solidifica y adquiere forma de cilindro o sea el *azufre en cilindros* o de canutillo; de este procedimiento se obtienen 18 quintales de azufre.

El procedimiento belga de refinación, de Dujardin, que reemplazó las retortas de Laming por otras aplandadas; está constituido por un recipiente de hierro

La refinación del azufre sistema alemán consiste en dos calderas de hierro fundido (1 y 2) figura 4, de forma especial y que se comunican entre sí también de un modo particular por el tubo (3). La caldera (1) es calentada por el hogar (4) y carga por el tubo (5) cuyo extremo está sumergido con el azufre fundido y que puede mantenerse abierto mediante la barra de hierro (6). Los residuos se vacían por (7) y sirven para la obtención de anhídrido sulfuroso que se destina a la fa-



(1) Corte longitudinal.

(2) Corte transversal.

Fig. 3. — Aparato de refinación del azufre de Dujardin.

fundido (1) (fig. 3) de forma de lenteja, calentado por el hogar (2). El azufre en bruto, fundido en la caldera (3), pasa al recipiente (1) por el tubo (4). El vapor es conducido por el tubo (5) a la cámara de condensación. La entrada del azufre fundido en la caldera se gradúa con la disposición que se ve en (6) y el paso del vapor

bricación de ácido sulfúrico. El azufre destilado se condensa en la caldera (2), de donde pasa por el tubo de evacuación (8) al recipiente (9).

En Amberes y en Marsella se refina en grande escala el azufre; también en Alemania e Italia se refina en grandes cantidades.



Para la preparación de *flor de azufre* con la menor pérdida, se ha propuesto últimamente introducir por completo las cámaras de condensación con gases neutros tales como el nitrógeno y el anhídrido carbónico.

**Azufre molido.**—En Sicilia se tamizaba el azufre sencillamente, pero se obtenía un producto poco adherente a las hojas de las vides. De aquí que se modificó el procedimiento por lo cual, el azufre bruto, fundido en panes, se refina en los puertos sicilianos por una nueva fusión y se transforma en flor de azufre, o bien se muele con muelas de molino (si bien sucede a veces que se enciende el azufre durante el curso de la operación, pero se logra bien pronto extinguir la llama con sacos humedecidos) y se pasa por tamices de seda (7 hilos por milímetro). Este azufre se adhiere a las hojas de las vides en un 70 por 100.

**Azufre aireado.**—Es más ventajoso para la viticultura que el anterior, adheriéndose mucho mejor a las hojas. Fué preparado hace poco tiempo por el Dr. Walter en Bagnoli (Nápoles). Contiene 95 % de azufre fino adherente. El azufre refinado en trozos se pone en el fondo de un recipiente cónico, de piedra, en el cual gira una muela vertical. A medida que la trituración avanza, se hacen llegar por el fondo chorros continuos de aire procedentes de potentes ventiladores. El azufre más fino es arrastrado a los puntos más apartados de la gran cámara cerrada donde se practica la operación. Para dar salida al aire existen ventanas cerradas por grandes sacos de tela que retienen el azufre y dan paso al aire. Cada muela consume dos caballos de fuerza y da en 24 horas 10 a 15 quintales de azufre aireado. Se ha observado en la práctica que con el oxígeno del aire y el azufre finamente pulverizado se originaban explosiones y para evitar estos incidentes tan desagradables se ha ideado usar los ventiladores con aire pobre en oxígeno, lo cual se consigue haciendo que el aire atraviese una rejilla metálica cubierta de carbón enrojecido o también empleando directamente los humos de combustión de los hogares, que salen de las chimeneas.

**Azufre precipitado: polisulfuros de cal.**—El *azufre precipitado* o *magisterio de azufre* se prepara de esta manera: se trata una parte de cal viva con cinco partes de agua y se mezcla con dos partes de flor de azufre; agréganse otras veinticuatro partes de agua y se hace hervir, en recipiente de hierro, hasta que todo el azufre se halle disuelto, reemplazando con nueva adición de agua, la evaporada. Decántase el líquido reposado y se trata varias veces el residuo con un poco de agua; se hace hervir durante media hora y se filtra. A los líquidos obtenidos de *polisulfuros de cal*, una vez filtrados y llevados a la densidad de 8 grados Beaumé, se agrega poco a poco y agitando bien, bajo la vitrina o al descubierto, ácido clorhídrico diluido a 10 grados Beaumé, exento de arsénico, de hierro y de ácido sulfúrico, hasta que solo resta una ligerísima reacción alcalina, debida a sulfuro de calcio inalterado. El azufre finísimo precipitado, se recoge rápidamente sobre filtro de tela y se lava hasta que las aguas de lavado dejan de enturbiarse con nitrato de plata. Se deseca luego a 30 grados. Conviene llevar a cabo el tratamiento con ácido en aparatos cerrados, con tubo de desprendimiento que conduzca el abundante ácido sulfhídrico que se forma (por cierto muy venenoso) a una chimenea. Si el químico o el obrero operador respira

el ácido sulfhídrico ( $\text{SH}_2$ ) y perdiere el conocimiento, para que lo recobre es necesario rociarle con la mayor rapidez posible con agua muy fría en abundancia, de lo contrario el gas venenoso obraría inexorablemente sobre él y sucumbiría. La formación del *polisulfuro de calcio* es motivada según la siguiente reacción:  $3 \text{CaO} + 11 \text{S} = \text{CaSO}_3 + 2 \text{CaS}_2$ . Este último o sea el *pentasulfuro de calcio* reacciona a su vez con ácido clorhídrico de la manera siguiente:  $\text{CaS}_2 + 2 \text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{S} + 4 \text{S}$ . El magisterio de azufre se sofisticaba a veces con yeso u otras sustancias minerales; pero es fácil reconocerlo por incineración: el azufre puro no deja residuo (menos de 0,5 por ciento).

**Diferentes clases y formas del azufre industrial.**—Según la procedencia, la industria ha clasificado en varios tipos distintos de azufre, con fractura y color diverso. Del azufre en *bruto* se conocen: 1.ª, *licata*; 2.ª, *licata corriente* o *buenal licata f. m.* (*fluori miscela*, es decir, sin mezcla); 3.ª, *buenal licata f. m.* o *vantaggiata, licata uso*. Del azufre en *flor* exis-

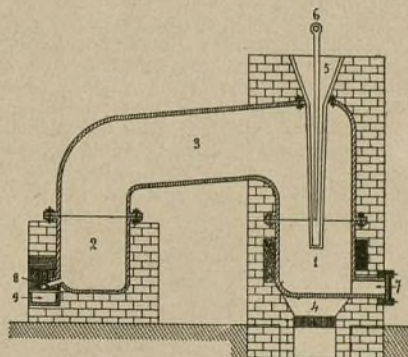


Fig. 4.—Disposición del aparato de sistema alemán para la destilación del azufre.

ten: *azufre extra finísimo A y T*; *azufre ácido finísimo puro A*; *azufre sublimado V*; *azufre extra impalpable T*.

Del *azufre pulverizado* existen: *azufre impalpable T*; *doble refinado T*; *doble aireado T y V*; *palpable extrafino T*; *molido refinado T*; *aireado Vergnasco T*.

La clasificación *sin mezcla* se refiere a azufres en panes enteros o en trozos, sin polvo y exentos de azufre heterogéneo. Los *refinados* tienen una pureza variable entre un 99 y 100 por ciento; las impurezas no pasan de 0,5 por ciento y el agua higroscópica es muy inferior a 1 por ciento (algunas veces es de 0,04 por ciento). El azufre bruto por lo general contiene de 3 a 10 por ciento.

El *grado de finura del azufre molido* es de gran importancia para la industria agrícola para combatir el oidium. Para ello es preciso valerse del *sulfurímetro* de Chancel, aparato que lo fabrica la casa J. Greiner de Munich, que es un tubo de vidrio cilíndrico cerrado por la parte inferior y provisto de un tapón de vidrio esmerilado de veintitrés centímetros de longitud y de doce milímetros de diámetro, dividido, a partir del



fondo, en 100 partes, cada una de las cuales tiene una capacidad de 25 centímetros cúbicos, e indican los grados de finura Chancel. Para ensayar el azufre molido con el sulfurímetro, se pasa primero por un tamiz de mallas de un milímetro cuadrado, se pesan cinco gramos del azufre que ha pasado por el tamiz, se pone este azufre en el tubo y luego se vierte en él, hasta la mitad, éter anhidro a 17 grados, exento de alcohol (destilado sobre sodio metálico). Se agita fuertemente en dirección vertical durante treinta segundos y luego se suspende el aparato en un vaso de agua a 17,5 grados, sin dejarle tocar las paredes ni el fondo del vaso, porque todo choque altera los resultados. El azufre se deposita y el éter se clarifica. Cuando pasados algunos minutos, el estrato de azufre ya no disminuye más, se lee, por su altura correspondiente. Cuanto más fino es el azufre, más alto resulta el depósito del mismo. Repítase de igual manera, la agitación y la lectura, cuatro veces seguidas, y se toma el promedio de los resultados; después se repite la determinación tomando otros cinco gramos del mismo azufre y se toma el promedio de las dos determinaciones como resultado definitivo. Comercialmente, la tolerancia es de 5 grados. Hay azufre de 40 a 45 grados y de 80 a 85 grados Chancel de finura; el azufre aireado señala de 90 a 95 grados. Para las enfermedades de la vid se exigen a lo menos de 70 a 75 grados. La *flor de azufre*, cuando no ha sido lavada, contiene siempre anhídrido sulfuroso, que en parte se ha transformado en sulfúrico, circunstancia a que atribuyen algunos químicos su mayor eficacia para combatir el *oidium*.

Las *impurezas minerales* (cenizas) se determinan quemando diez gramos de azufre en una cápsula de porcelana y pesando el residuo.

La *humedad* se determina sobre una muestra de cien gramos reducida a pedazos, pesada rápidamente y

calentada después, durante algunas horas, en una estufa a 100 grados; se repite la pesada una vez enfriado el azufre en el desecador.

El azufre afecta diferentes formas; tanto en su estado *crystalino* como en el *amorfo*. En el primer estado se halla:

*Azufre ordinario o rómbico u octaédrico o azufre  $\alpha$* .—Existe en la naturaleza en esta forma y se le obtiene por cristalización del azufre disuelto en el sulfuro de carbono.

*Azufre monoclínico o prismático o azufre  $\beta$* .—Se forma por enfriamiento lento del azufre fundido; es poco estable, por convertirse al cabo de cierto tiempo en azufre ordinario. Puede obtenerse también *azufre monoclínico* por enfriamiento rápido de disoluciones saturadas en caliente de azufre en alcohol, benzol o sulfuro amónico.

En el estado del *azufre amorfo* (*azufre  $\gamma$* ) se conocen:

*Azufre viscoso o plástico*.—Se obtiene en esta forma o sea, en masa plástica, viscosa, calentando el azufre a más de 250 grados y vertiéndolo en chorro delgado en agua fría.

*Azufre pulverulento, insoluble en el sulfuro de carbono*.—Es el principal componente de las *flores de azufre*. Se forma al endurecerse con el transcurso del tiempo el azufre viscoso por la acción de la luz solar intensa sobre el azufre disuelto o fundido, en la descomposición del cloruro de azufre por el agua, en la acción del ácido clorhídrico sobre la disolución de hiposulfito sódico.

*Azufre pulverulento, soluble en sulfuro de carbono*.—Se precipita en forma de polvo fino, blanco-amarillento, *leche de azufre*, en la descomposición de los polisulfuros alcalinos por el ácido clorhídrico.

ANGEL DE ARAMBURU Y GARCÍA.

## Un nuevo método para esterilizar la leche

M. Lobeck, de Leipzig, ha imaginado un aparato que permite esterilizar la leche integralmente por un calentamiento brusco seguido de un enfriamiento inmediato.

El nuevo procedimiento conserva en la leche todas las cualidades y el sabor de la leche cruda.

El aparato empleado se compone de dos cilindros embutido uno dentro del otro. La leche entra pulverizada a través de la tubería del fondo en el cilindro interior. El espacio intermedio entre los dos cilindros sirve de compartimiento de caldeo; el vapor, entrando por los tubos de conducción laterales, suministra a la leche contenida en el compartimiento interior, el calor necesario para elevarla a la temperatura de esterilización necesaria (aproximadamente, 75° C.). Los dos compartimientos, al funcionar el aparato, están cerrados con tapas.

Los accesorios comportan una bomba impelente, un depósito a presión y un refrigerador. Este último está provisto de un capote que impide la infección del exte-

rior y el contacto del aire con las superficies de refrigeración. La bomba aspira la leche y la lanza al depósito donde se somete a una presión de unas 3 a 4 atmósferas. Un regulador impide traspasar esta presión y rechaza todo exceso de leche hacia el depósito.

Antes de empezar la esterilización, se limpia el aparato aspirando agua en vez de leche. El agua muy caliente recorre el refrigerador, aun fuera de acción, así como los demás conductos de la instalación, esterilizando el conjunto de esta última. Después de unos diez minutos de funcionamiento preparatorio, el aparato, una vez evacuada el agua, está en disposición de efectuar la esterilización de la leche durante dos horas sin interrupción y sin necesidad de vigilancia.

El nuevo procedimiento es de una acción tan rápida que la leche no sufre ninguna alteración; por otra parte, a pesar de la brevedad de la acción, todas las bacterias quedan destruidas y con una notable seguridad destruye, especialmente, este procedimiento, las de la tuberculosis, tifoidea y otras.



## Los fenómenos transitorios y parásitos en los transportes de energía eléctrica

### 1.—El funcionamiento de la estación central en régimen perturbado

DIVERSOS FACTORES DEL EQUILIBRIO DE LA ESTACIÓN.—El régimen *normal* y de *equilibrio* de una red eléctrica puede considerarse que es el siguiente:

Una estación central alimenta un conjunto de líneas, las cuales aseguran el funcionamiento de receptores en un estado de carga determinado, con o sin mediación de transformadores.

Este equilibrio es un verdadero *equilibrio dinámico* (los pares motores de los motores mecánicos contrarrestan los pares de resistencia, tanto en la estación central como en los postes receptores) y un verdadero *equilibrio electrostático* y *electromagnético* (puesto que la red, las máquinas, etc., localizan cierta cantidad de energía bajo forma potencial, bien sea en los self, bien sea en las capacidades). Cuando se produce una modificación en uno de los factores de este equilibrio surgen numerosas perturbaciones, *pequeñas* o *grandes*, y el régimen se considera como *perturbado* hasta que el conjunto de los factores indicados constituya un nuevo equilibrio.

Este equilibrio (entendiéndose este término en su más amplio sentido, desde el paro de la estación central hasta su anulación por exceso de velocidad de los grupos electrógenos) acaba siempre por realizarse.

Los factores del equilibrio son innumerables y sólo los principales se indicarán en este estudio.

A. *En la estación central.*—El funcionamiento de los órganos de aportamiento de fluido motor (columna líquida en las conducciones hidráulicas, entrada de vapor en las tuberías);

El funcionamiento de los reguladores y motores mecánicos propiamente dichos;

El funcionamiento de las máquinas eléctricas (dínamos, o más a menudo alternadores);

El buen estado y la disposición racional del cuadro, aparato en que, con demasiada frecuencia, se producen arcos y corto-circuitos, pudiendo por su construcción deficiente ser causa de los más graves accidentes;

La elección e instalación de los aparatos de salida y protección de la fábrica.

Conocida es la extremada importancia de esta parte de la central, destinada, pudiera decirse, a hacer el papel de puente levadizo o baluarte contra las influencias perjudiciales del exterior, propagadas por las líneas de traida de corriente.

B. *En las líneas de transmisión.*—Estas líneas en su inmensa mayoría aéreas, se hallan naturalmente sometidas a todas las fluctuaciones atmosféricas y a todas las posibles causas de destrucción o deterioro, causas de orden mecánico, electrostático y electromagnético. La rotura de un hilo, la de un aislador, el contacto de dos hilos, la creación de un arco de un

hilo a otro, o entre un hilo y la tierra, la puesta accidental en comunicación con la tierra de un hilo que, antes, no se hallaba en tal situación, todas estas eventualidades, por no hablar más que de las principales, se traducen en perturbaciones del equilibrio.

A todas estas causas de perturbación han de agregarse los efectos inductivos procedentes de perturbaciones en líneas paralelas y las innumerables influencias atmosféricas, desde el tipo clásico de la alta carga electrostática acumulada sobre las líneas durante los más hermosos días del estío, hasta la descarga, indirecta o inducida sobre los hilos, originada por una tormenta lejana, o finalmente la caída directa del rayo sobre esta línea; esta última eventualidad mucho menos frecuente, pero de resultados mucho más graves.

Las redes comprenden generalmente cierto número de secciones, ramales, empalmes, etc. Las mismas causas aisladas, ejerciéndose sobre tales elementos parciales de las líneas, pueden provocar, por repercusión, perturbaciones generales. La puesta en paralelo o en serie de las redes aéreas o subterráneas constituye, desde este punto de vista, una causa de peligros de bastante gravedad, a consecuencia de la falta de simetría de tales redes y de las circulaciones de corrientes originadas en las líneas.

C. *En los receptores propiamente dichos.*—La modificación de la naturaleza y de la importancia de los receptores se traduce en una modificación correspondiente, más o menos rápida, de las corrientes transmitidas por la línea y del régimen de funcionamiento de los grupos electrógenos.

La apertura y el cierre de un interruptor parcial o general, la disminución o el aumento de carga de un motor, del número de los receptores del alumbrado, etc., ejercen igualmente una influencia sobre el funcionamiento de la red.

Conviene, por lo tanto, clasificar las causas de perturbación en tres categorías, caracterizadas no por sus efectos, sino por sus causas o, mejor dicho, por el lugar en que surgen:

- a) Las que proceden de la estación central;
- b) Las que proceden de los postes de transformación, o de recepción y de los receptores propiamente dichos;
- c) Las que proceden de la línea propiamente dicha.

El examen detallado de los efectos que puedan ejercer sobre la estación central estas diferentes causas de perturbación no pertenece al cuadro del presente estudio, que se concretará a una de las eventualidades más graves que pueden presentarse en la explotación de redes eléctricas; el caso de la descarga brusca de la estación, por ejemplo, cuando se produce una ruptura de línea en pleno servicio. Es esta una hipótesis esencialmente desfavorable que no tiene su equivalente en



materia de carga brusca de una red, eventualidad casi siempre teórica.

Sabido es que los reguladores, generalmente indirectos, adoptados para las grandes unidades hidráulicas, se construyen de modo que cierren dentro de un tiempo determinado, 4, 5 ó 6 segundos. Durante este tiempo, aumenta la velocidad de los grupos, a consecuencia de la disminución de su carga, hasta el momento en que la reducción del par motor, por estrangulación de la vena, junto con la disipación de potencia cinética, restablece en primer lugar la velocidad normal, y, luego, provoca el paro completo.

La supresión brusca de la carga del grupo, si este se halla acoplado directamente, o casi sin intermedio, a los receptores (caso de una línea muy corta) puede traducirse en graves desórdenes mecánicos, eléctricos, etc. La tensión del grupo puede elevarse excesivamente.

En cuanto a los accidentes de orden mecánico (roturas por efecto de la fuerza centrífuga) son cada día menos de temer, teniendo en cuenta que los grupos son ensayados en los talleres de los constructores bajo velocidades muy superiores a la velocidad normal.

Considérese, por ejemplo, el caso de una turbina accionando un alternador de alta tensión y con excitación independiente. Si se dispara el interruptor de este alternador (descarga total) y que el exceso de velocidad alcance un 30 por ciento, la tensión en los bornes del alternador podrá alcanzar momentáneamente un valor perjudicial para los devanados, por una doble razón:

Aumento de velocidad;

Existencia de una fuerte excitación sobre el alternador sin carga.

Supóngase que el alternador se halle en plena carga sobre cos  $\varphi$  de 0,80 por ejemplo, esto es, con una fuerte excitación. Por el solo hecho de quedar suprimida la carga la tensión se eleva en un 25 %, por ejemplo, a la velocidad normal; por consiguiente, teniendo en cuenta el exceso de velocidad, se ve que la tensión podrá alcanzar:  $1,25 \times 1,30 = 1,62$  veces la tensión normal, circunstancia que puede ser extremadamente peligrosa, tratándose, por ejemplo, de un alternador a 10.000 o 15.000 voltios directos.

En la hipótesis de que la excitación se obtenga mediante una excitatriz en la extremidad del árbol, la sobretensión quedará aún aumentada por la sobreexcitación correspondiente al exceso de velocidad.

En tal caso sería conveniente que un «relai» de mínima cortara la excitación en este momento, o bien que fuese asegurada la regulación eléctrica, a más de la regulación mecánica. Esta disposición se impone cada día más en las redes actuales en que está generalizado el alumbrado por medio de lámparas de filamento metálico.

Sin embargo, las sobretensiones excesivas son hoy menos de temer, porque las estaciones centrales funcionan todas con excitación independiente y por consiguiente, el principal riesgo estriba en las variaciones cinéticas de tensión.

En la práctica, no obstante, los hechos son bastante diferentes de lo que la anterior teoría permitiría prever, y ello en razón de las circunstancias siguientes:

1.º La distribución es generalmente alterna;

2.º La red alimentada es resistente, sélica, capa-

citante y dotada de fuerzas contraelectromotrices (arcos, motores, etc.);

3.º La línea, sobre todo en una transmisión de energía de un punto a otro, tiene una *importancia capital* como amortiguadora de efectos transitorios;

4.º Los transformadores, a la llegada y a la salida, ejercen también influencias de diverso orden sobre el conjunto de la instalación;

5.º Los aparatos de maniobra y de seguridad, interruptores, pararrayos, limitadores, etc., por su funcionamiento mismo, dan lugar a fenómenos propios, a veces muy importantes.

Se comprende hasta qué punto la acumulación de las influencias combinadas de todos estos elementos puede modificar las conclusiones antes expuestas.

Sin embargo, de todos estos factores, unos ejercen una influencia netamente favorable, constituyendo una especie de *volante inmaterial*, que modera las excesivas variaciones de forma de una energía puesta en juego o puesta en libertad bajo forma eléctrica.

Los elementos más favorables, desde este punto de vista, aparte de los aparatos especialmente destinados a la protección de las instalaciones (pararrayos, limitadores, etc.) son la *línea* y los *transformadores*.

Por otra parte, todos los fenómenos derivados de un régimen perturbado, o de una perturbación eléctrica en una red, se reducen en último análisis a fenómenos de apertura o de cierre de interruptores, materiales o inmateriales, en un punto cualquiera de dicha red.

En efecto:

1.º La maniobra del interruptor en la estación central, estando abiertos los receptores, constituye la puesta en carga de la red, sin rendimiento efectivo de ésta;

2.º La maniobra de un interruptor sobre la línea equivale a seccionar ésta más o menos, esto es a modificar la corriente de carga, si los receptores están abiertos, o el régimen, si estos receptores se hallan parcialmente cerrados;

3.º Finalmente, abrir o cerrar un interruptor sobre la red de distribución equivale a modificar el régimen de la estación y de la línea.

Los corto circuitos mismos, hasta las «tierras» de una parte de la red, pueden ser sustituidos idealmente por la puesta en juego de interruptores apropiados.

Sólo los fenómenos atmosféricos, en razón de su aspecto multiforme y casi imposible de conocer, pueden considerarse como no comprendidos en la categoría antes indicada. Hay que tener presente que la mayoría de los técnicos están hoy de acuerdo en considerar la caída indirecta del rayo como manifestada por descargas inductivas sobre las líneas, descargas cuya frecuencia varía de 100.000 a 1.000.000 de periodos por segundo.

## II.—Ondas de apertura y de cierre.—Sobretensiones y sobreintensidades resultantes

1. FENÓMENOS CORRELATIVOS AL FUNCIONAMIENTO DE UN INTERRUPTOR.—Considérese una línea aérea, doble, representada por el esquema figura 1, con una fuente de energía de un lado y un conjunto de receptores del otro.

El cierre del interruptor, en los bornes *a*, *b*, del



cual se halla una tensión  $U$ , se traduce por el envío de corriente en el trozo  $Q$ .

Aplicar una tensión en  $a'b'$  no significa proyectar una *potencia*. En efecto, si el grupo estuviera en vacío, la aplicación integral de la carga  $Q$  tendría por

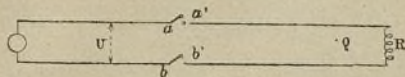


Fig. 1.—Aplicación de una tensión a una línea de dos hilos.

efecto una baja de la velocidad, un enlace provisional del grupo, hasta que mediante la intervención del regulador quedará asegurada la admisión necesaria. La energía localizada en la línea y los receptores es generalmente importante con relación a la potencia de la máquina. Hay, por consiguiente, una diferencia, al menos provisional, de la *potencia del grupo* en lo que se refiere al mantenimiento de la misma tensión  $U$  en los bornes de dicho grupo.

Un receptor ofreciendo una resistencia de 50  $\Omega$ , lo que corresponde, para una diferencia de potencial de 10.000 v. de transporte, a una potencia de 2.000 kw., si su factor de potencia es de 0,80, ofrecerá una reactancia de:

$$I\Omega = 37'5 \Omega$$

para una frecuencia de 50 periodos.

La corriente será:

$$I_{eff} = \frac{10.000}{50 \times 0,80} = 250 \text{ amp.}$$

Si la potencia suministrada a la red es en cada instante igual a  $P$ , el valor del trabajo correspondiente a un instante  $dt$  tendrá por valor:

$$Pdt = d(UI) = RI^2dt + \mathcal{E} \frac{dI}{dt} dt$$

Fácilmente se deduce de ello que la *potencia media* localizada en la «self» equivale aproximadamente a:

$$200 \text{ K. V. A.}$$

igual, por lo tanto, a una décima de la potencia de la estación. Pero, si se considera la energía localizada en las derivaciones,  $\frac{1}{2} \mathcal{E} I^2$ , esta energía debe ser

suministrada en el más breve plazo posible por la misma estación. Esta energía es efectiva, puesto que, en caso de ruptura, se traduce en un *arco*, se disipa en *parte* en calor en este arco y en *parte* en la línea bajo forma de oscilaciones que se amortiguan en virtud de la resistencia de los circuitos.

Está generalmente admitido que la propagación de la electricidad, o mejor dicho, de una onda eléctrica, se realiza con una velocidad muy grande, que se acerca a la de la luz, o sea 300.000 km. por segundo. La localización en las derivaciones y las capacidades no puede hacerse con semejante rapidez, puesto que se necesitaría una fuente de energía de una potencia enorme para realizar, en un instante casi infinitamente corto, la producción de esta potencia localizada.

Esta sencilla exposición demuestra que la aplicación de una tensión a un circuito supone siempre la existencia de un período de perturbación al término del cual el régimen acaba por restablecerse.

II. ONDAS DE PROPAGACIÓN DE TENSIÓN Y ONDAS COMPLEMENTARIAS DE CORRIENTE EN UNA LÍNEA ELÉCTRICA.—A. *Fórmulas de propagación*.—El cierre del interruptor establece un régimen variable, correspondiente a la aducción de cargas eléctricas sobre la parte de la red que se hallaba hasta entonces desprovista de ellas.

La teoría de la propagación de una onda eléctrica en un conductor, considerada en sus elementos, es la siguiente:

Para mayor sencillez se tomará como ejemplo el caso de un circuito de un hilo en el cual la capacidad y la self-inducción son relativas al suelo; que el circuito esté en tierra en su extremidad, directamente o mediante receptores, o que se halle aislado, cuando se

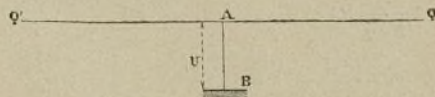


Fig. 2.—Aplicación de una tensión a una línea de un hilo.

trata de circuitos de dos o de tres hilos, se aplica el mismo razonamiento. Basta considerar el punto neutro del sistema como si ofreciese un potencial más o menos aproximado al del suelo. En el caso de un receptor monofásico, el punto neutro correspondería por lo tanto al centro de los devanados (fig. 2).

Creando una perturbación eléctrica, por ejemplo aplicando una tensión, o mejor un potencial determinado en un punto de un conductor que hubiese quedado hasta entonces aislado, se provoca, como es sabido, la creación de dos sistemas de ondas, uno hacia la derecha, otro hacia la izquierda. Estos sistemas de ondas se desplazan con una velocidad dada  $v_1$  y el estado eléctrico de cada punto queda definido por una fórmula:

$$f_1(x - v_1 t) \text{ onda a la derecha} \\ f_2(x + v_1 t) \text{ onda a la izquierda}$$

con un signo convenido apropiado para la definición de  $x$  (fig. 3).

Las fórmulas  $f_1(x - v_1 t)$  y  $f_2(x + v_1 t)$  son funciones de las cuales no se conoce nada *a priori*, en

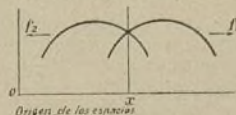


Fig. 3.—Sistema doble de ondas de propagación.

cualquiera a su forma algebraica, pero que resultan de la *integración* de la antigua y célebre ecuación de las derivadas parciales, llamada *ecuación de propagación*, o ecuación de los telegrafistas:

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial t^2} = lc - rc \frac{\partial U}{\partial t} = 0$$

en la cual  $r$ ,  $c$ ,  $l$  representan respectivamente la resistencia, la capacidad y la self-inducción del conductor único, consideradas por unidad de longitud y tomadas con relación a la tierra.



En el punto de aplicación del potencial y de la tensión, se tiene, en el instante  $o$  ( $x = o$  igualmente):

$$f_1(o) + f_2(o) = U$$

pero esto es todo lo que se sabe de  $f_1$  y  $f_2$ .

Si la aplicación de la tensión tiene lugar en medio de una línea simétrica (fig. 2) se tendrá por simetría igualmente:

$$f_1(Z) = f_2(Z)$$

Del mismo modo, si se aplica la tensión en uno de los extremos, una de las funciones  $f$  es idénticamente nula, pero estos son casos muy especiales.

B. *Generalidad de las fórmulas de propagación.*—Las fórmulas precedentes son absolutamente generales. Permiten englobar todos los casos posibles, hasta los en que la aplicación de la tensión es muy corta, *contacto accidental*, influencia atmosférica, etcétera.

Se concibe que los estados eléctricos de cada punto del conductor, funciones del tiempo y del espacio, serán determinados por la suma de la onda directa y de la onda reflejada (ondas dirigidas hacia la derecha y ondas dirigidas hacia la izquierda).

Se concibe igualmente que las ondas reflejadas sobre los dos extremos del sistema se combinarán con las ondas directas, de modo que crean en cada punto un estado eléctrico función de su distancia y del tiempo.

Es preciso recordar que, según los casos (aplicación en A de una tensión permanente, sea continua, sea alterna, o aplicación en A de una tensión *fugitiva*), existirán en el conductor aislado regímenes diferentes.

En los dos primeros casos, después de cierto número de oscilaciones, se establecerá en el conductor un régimen *definitivo* (potencial función sencilla del tiempo y del espacio establecida por la central generatriz).

En el último caso, después de una serie de oscilaciones de la carga depositada en A y en virtud del *nó* *mantenimiento* de la tensión, la energía puesta en juego en tales oscilaciones disminuirá por el efecto de varias causas de amortiguamiento, hasta el punto de desaparecer.

C. *Casos particulares de las fórmulas de propagación.*—a) Una tensión continua es aplicada y mantenida.

$$\begin{aligned} f_1(x - v_1 t) \\ f_2(x + v_1 t) \end{aligned}$$

adquieren una forma muy sencilla. Se trata de ondas de *frente rígido*, es decir, tales que el potencial varía en su valor total de un punto a otro.

b) Se aplica y mantiene una tensión sinusoidal:

$$A \sin \Omega t + B \cos \Omega t$$

La forma de las funciones  $f_1$  y  $f_2$  es, como se puede demostrar, la siguiente:

$$U = P \sin(\Omega t - qx) + Q \sin(\Omega t + qx)$$

y, teniendo en cuenta el amortiguamiento de estas ondas,

$$U = P e^{-px} \sin(\Omega t - qx) + Q e^{-px} \sin(\Omega t + qx)$$

siendo P y Q constantes apropiadas,  $q$  representando  $\frac{2\pi}{\lambda}$ ,  $\lambda = VT$  longitud de onda de propagación, T período de la tensión industrial y  $p$  un factor positivo que se definirá luego.

Bajo sus formas más generales, estas funciones pueden representar, en el momento de la propagación:

1.º El potencial en cada punto, definido por

$$U = P e^{-px} \sin(\Omega t - qx) + Q e^{-px} \sin(\Omega t + qx)$$

2.º La corriente de carga correspondiente al establecimiento de este potencial. En efecto, se demuestra la existencia de la ecuación:

$$I = -\frac{\Omega c}{q} \left[ P e^{-px} \cos(\Omega t - qx) - Q e^{-px} \cos(\Omega t + qx) \right]$$

o, bajo las formas más generales:

$$\begin{cases} U = f_1(x - v_1 t) + f_2(x + v_1 t) \\ I = -\frac{\Omega c}{q} [f_1(x - v_1 t) - f_2(x + v_1 t)] \end{cases}$$

Considerando separadamente la onda directa y la onda reflejada se ve que  $\frac{\Omega c}{q}$  desempeña el papel de una *impedancia* llamada *impedancia de onda*.

Por lo tanto la creación de una tensión en un punto se traduce por la creación de dos ondas de *potencial*, directa la una, reflejada la otra, y de dos ondas *complementarias de corriente de carga*. Estas ondas se extienden, a la derecha y a la izquierda, hasta los extremos de la línea y, en estos puntos, se reflejan, en *caso de series posible* (figs. 2 y 3). En este caso retroceden hacia el punto A, en donde son generalmente absorbidas (siendo A un generador), salvo ciertas excepciones que se enumerarán luego.

Es de observar que los valores de  $p$  y  $q$  son respectivamente:

$$p = \sqrt{\frac{\Omega c}{2}} (\varepsilon - i\Omega) \quad q = \sqrt{\frac{\Omega c}{2}} (\varepsilon + i\Omega)$$

Se ve inmediatamente que, tratándose de oscilaciones bastante rápidas (T. S. H.),  $\varepsilon$  y  $i\Omega$  son prácticamente idénticos, de donde se deduce que  $p = 0$  (amortiguamiento nulo) y:

$$q = \Omega \sqrt{cl} \quad \frac{\Omega}{q} = \frac{1}{\sqrt{cl}} = \text{velocidad de propagación.}$$

En este caso, la impedancia de onda es también:

$$\frac{1}{Z} = \frac{\Omega c}{q} = \frac{\Omega \sqrt{cl}}{\Omega c} = \sqrt{\frac{c}{l}}$$

de donde,

$$Z = \sqrt{\frac{l}{c}}$$

Por lo tanto:

$$I = \sqrt{\frac{l}{c}} [f_1(x - v_1 t) - f_2(x + v_1 t)]$$

fórmula que sólo es exacta si la resistencia de la línea es insignificante con relación a la reactancia: por ejemplo, en el caso de las vibraciones que se utilizan en la telegrafía sin hilos, o parecidas. La expresión  $z = \sqrt{\frac{l}{c}}$

adquiere generalmente los valores  $\sqrt{\frac{l}{c}} = 500$  a  $750$

ohmios para las líneas aéreas y  $\sqrt{\frac{l}{c}} = 100$  ohmios para los cables.



III. VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN. — Por consiguiente:  $V_1 = \frac{1}{\sqrt{cl}}$ . Ahora bien,  $\frac{1}{\sqrt{cl}}$ , como es fácil demostrarlo para las líneas aéreas de varias categorías, monofásicas, bifásicas, trifásicas, cuyos diámetros y distancias de conductores varían en los más extensos límites, tiene por valor:

$$2,70 \times 10^{10} \text{ a } 2,98 \times 10^{10}.$$

De donde resulta que:

$$V_1 = 2,70 \text{ a } 2,98 \times 10^{10} \text{ por segundo.}$$

Sólo queda la velocidad rebajada en una medida apreciable cuando hay absorción y, por lo tanto, intervención de la resistencia óhmica.

IV. ONDAS INCIDENTES Y ONDAS REFLEJADAS. — Para mayor sencillez supóngase que una tensión con-

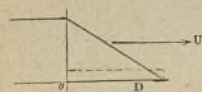


Fig. 4.—Propagación de una onda de frente rígido.

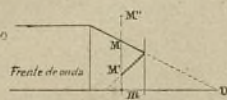


Fig. 5.—Reflexión de una onda de frente rígido.

tinua se halle aplicada en el punto A de una línea de un hilo.

Se propaga con cierta velocidad, con un frente rígido, es decir, de tal modo que dos puntos muy próximos, situados en el vértice de la onda, difieren eléctricamente en toda la cantidad U (fig. 4).

**Reflexión de una onda de frente rígido.**—La onda, si fuese reflejada integralmente, sin modificación de fase (suponemos que no haya fases), sin penetración en la superficie, tendría el aspecto de la figura 5; en tales condiciones, un mismo punto se hallaría sometido a los dos potenciales:

$mM$  incidente.

$mM'$  reflejado.

Sea  $mM''$  el potencial total.

Pero, según la naturaleza de la superficie de reflexión, puede haber una onda reflejada de tensión  $U_1'$ , una onda transmitida  $U_2$ , una onda incidente  $U_1$ .

Lo mismo puede decirse de las corrientes  $i_1$  incidente,  $i_1'$  reflejada,  $i_2$  transmitida con las relaciones intuitivas:

$$\begin{aligned} i_1 &= \frac{U_1}{z_1} \\ i_1' &= \frac{U_1'}{z_1'} \\ i_2 &= \frac{U_2}{z_2} \end{aligned} \quad \left\{ \begin{aligned} z_1 &= \sqrt{\frac{l_1}{c_1}} \\ z_2 &= \sqrt{\frac{l_2}{c_2}} \end{aligned} \right.$$

$\sqrt{\frac{l_1}{c_1}}, \sqrt{\frac{l_2}{c_2}}$  siendo respectivamente relativas a los trozos (lado emisión y lado reflexión).

**Valores de las tensiones e intensidades reflejadas y transmitidas.**—Considérese una red heterogénea, por ejemplo, la constituida por una línea con pararrayos, con limitador, o prolongada por un cable subterráneo, etc.

Sea una lámina reflejante (paso de un trozo de impedancia de onda  $z_1$  a un trozo de impedancia  $z_2$ ):

$$z_1 = \sqrt{\frac{l_1}{c_1}} \quad z_2 = \sqrt{\frac{l_2}{c_2}}$$

suponiendo que la onda presente un frente perfectamente rígido, trasladándose de la izquierda a la derecha.

La onda reflejada de tensión tiene por valor:

$$U_1' = U_2 - U_1.$$

Asimismo, la corriente reflejada tiene por valor:

$$i_1' = i_1 - i_2$$

De ello se deducen las siguientes relaciones simples entre las cantidades directas y las cantidades reflejadas:

$$\begin{aligned} U_1' &= U_1 \left( \frac{z_2 - z_1}{z_2 + z_1} \right) & i_1' &= i_1 \left( \frac{z_2 - z_1}{z_2 + z_1} \right) \\ U_2 &= \frac{2U_1 z_1}{z_2 + z_1} & i_2 &= \frac{2i_1 z_1}{z_2 + z_1} \end{aligned}$$

Del mismo modo se formarían las expresiones de las potencias puestas en juego en la onda incidente, la onda transmitida y la onda reflejada.

**Casos particulares de reflexión. Líneas abiertas. Líneas en corto-circuito.**

**Reflexión en un hilo aislado (línea abierta).**

En este caso  $z_2 = \infty$ .

Fácilmente se obtiene:

$$\begin{cases} U_2 = 2U_1 \\ U_1' = U_1 \\ i_1' = i_1 \\ i_2 = 2i_1 \end{cases}$$

Por consiguiente, la onda reflejada se vuelve de una amplitud igual a la de la onda incidente. La corriente transmitida es evidentemente nula.

**Línea en corto-circuito.**—Con igual facilidad se demostraría que el corto-circuito en un extremo se traduce por una tensión  $U_2$  nula, una tensión reflejada igual y de signo contrario a la onda incidente y finalmente por una corriente  $i_2$  doble de la corriente  $i_1$ .

**Ondas directas y ondas retrógradas en el cierre del circuito.**—Considérese siempre una línea única y aislada con relación al suelo (fig. 6).

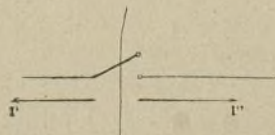


Fig. 6.—Ondas directas y ondas retrógradas en el cierre del circuito.

Hallándose la estación central imponente para suministrar instantáneamente la nueva carga necesaria, se tiene:

$$I''dt = I'dt$$

siendo las corrientes de carga (red aumentada) iguales a las corrientes de descarga (hacia la estación central) a la derecha del interruptor.



Ahora bien:

$$\begin{cases} I'' = \frac{U'}{z''} \\ I' = \frac{U'}{z'} \end{cases}$$

de donde, teniendo en cuenta que

$$\frac{U''}{z''} = \frac{U'}{z'} = \frac{U' + U''}{z' + z''}$$

se deduce:

$$\begin{aligned} U'' &= \frac{U z''}{z' + z''} \\ U' &= \frac{U z'}{z' + z''} \end{aligned}$$

Se ve, pues, que los potenciales se dividen como las impedancias de onda; resulta de ello que la puesta en circuito de un cable ( $z''$  débil) sobre una línea aérea, sólo se traduce por un escaso descenso de la tensión en la línea.

Al contrario, una línea aérea bruscamente unida a un cable, debilita mucho la tensión.

V. VALORES IMPROPIOS DE LAS SOBRETENSIONES Y DE LAS SOBREINTENSIDADES. FACTORES DE AMORTIGUAMIENTO.—Muy numerosas son las causas que concurren a amortiguar las ondas directas nacidas en un conductor y las que resultan de la reflexión de éstas. Las principales de estas causas son:

Resistencia óhmica de la línea, efectos de inducción electromagnética de las líneas próximas, corrientes de Foucault e histéresis en las masas metálicas cercanas, efectos impropios que, como se sabe, adquieren valores muy importantes cuando la tensión excede de cierto límite.

Es conveniente, sin embargo, determinar mediante cálculos sencillos los valores impropios, aunque sean teóricos, que pueden adquirir las sobretensiones y sobreintensidades procedentes de las ondas de ruptura o de cierre.

Por ejemplo, una potente estación trifásica a 60.000 voltios, librada su carga en el momento en que estuviera en su máximo (hipótesis más desfavorable), daría lugar a una sobretensión en los bornes de salida de la línea aérea, igual a:

$$\Delta U = 500 I_{max}$$

tomando  $500 \omega = z$ , impedancia de onda de la línea aérea.

Si

$$I_{max} = I_{eff} \sqrt{2}, \quad y \quad I_{eff} = 200 \text{ amperios}$$

la sobretensión será aproximadamente

$$\begin{aligned} \Delta U &= 500 \times 280 = 140.000 \text{ voltios} \\ \Delta U &= 140.000 \text{ voltios.} \end{aligned}$$

Esta sobretensión es, como se ve, independiente de la tensión industrial, pero será naturalmente tanto menos temible cuanto que sea más elevada la tensión industrial, conclusión aparentemente paradójica.

Igualmente, al ser puesta en tensión la línea, en un instante del período en que  $U$  alcanza su máximo, siendo en este caso  $I_{eff}$  igual a 200 amp.,  $I_{max} = 274$  amp. corresponde una sobreintensidad que tiene por valor:

$$\Delta I = \frac{U_{max}}{500}$$

Si  $U_{max} = 50.000$  voltios,  $\Delta I = 100$  amp., o sea la mitad de la corriente de régimen, valor ya considerable.

No debe confundirse esta sobreintensidad con la corriente de capacidad, que es en este caso mucho más débil, aproximadamente 1/10 de la precedente.

VI. MODIFICACIONES INTRODUCIDAS EN LA PROPAGACIÓN DE LAS ONDAS POR LA HETEROGENEIDAD DEL CIRCUITO DE TRANSPORTE. INFLUENCIA DE LAS CAPACIDADES Y DE LOS «SELFS». DEFORMACIÓN DEL FRENTE DE ONDA.—La interposición de un «self» sobre una porción de circuito recorrida por las ondas impulsivas tiene por efecto ensanchar el frente de onda; fácil es demostrarlo. Basta observar que la presencia de una self-inducción se traduce en la aparición de una fuerza electromotriz de self-inducción que modifica la ley de repartición de los potenciales sobre el conductor.

Es igualmente fácil demostrar que la interposición de un «self» se traduce en una elevación más o menos importante de la tensión en aumento, a consecuencia de la energía localizada en el «self» y que es finalmente restituida a la red.

Al contrario, si la inserción de una capacidad en paralelo con las líneas, o entre cada conductor y la tierra, se traduce también en una deformación del frente de onda, esta influencia es mucho más considerable que en el caso del «self», y con capacidades fácilmente realizables, puede obtenerse un aplanamiento muy marcado del frente de onda.

(Continúa).

## Los modernos relojes eléctricos

De los muchos problemas que han encontrado solución por medio de la aplicación de la electricidad, uno de ellos y de los más importantes ha sido el de los relojes que accionados a distancia por electricidad podían marchar todos al unísono y a la hora exacta.

La aplicación de la electricidad al mecanismo de los relojes, data de mucho tiempo, si bien hasta la época actual no se podía disponer de verdaderas combinaciones que juntasen la comodidad a la seguridad abso-

luta en el funcionamiento de los mismos y por consiguiente en asegurar un buen servicio adecuado a los tiempos por que atravesamos y que, desde luego, reclaman una exactitud precisa y fija.

Estas reclamaciones de las circunstancias, han hecho que muchos constructores ideasen modelos en los que, si bien el principio en que se basaban eran los mismos, variaban mucho en su construcción y principalmente en la disposición de los elementos destinados



a la transmisión de los movimientos que habían de originar los cambios necesarios.

En los relojes hay que distinguir dos grupos:

- 1.º Relojes con mecanismo único (primario);
- 2.º » » secundario.

En el primer grupo hay dos subdivisiones que son: 1.ª los en que su funcionamiento es solo para ellos mismos sin derivación alguna a otros relojes y la segunda agrupación son aquéllos en que su movimiento original o primario es transmitido luego a otros relojes que son precisamente los que constituyen el grupo segundo anotado anteriormente.

lle  $f_1$ , con lo cual queda cerrado el circuito eléctrico (por medio del contacto  $c$ ) para el electroimán  $M$ .

Este electroimán obra en  $a$  sobre la palanca  $K$  y mueve entonces al *tenedor* o áncora del péndulo  $C$  en la dirección de su posición central, con lo cual, el áncora, que descansa por medio del gatillo  $D$  sobre el péndulo  $P$  (oscilante en el mismo sentido) comunica a este último una fuerza de acción, proporcionada.

Tanto la palanca  $K$  como el áncora  $C$  del péndulo, están compensados por medio de un contrapeso  $L$ .

La corriente eléctrica es conducida en sus dos polos, uno en  $g$  y el otro en la parte posterior del muelle

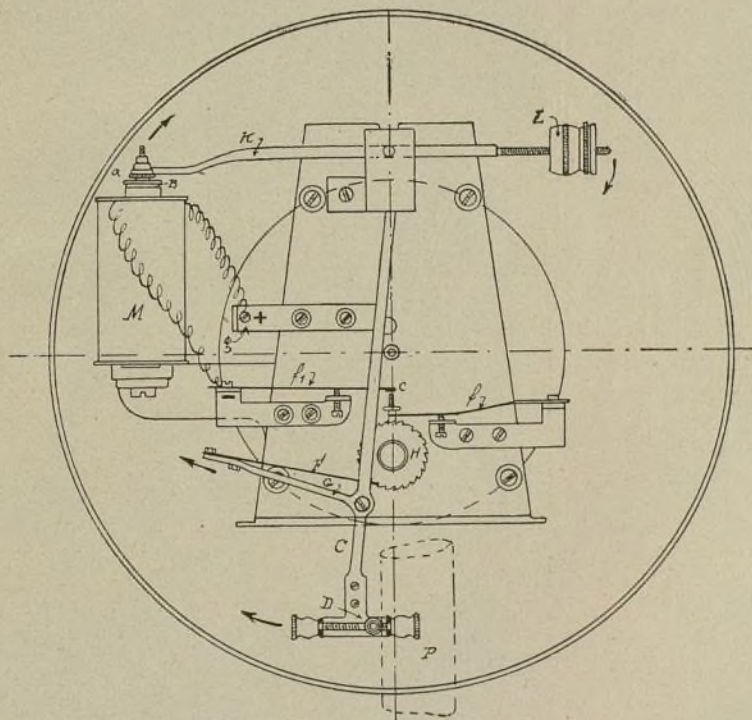


Fig. 1.

Entre los del grupo 1.º, presentamos en la figura 1 un esquema del tipo *Aron*, cuyo modelo ha logrado gran fama. Este reloj es el llamado «Reloj de fuerza única con acción electromagnética». En este tipo, el péndulo es mantenido en movimiento por medio de un electroimán, continuamente.

El péndulo  $P$  lleva en su extremidad un peso de 2 kilogramos. Cada oscilación dada hacia la izquierda arrastra consigo al gatillo  $D$  con su diente  $C$ , el cual está fijo sobre el mismo eje con su palanca (en ángulo recto)  $K$ . Al efectuar la oscilación contraria, el muelle  $F$  colocado en el brazo lateral  $G$  del gatillo, tropieza con el diente correspondiente de la rueda de escape  $H$  y en su movimiento giratorio levanta un pequeño cono en el muelle  $f$  cuyo extremo posterior oprime al muelle

$f_1$  de forma tal que al colocar el mecanismo en la caja destinada a su resguardo, entran en contacto por medio de pequeñas planchas que hacen las veces de muelles de contacto.

El muelle de acción  $F$  está calculado de tal forma que en su movimiento lateral se desliza siempre *únicamente* sobre *un solo diente* y la rueda de escape gira también lo proporcional a *un solo diente*.

La transmisión del movimiento desde el eje de la rueda de escape  $H$  hasta las saetas indicadoras, se verifica del modo ya conocido en mecánica.

En cuanto al segundo grupo, lo dividiremos en relojes centrales o primarios y secundarios.

En la figura 2 presentamos un reloj central o primario y en la figura 3 un reloj secundario.















rivaci  
nador

Si  
habrá  
te en  
densa  
cual e  
rá en  
aparata

Si  
vo en  
sión c  
tiempo  
sidad d

Co  
calce,  
densac  
cero d  
te para

La  
de des  
tuada e  
kilome  
reunida  
gitud,  
tuadas  
mencio

Las  
ción co  
cuádrup  
de los  
émbolo

Ad  
consta  
para la  
bombe  
quinari  
densac  
nas se

Bre  
ciendo,  
cuádrup  
nivela,  
merame  
rísticas  
que est

Los  
colocad  
cilindro  
otro lac  
manivel  
tral). E  
da de v  
sición d  
dia, los  
observa



rivación, un circuito que comprende en serie, el detonador 11 y la bobina de desconexión 10 del disyuntor.

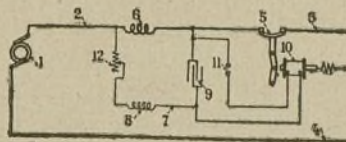
Si la bobina 6 está desprovista de autoinducción, habrá un desfase de  $90^\circ$  entre la intensidad de corriente en esta bobina y la tensión en los bornes del condensador 9, y, cuando se alcance el máximo para el cual está regulado el detonador 11, la bobina 10 entrará en acción y gobernará el desconexiónamiento del aparato.

Sin embargo, la desconexión no tendrá lugar efectivo en un tiempo apreciable a partir del paso de la tensión de producción de chispa al máximo, es decir, un tiempo apreciable después de pasar del cero la intensidad de corriente de la bobina 6.

Como la bobina 6 presenta autoinducción, hay descalce, en adelante, de la tensión en los bordes del condensador y su máximo podrá llevarse más allá del cero de corriente en la bobina 6, en un tiempo suficiente para permitir al disyuntor funcionar y cortar efecti-

vamente los contactos 5 en el instante en que la corriente pasa por cero.

El corte de las corrientes en tales condiciones evita radicalmente todas las perturbaciones y todas las oscilaciones de corriente que son de temer cuando se



corta la corriente en cualquier otro momento. La construcción del aparato puede ser menos costosa si se le destina a un servicio menos importante y se pueden reducir sus dimensiones para una intensidad eficaz de valor dado.

## Bombas para la extracción de las aguas residuarias de la ciudad del Cairo (Véase la lámina central)

La estación central de máquinas del nuevo sistema de desagüe establecido en la ciudad del Cairo, está situada en Kafr-el-Gamous, aproximadamente a unos 13 kilómetros de la población, y el conjunto de las aguas reunidas recorren un colector de 1.390 metros de longitud, desde la ciudad hasta las bombas elevadoras, situadas bajo la sala de máquinas en la estación central mencionada.

Las máquinas que constituyen esta notable instalación consisten en cuatro series o juegos de motores de cuádruple expansión verticales invertidos, cada uno de los cuales conduce directamente un juego triple de émbolos de simple efecto.

Además de las máquinas principales, la estación consta de tres generadores directamente acoplados para la producción de luz y fuerza, a la estación de bombeo y calderas adjuntas, así como la necesaria maquinaria auxiliar para la filtración de las aguas, condensación, etc. El vapor para el conjunto de las máquinas se genera por cuatro calderas tubulares.

Brevemente quedarían descritas estas máquinas diciendo, como ya lo hemos hecho, que son del tipo de cuádruple expansión, vertical, invertidas, de triple manivela, pero nos detendremos a describir, siquiera someramente, sus principales particularidades y características que le dan el notable valor de singularidad de que están dotadas en su especial aplicación.

Los cilindros de intermedia y de alta presión están colocados en tándem sobre la manivela central y los cilindros de baja presión y segunda intermedia a uno y otro lado de la primera intermedia y sobre las demás manivelas como muestran las figuras 1 y 2 (lámina central). El punto de principal interés respecto a la llegada de vapor de las máquinas se relaciona con la disposición del cilindro de alta presión y de primera intermedia, los cuales son de simple efecto, conforme puede observarse por la figura 4.

Existen numerosos puntos en relación con esta disposición, la cual está considerada como ventajosísima comparada con la más corriente en el sistema de dos cilindros de doble efecto, sobrepuestos, siendo entre otras muchas de las ventajas, la reducción considerable del número de válvulas y la consecuente de órganos de trabajo, lo cual tiende y contribuye siempre a una reducción en las pérdidas de vapor y aumento del rendimiento mecánico.

La disposición orgánica general de las máquinas, de hecho es prácticamente equivalente al cuerpo de bomba de doble efecto, en cuanto concierne al número de válvulas y al cambio de marcha, con la ventaja de un grado reducido de temperatura en cada cilindro. Los émbolos de los dos cilindros (fig. 4) son de una pieza, formando lo que se puede llamar un pistón diferencial. La parte superior de este pistón es de forma de mortero y ocupa el cilindro de alta presión en la total longitud del curso, impidiendo así el enfriamiento de las paredes del cilindro de alta presión por contacto con el vapor a temperatura inferior contenido en el espacio anular en la parte superior del cilindro de primera intermedia. Este espacio anular está en relación por medio del tubo llamado en la figura 3 «tubo de equilibrio», con el receptor de baja presión, empleándose así el escape de los cilindros de simple efecto en trabajo útil en el cilindro de baja presión.

Los cilindros de vapor son respectivamente de 432, 686, 838 y 1244 milímetros de diámetro con un curso común de 914 mm. y cuando funcionan a la velocidad de 22 revoluciones por minuto cada máquina es capaz de desarrollar una fuerza de 200 caballos. Los cilindros de alta y primera presión intermedia están dotados de válvulas dobles de oscilación, estando bajo el régimen del regulador el período de apertura de las válvulas de vapor de ambos cilindros, mientras los cilindros de segunda intermedia y baja presión tienen



válvulas Corliss, pudiéndose regular a mano el período de apertura de las válvulas de vapor de estos cilindros, mientras la máquina está en movimiento.

El conjunto de las válvulas se acciona por medio de un eje alzador situado en el frente de los cilindros, el cual gira a la misma velocidad que el cigüeñal, mediante una transmisión por un eje vertical situado entre el centro y el lado derecho de las manivelas (fig. 1). La fuerza que absorbe todo este sistema de transmisiones destinado al funcionamiento de las válvulas con todos sus juegos de varillas y palancas, está reducido al mínimo. Todo el sistema que actúa el cambio de marcha está contenido en una caja hermética, de aceite, si-

tuada sobre los cilindros. Las válvulas de vapor de todos los cilindros tienen un movimiento que les permite verificar prácticamente un cierre instantáneo, absorbiéndose el choque y el ruido que producen, por unas cajas de aceite que hacen completamente silencioso el funcionamiento de las máquinas, mientras las válvulas Corliss se regulan por cajas de muelles del tipo corriente. La disposición de las válvulas de los cilindros de primera intermedia y alta presión, se representan en la figura 4, y en las 6 y 7, respectivamente, la válvula de vapor de alta presión y la de escape del cilindro de la presión primera intermedia, a mayor escala. En la figura 7 se representa la válvula Corliss.

## La fusión del hielo a 0°

M. E. Somermeier, se propuso utilizar un vaso de Dewar como vaso calorimétrico para medir el calor de fusión del hielo.

El proceso operatorio que utilizó fué el siguiente:

En una cámara mantenida a algunos grados bajo cero introdujo unos trozos de hielo de 1 centímetro aproximadamente. Pasó luego 100 gramos de este hielo a un frasco de Erlenmeyer. Este frasco lo sumergió en seguida en una mezcla de hielo y de agua, en la que lo mantuvo durante bastante tiempo. Sacado el frasco vertió rápidamente su contenido en un vaso de Dewar conteniendo una cantidad determinada de agua. Aplicando los cálculos calorimétricos usuales, le fué fácil determinar el calor de fusión del hielo a 0°C.

En una primera serie de determinaciones, la cantidad de hielo utilizado estuvo comprendida cada vez entre 100 y 140 gramos; los trozos se pesaron a - 7°C manteniéndose en la mezcla de hielo y agua de 45 a 60 minutos. Los resultados obtenidos para el calor latente de fusión en tres series de determinaciones fueron, respectivamente: 79, 88, 79,98 y 79,89, de donde se deduce la media: 79,92.

Estos resultados fueron muy satisfactorios pero el experimentador deseando un valor medio basado en un mayor número de pruebas emprendió una segunda serie de mediciones. Si los trozos de hielo no habían tenido tiempo de alcanzar en la mezcla de hielo y agua la temperatura de 0°, los números obtenidos podían ser demasiado bajos. Por lo tanto, en la nueva serie, los pedazos de hielo se pesaron a la temperatura de - 3°C aproximadamente, manteniéndolos en la mezcla durante un tiempo comprendido entre 70 y 200 minutos. Los resultados obtenidos en cuatro determinaciones, fueron 79,53, 79,56, 79,38 y 79,51 o sea un valor medio de 79,49. Pero estos valores, muy próximos entre sí, concuerdan con los de la primera serie. La diferencia de unos 0,4 es de sentido contrario a lo que podía esperar.

M. Somermeier hace notar que los frascos Erlenmeyer utilizados en la segunda serie de experiencias contenían siempre, después de haberles sacado el hielo, cierta cantidad de agua, aproximadamente 1 centímetro cúbico. Una parte del hielo se había, por lo tanto, fundido antes de haber sido introducido en el calorímetro, lo cual explicaba los valores más bajos obtenidos.

Sin embargo, parece inverosímil que el hielo haya

podido fundirse en un recipiente cerrado, rodeado de una mezcla de hielo y de agua rigurosamente a la temperatura de 0°. Esto está en desacuerdo con las ideas comunmente admitidas. M. Somermeier procuró asegurarse directamente de este hecho. Al efecto, suspendió los trozos de hielo seco de hilos muy finos en frascos de Erlenmeyer, sumergiéndolos en una mezcla de hielo y de agua como en las experiencias calorimétricas. Al sacar los trozos de hielo, eran perfectamente visibles las gotas de agua en la parte inferior de ellos y con un papel filtro se pudo absorber una cantidad de agua apreciable.

M. Somermeier se propuso determinar las cantidades de hielo que podían fundirse. A fin de evitar cualquier error debido a una diferencia en la composición del agua, el hielo sobre el cual observó el fenómeno así como el utilizado para preparar el hielo fundente procedía de una misma muestra de agua destilada y recientemente hervida. Para dar una idea del orden de magnitud del fenómeno observado, he aquí un ejemplo sacado de los resultados numéricos contenidos en la Memoria de M. E. Somermeier: sobre 50 gramos de hielo pesados a - 2° C y mantenido durante 32 horas en una mezcla de hielo y de agua obtuvo 1 gramo de hielo fundido.

El fenómeno observado es evidentemente muy curioso; la teoría no es fácil formularla. M. Somermeier ha ideado cierto número de explicaciones que no le han parecido satisfactorias. He aquí una que es bastante interesante.

Sutherland considera el hielo como un compuesto de fórmula  $(H^2O)^3$  y el agua como una mezcla de  $(H^2O)^2$  y  $(H^2O)^3$  en proporciones variables. Piensa que el verdadero punto de fusión del hielo  $(H^2O)^3$  está por debajo de cero y el de  $(H^2O)^2$  por encima de cero, lo que dá lugar a creer que lo que se observa a 0° es la fusión de  $(H^2O)^3$  conteniendo cierta cantidad  $(H^2O)^2$ . Cuando la congelación progresa, existe en una proporción muy pequeña  $(H^2O)^2$  mezclado a  $(H^2O)^3$  pudiendo faltar por completo. Pero cuando el hielo se calienta hasta cerca de 0°, una parte de  $(H^2O)^3$  se transforma en  $(H^2O)^2$  y la mezcla empieza a fundirse.

En realidad esta explicación no descansa en ningún dato experimental debiendo considerarse solo como una posibilidad.

Hess ha propuesto experimentar sobre el hielo to-



mado bajo diferentes condiciones de temperatura y de presión; hace notar que Tamman ha observado. para una temperatura dada, un descenso brusco del émbolo bajo una presión menor que la indicada por el cálculo termodinámico, logrando la fusión de una parte del

hielo antes de la presión requerida para ello.

Los resultados obtenidos por M. Somermeier pueden considerarse como un caso particular del mismo fenómeno para la temperatura de 0° y la presión de una atmósfera.

## El temple del acero

Henry Le Chatelier hace observar que los experimentos muy interesantes de Portevin, Chevenard y Dejean ofrecen la demostración experimental completa de una antigua teoría del temple propuesta en 1895 por André Le Chatelier.

Según Le Chatelier, el temple impide el desdoblamiento de la disolución de ferrita y de cementita en el punto de recalescencia, pero permite el retorno del hierro a su estado normalmente estable en frío, en esta disolución.

En un trabajo reciente en que aquél define los constituyentes de los aceros, considera la martensita como una solución sólida muy magnética, de carbón en el hierro. Este es el producto normal del temple de todos los aceros a partir de 800°. El enfriamiento brusco impide la solución austenítica de desdoblarse, pero no impide, salvo casos excepcionales, el que el hierro  $\gamma$  se vuelva en esta solución al estado de hierro  $\alpha$ .

No se ha logrado comprobar directamente la realidad de la transformación del hierro en el corto transcurso de tiempo que dura el temple, verificándose el descenso de la temperatura a razón de varios centenares de grados por segundo. Operando con hilos de 1 a 2 décimos de milímetro de diámetro y utilizando, para caracterizar la transformación del hierro, los cambios

de longitud, en vez de las variaciones de magnetismo, Chevenard ha vencido con bastante precisión las dificultades que parecían insuperables. Las mediciones térmicas de Portevin, Garvin y Dejean conducen a los mismos resultados.

La naturaleza de la *martensita* está, pues, definida. Pero existe en los aceros otro constituyente, la *troostita*, respecto al cual subsisten las dudas.

La *troostita* se produce en las velocidades medias del temple y químicamente está constituida por una mezcla de cementita y de ferrita en granos muy finos; físicamente tiene las propiedades de la perlita pero difiere mucho de ella desde el punto de vista mecánico.

Los aceros de herramientas, templados, después de volver a los 300°, estando formados de troostita son bastante más duros que los mismos aceros completamente recocidos que están formados de perlita. Según Henry Le Chatelier, el desdoblamiento directo de la austenita da la perlita por yuxtaposición de la cementita y de la ferrita; y el de la martensita dará la troostita o, por un regreso ulterior a temperatura más elevada, la *sorbita* granular de Osmond.

Siempre que se halla la troostita el metal habrá debido pasar al estado *martensítico* y éste parece accesible a la experimentación.

## ULTIMAS INVENCIONES

### Dispositivo de puesta en marcha para motor de automóvil accionado automáticamente o a mano

La invención tiene por objeto permitir la puesta en marcha, por uno u otro método, pero sin arrastrar en el arranque a mano ninguna de las piezas que impone el empleo de la puesta en marcha automática.

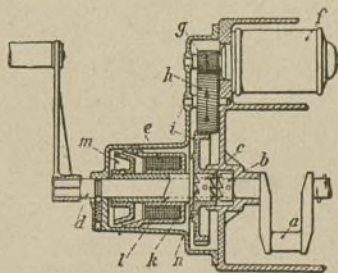
La puesta en marcha automática se obtiene por la electricidad, con la ayuda de un motor cuyo emplazamiento no está invariablemente fijado por las disposiciones dadas a la presente figura a título de ejemplo y para precisar el principio.

Para la puesta en marcha a mano, se acopla el árbol de manivela *d* al árbol del motor *a* por medio del embrague *c, b*; la toma se hace entre *c* y *b* cuando gira la manivela en el sentido deseado; un movimiento de deslizamiento lateral separa los dientes helicoidales *b* y *c* cuando el motor está en marcha.

Para el arranque con motor eléctrico, el motor *f*, permite arrastrar por una doble transmisión *g, h*, el disco *i* encajado en el extremo del árbol hueco *l*, por el interior del cual pasa el árbol *d* utilizado para la puesta en marcha a mano del motor *a*.

Si la corriente eléctrica es llevada al arrollamiento

*e* del embrague electromagnético *e, m*, la armadura *m*, atraída hacia la derecha por el electroimán *e*, arrastrará al árbol hueco *l* y pondrá en toma con la cara izquierda de *c* el diente helicoidal *k* que prolonga el ár-



bol hueco. Los dos embragues *c, b* y *k, c*, quedan así puestos en toma y unidos en esta posición por el movimiento de rotación del disco *i*, y este movimiento se transmite al árbol del motor por dos embragues mecánicos de dientes helicoidales en lugar de uno solo.



Cuando el motor ha tomado un movimiento propio de rotación y arrastra por sí mismo en su movimiento el semiembrague de diente helicoidal *b*, la inclinación de los dientes de embrague permite el desembrague automático de *c* y *b*. Las ruedas de retorno *g*, *h* e *i*, pueden todavía, si son de dientes oblicuos, facilitar por su componente axial, los movimientos de embrague y desembrague ya descritos.

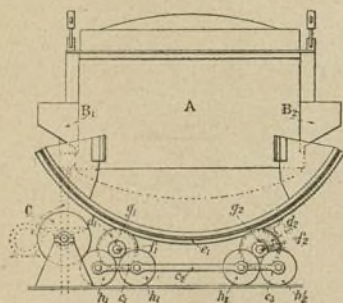
Se puede dar una forma más reducida a los órganos de puesta en marcha automática, poniendo directamente el motor eléctrico *f* sobre el árbol hueco *l*, es decir, en el lugar que ocupa, en la figura el dispositivo de acoplamiento magnético *m*, *e*, el cual gira entonces lateralmente hacia la derecha. El funcionamiento es el mismo y la única ventaja es la reducción de espacio.

### Perfeccionamiento de los dispositivos de basculamiento de los hornos

Este dispositivo tiene por objeto evitar, en los hornos o cucharas de colada de sistema basculante, los inconvenientes que resultan del desplazamiento horizontal de la boca de colada y que obliga a desplazar el recipiente, en el cual se vierte el contenido del horno, si no se compensa el desplazamiento de la boca de colada.

Este dispositivo está dotado, para esta compensación, de órganos que mantienen la colada por la boca sobre una vertical prácticamente fija. A este efecto la parte inferior del horno está soportada por dos discos de fricción *d*<sub>1</sub>, *d*<sub>2</sub>, fijados en los ejes *f*<sub>1</sub>, *f*<sub>2</sub>, de un bastidor inferior y en contacto con dos ruedas que al rodar sobre los rieles producen el desplazamiento compensador.

Se ve en la figura que los pares de ruedas *h*<sub>1</sub>, *h*<sub>1</sub>', *h*<sub>2</sub>, *h*<sub>2</sub>', reciben su movimiento de dos pares de discos

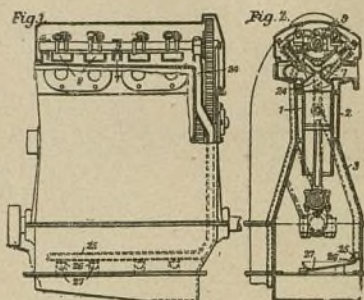


*g*<sub>1</sub>, *g*<sub>2</sub> por fricción que con ellos tienen los mismos ejes respectivos *f*<sub>1</sub>, *f*<sub>2</sub> que los discos *d*<sub>1</sub>, *d*<sub>2</sub>.

El desplazamiento de la boca de colada en el espacio, se acompaña así de un resbalamiento sobre los discos *d*<sub>1</sub>, *d*<sub>2</sub>, de dos rieles *e*<sub>1</sub>, *e*<sub>2</sub> fijados en la parte inferior del horno o de la cuchara y el desplazamiento lineal que resulta por las ruedas *h*<sub>1</sub>, *h*<sub>1</sub>', *h*<sub>2</sub>, *h*<sub>2</sub>', debe compensar exactamente el desplazamiento horizontal de la boca de colada y mantener sobre una vertical fija la colada del horno o cuchara.

### Lubricación de los motores de combustión interna

En este nuevo sistema de lubricación de los motores de combustión interna que pasamos a describir, los cilindros 1 con sus camisas de agua 2 y la parte superior 3 de la cámara de bielas, constituyen una sola pieza de fundición. Las tapas 4 de los cilindros forman una pieza de fundición separada en la que se moldean los conductos 7. Dentro de estos conductos existen una



serie de orificios 8 que corresponden a cada serie de levas del eje 9, cada una de las cuales actúa las válvulas de un cilindro. Estos orificios o puertas 8 no llegan a la base del conducto 7 sino que forman puente para procurar un paso al lubricante a lo largo del conducto. En el extremo inferior del mismo conducto 7 se forma un espacio 24 que verticalmente descende en un corto recorrido a partir de la parte inferior del conducto 7 y entonces torciendo hacia un lado se dirige oblicuamente hacia la parte inferior de la pared lateral o ángulo de la cámara de la biela. En su extremo inferior se abre en una conducción tubular horizontal 25 que forma parte integral de la parte inferior de la cámara de la biela. Este conducto 25 se prolonga a lo largo de dicha cámara y está provisto de una serie de caños o tubos 26 situados por encima de los orificios inclinados 27 cada uno de los cuales está situado bajo cada biela del motor. Todo el aceite que se vierte de los orificios 27 se recoge en un colector formado en el fondo de la cámara de bielas, provisto de un filtro o colador adecuado.

### El aeroplano Gota II de combate y bombardeo de 450 caballos

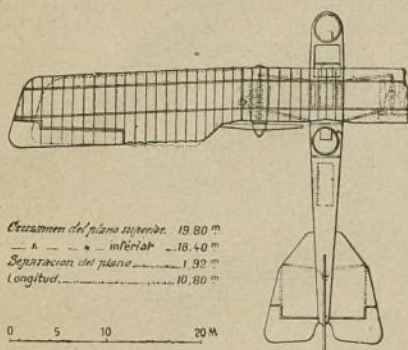
Las dimensiones de este aparato provisto de dos motores Benz de 225 caballos, 6 cilindros y 1.400 revoluciones por minuto, están indicadas en los esquemas de las figuras. Este aparato transporta una cantidad de carburante suficiente para cuatro horas de vuelo. Su peso total es de 1.950 kgs. La carga normal (el piloto y dos bombarderos) es de 225 kgs. Transporta, además, este aparato, 453 kgs. de carburante, 90 kgs. de aceite y los cañones y obuses que representan un peso de 350 kgs.

La superficie total de sustentación es de 63 m<sup>2</sup>. que corresponde a una carga de 4,41 kgs. por metro cuadrado y aproximadamente 6,80 kgs. por caballo.



Entre los detalles interesantes de la construcción, no visibles en las figuras, citaremos los siguientes:  
Los planos forman un ligero ángulo de 2.º

Las nervaciones, por el contrario del Gota ordina-



rio, están dispuestas paralelamente al eje del cuerpo del aparato.

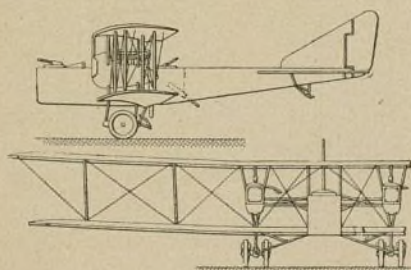
El plano posterior es más largo que en el Gota I y el timón se parece al del Albatros.

Los timones de dirección y de profundidad están equilibrados y contruados con tubos de acero como en el Gota I.

La sección del cuerpo es rectangular y su posición, paralela a la línea de vuelo u horizontal cuando el aparato está en equilibrio.

Una de las posiciones de los bombarderos está a proa; detrás está el asiento del piloto, a continuación el depósito de esencia entre los de municiones situados uno a cada lado. Detrás del depósito de esencia está el sitio del segundo bombardero.

Los cañones van montados sobre soportes rotativos. La posición posterior permite el tiro vertical hacia abajo. Es de notar el tren de aterramiento de este



aparato por lo que difiere del tipo normalmente adoptado en Alemania.

Los motores van encerrados en las barquillas, los radiadores de colmena van colocados delante de los motores.

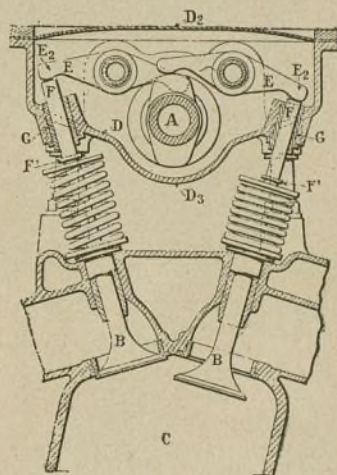
Los depósitos de municiones son del tipo ordinario conteniendo cada uno de ellos 6 obuses. Además, bajo el cuerpo del aparato, dispuestas horizontalmente y superpuestas van 4 bombas incendiarias.

## Gobierno de válvulas para motores de combustión interna

La figura representa, en sección vertical, la disposición dada a este mecanismo, montado encima del cilindro C de un motor de combustión interna. Está encerrado en una caja de protección D que puede hacerse de fundición con la envoltura del cilindro C, y que está separada del exterior por una placa o tapa D<sub>2</sub> y por un fondo D<sub>3</sub> provisto de aberturas transversales para los manguitos G.

Por estas aberturas pasan los pulverizadores F prolongando los ejes de las válvulas B que aseguran el gobierno mecánico.

Para esto, dos palancas oscilantes E montadas en la caja sobre los ejes paralelos al árbol de levas A, hacen



presa en la leva por un extremo y por el otro extremo E<sub>2</sub> hacen presión sobre los pulverizadores F.

El nivel del aceite en la caja se mantiene bajo, y los manguitos G son por otra parte bastante altos para que este sistema no produzca ningún escape.

## El ilio

### Nueva aleación sustitutiva del platino

El elevado precio del platino y la necesidad de hallar un sustitutivo en las muchas aplicaciones que aquel metal precioso ha alcanzado en la actualidad, se han estudiado diversas aleaciones especialmente en Norte América donde al fin se ha logrado un compuesto de cualidades similares principalmente la excepcional de resistir a la acción corrosiva de los ácidos y de los gases. Según Braley y Rowland el ilio se compone de:

Cobre . . . . .	6,42
Manganeso . . . . .	0,98
Silicio . . . . .	1,04
Wolfram . . . . .	2,13
Níquel . . . . .	60,65
Aluminio . . . . .	1,09
Hierro . . . . .	0,76
Cromo . . . . .	21,07
Molibdeno . . . . .	4,67

Total . . . . . 98,81



## Métodos modernos de aplicación práctica a la industria en general

### La tintura fotográfica

Desde hace tiempo se conocen diversos medios de transformar en mordiente tintóreo la substancia que constituye la imagen fotográfica. Smith, en 1854, obtuvo tonos rojos, amarillos, púrpuras, azules, verdes, mediante soluciones férricas, tonos gamuza con el bicromato de potasa y combinando los procedimientos con el campeche, variaba los matices. La doble propiedad que poseen las sales de cromo de reducirse por la luz y de fijar ciertas materias colorantes, ha permitido también obtener algunos resultados interesantes. Perroz en 1857, en su curso en el Conservatorio de Artes y Oficios; Kopp, en 1863 en la Sociedad Industrial de Mulhouse, hicieron mención de esta particularidad y de las aplicaciones de que era susceptible.

En 1866 Endemann perfeccionó este procedimiento de impresión adicionando a la sal de cromo una sal de vanadio que suministra un mordiente más energético y una sensibilidad mayor. El papel o tejido que se ha de imprimir se sensibiliza en una solución que contenga, para un litro de agua, 50 gramos de bicromato de amoníaco o de sosa. Después de desecación en la oscuridad e impresión a la luz bajo un cliché negativo, se hace visible una ligera imagen. Un lavado en agua fría basta para eliminar las sales que no han sido impresionadas, dejando solamente el mordiente vuelto insoluble y fijado por la acción luminosa. Se procede entonces a darle el tinte deseado en una solución caliente del colorante escogido el cual no se deposita sino en los puntos impregnados del mordiente. M. Villain, en 1892, aplicó a este procedimiento los nuevos colores de alizarina, más económicos que los que habían empleado hasta entonces los anteriores experimentadores. Este recomendaba especialmente los colorantes siguientes:

Alizarinas artificiales, para el color violeta, azul de alizarina S, negros de alizarina S y R, galoflavina, purpurina, pardo de antraceno, anaranjado de alizarina S, amarillo de alizarina, castaño de alizarina, verde de alizarina, alizarina azul-indigo S, alizarina Burdeos, alizarinas cianina, galeína y ceruleína.

Algunos de estos productos pueden desde luego mezclarse entre sí, proporcionando una gama extraordinariamente variada de matices muy sólidos.

Las sales de hierro forman igualmente mordientes tintóreos. El tejido se sensibiliza por inmersión en la mezcla, a volúmenes iguales, de las soluciones siguientes, recientemente preparadas:

A. Agua . . . . .	1.000 cc.
Ferrocianuro de potasio . . . . .	370 gr.
B. Agua . . . . .	1.000 cc.
Citrato de hierro amoniacal . . . . .	370 gr.

Se seca en la oscuridad, se imprime bajo el cliché negativo y se fija en el agua. La imagen así obtenida es azul como en el procedimiento al ferropirruato. Entonces se sumerge el tejido en una solución al milésimo de sosa cáustica, en la cual la imagen desaparece. Se lava en seguida con agua caliente, después en una solución caliente de fosfato de sosa y se enjuaga de

nuevo en agua caliente. Para volver a revelar la imagen, se pasa el tejido por una solución de gelatina al 5 % a una temperatura de 70°. Al cabo de dos o tres minutos se seca el tejido y se añade a la solución de gelatina el colorante escogido. Así, para obtener una imagen en negro verdoso, se disolverán 5 gramos de nigroso-resorcina en 1 litro de solución gelatinosa. Se eleva la temperatura del baño a 80° y cuando el colorante se haya disuelto por completo se baña de nuevo el tejido. La imagen aparece rápidamente y cuando está en su punto se enjuaga el tejido hirviendo y se aclaran los blancos con un enjabonado a 70°.

Para obtener una imagen azul, se reemplaza la nigroso-resorcina por la galiocianina; el pardo de antraceno da tonos castaños; la alizarina para el rojo, tonos violetas. Este método es debido a M. Estewart F. Carter.

Se han empleado también otras reacciones, así los derivados diazoicos y tetrazoicos son susceptibles de dar con el sulfito de sosa combinaciones que ya no poseen la propiedad de unirse formando materias colorantes. Estas combinaciones se destruyen por la acción fotoquímica, propiedad aplicada a la impresión de dibujos sobre telas por Lumière y Seyewetz. El tejido se pasa por una solución de fenato alcalino o de sal de amina, después por otra de diazosulfito alcalino, de donde sale coloreado. Después se le expone a la luz bajo un fototipo no quedando ya más para terminar la operación que lavar en seguida la tela con agua hirviendo, la cual elimina la mezcla no impresionada, mientras el colorante queda fijo en las demás partes de la tela.

Se puede también sacar partido del hecho de que la luz descompone los derivados diazoicos, estables en condiciones ordinarias. Se impregna el tejido con la solución del diazoico, después se seca y expone a la luz bajo un cliché. Una vez impresionada, se puede revelar la imagen de dos maneras distintas. En efecto, el resultado de la acción luminosa es la formación de un fenol, si se pasa la tela por un baño diazoico, el colorante se producirá sobre las partes reducidas por la luz, mientras que si se pasa por un baño de amina o de fenato alcalino, el colorante no se formará sino sobre las partes preservadas de la acción de la luz.

M. Frank y J. Farrel sensibilizan la seda, previamente lavada para quitarle el apresto y los cuerpos grasos, sumergiéndola a la luz amarilla, en un baño de:

Agua . . . . .	1.000 cc.
Nitrato de sosa . . . . .	5 gr.
Acido clorhídrico . . . . .	10 cc.

en el que se deja cinco o seis horas, teniendo cuidado de agitar el baño con frecuencia, poniendo después el tejido a secar en la oscuridad, en un bastidor. El revelado se opera en caliente a unos 35 grados en una solución que contenga 0,5 por 100 de sosa cáustica y 0,5 por 100 de hidróxido aromático que varía según el color que se desee obtener. Así el naftal —  $\beta$  da tonos de rojo púrpura que después de enjuague en agua y lavado en una solución diluida de ácido acético, pasa al anaranjado de oro.



Todos los métodos precedentes tienen un defecto común: la impresión luminosa es muy lenta; los investigadores tuvieron también que aplicarse especialmente a hallar el medio de utilizar las sales de plata en razón de su extrema sensibilidad que hace posible la ejecución de las ampliaciones rápidas que exige la industria. En 1896, Georges-Adolphe Richard decía en una comunicación a la Academia de Ciencias de París:

«La sustitución de un color orgánico por la plata reducida puede realizarse:

1.º Por la transformación química del depósito argéntico en una sal capaz de fijar o de precipitar el color que se trata de emplear: el positivo así atacado no retiene el color más que en los puntos antes negros y en proporción a la intensidad de éstos.

2.º Por la transformación de la plata en una sal capaz de reaccionar sobre los derivados de la hulla para formar así sobre la imagen colores orgánicos artificiales».

Estos principios, hasta aquí, no parecen susceptibles de ser aplicados económicamente al tinte de los tejidos, pero han obtenido un empleo interesante en el viraje de los diapositivos. Traube ha reconocido que el cloruro de plata no tiene casi ninguna afinidad para las materias colorantes y que el bromuro la posee muy poco, pero el yoduro fija suficientemente los colorantes básicos, tales como el azul de metileno y la auramina. En cuanto a los colorantes ácidos no es fácil fijar de la misma manera a excepción de la eosina, de sus derivados y de algunas otras trifenilmetanilinas. El procedimiento *diacromo* de Traube consiste en transformar en yoduro de plata una imagen positiva al gelatinobromuro. La placa revelada, fijada y lavada se sumerge en un baño de:

Agua . . . . .	100 cc.
Yoduro de potasio . . . . .	5 grs.
Yodo en escamillas . . . . .	2 "

se la deja en el baño hasta que los negros hayan tomado un tono de amarillo de paja. Se enjuaga entonces la fotografía y se la sumerge en el baño de tintura que debe ser muy diluido si se quiere conservar la pureza de los blancos. En estas condiciones, la toma del color es muy lenta, exigiendo generalmente unas veinticuatro horas.

N. Namias ha hallado en las sales de plomo mordientes fáciles a la sustitución de la imagen fotográfica. El positivo al gelatinobromuro se blanquea después del revelado, fijado y lavado, en:

Agua . . . . .	100 grs.
Ferrocianuro de potasio . . . . .	10 "
Acetato de plomo . . . . .	5 "
Acido acético . . . . .	1 cc.

La imagen se debilita progresivamente y cuando se vuelve completamente amarilla se lava abundantemente durante media hora, por lo menos, a fin de eliminar las últimas trazas de sales que constituirían un peligro de ocasionar manchas al dar el color. Los negros primitivos deben entonces aparecer perfectamente blancos; si todavía estuvieren amarillos, será necesario clarificar la imagen sea en un baño de ácido nítrico al 2 ó 3 por 100, sea en una solución de hiposulfito de sosa al 8 o 10 por 100. Los colorantes indicados por M. Namias son el azul de metileno, la safranina y la fucsina, cuya combinación se presta a la formación de una multitud de matices. El baño de tintura debe ser muy di-

luído a fin de no velar los blancos.

Los diapositivos teñidos según el método de Traube o el de Namias no contienen solamente colorante precipitado: en el primer caso, queda todavía yoduro de plata y, en el segundo, ferrocianuro de plata y de plomo. Estos compuestos no se ennegrecen de un modo notable, a la luz, pero hacen la imagen generalmente muy opaca y velan el color. Conviene más, pues, eliminarlos en el siguiente disolvente:

Agua . . . . .	1000 cc.
Hiposulfito de sosa . . . . .	100 grs.
Acetato de sosa . . . . .	50 "
Acido acético cristallizable . . . . .	5 cc.

Estos procedimientos de tintes parecen muy indicados en la industria cinematográfica. Atendiendo a la obtención definitiva de un método que permita reproducir exactamente los colores de la naturaleza, los editores de películas se aplican desde hace algún tiempo a variar los matices de las imágenes sometiendo a diversos virajes. Este trabajo suplementario aumenta naturalmente el precio de coste de las cintas y los fabricantes establecen sus tarifas de manera que puedan beneficiarse. Sin embargo, la necesidad de someter una gran cantidad de películas a tratamientos sucesivos, algunos de los cuales son bastante largos, inmoviliza un capital considerable existiendo una gran ventaja en obtener desde el desarrollo de la imagen latente, el matiz más conveniente en cada objeto.

Todos los fotógrafos han tenido ocasión de observar que las imágenes se revelan con un tinte particular, según la composición del revelador. En ciertos casos, la coloración es bastante intensa. Así, el ácido pirogálico produce una imagen amarillo oscuro; el indoxilo, una imagen azul y el tioindoxilo una imagen roja. Los demás reveladores ordinariamente empleados, dan también imágenes más o menos coloreadas, sobre todo si se suprime el sulfito de sosa indicado en la mayor parte de las fórmulas para el revelado. Pero estas coloraciones carecen de energía o bien no se obtienen sino con dificultad como sucede con los reveladores del grupo indigo. M. Rudolf Fischer ha indicado que se pueden realizar con facilidad coloraciones intensas no utilizando los productos de oxidación solos, sino adicionando al baño de revelado sustancias que se asocian a los productos de oxidación del revelador para formar cuerpos coloridos fácilmente solubles. Según el revelador y según el producto que se adicione, se obtienen compuestos coloridos pertenecientes a clases diferentes. He aquí los ejemplos que cita Fischer:

Adicionando 2 gramos de triclonaftol disuelto en 20 centímetros cúbicos de acetona a una solución de 2 gramos de clorhidrato de *p*-fenilenediamina; carbonato de sosa, 30 gramos; agua, 1000 cc., se obtiene una imagen de un tono verde azulado.

Adicionando 2 gramos de timol disuelto en 20 cc. de acetona a 2 gramos de clorhidrato de *p*-amido-fenileno-piperidina, 40 gramos de carbonato de sosa y 1000 cc. de agua, se obtiene una imagen azul.

Las manipulaciones se reducen así a las de las fotografías en blanco y negro; el revelado dá directamente a la imagen el tinte previsto y el diapositivo se halla completamente terminado después de pasarlo por el hiposulfito y los lavados necesarios para la eliminación del fijador.

ERNESTO COUSTET.



## FORMULARIO INDUSTRIAL

### Fabricación de Tintas

#### Utensilios

Las preparaciones para la fabricación de tintas se harán siempre:

En recipientes de cristal, las preparaciones en frío.

En vasijas de barro barnizado o de hierro esmaltado, las preparaciones en caliente.

La pulverización de ingredientes o sustancias se hará con almirez de cristal o de mármol.

Las manos de almirez, de cristal o de madera.

Los batidores o agitadores de las mezclas y cocimientos, de cristal o de madera.

Los embudos, de hojalata bien estañada y mejor de cristal.

#### Tinta superior para escribir

Preparaciones:

A) Mezcla de:

Agallas de Alepo en polvo muy fino . . .	100 grs.
Sulfato de hierro (caparrosa) . . .	35 »
Palo campeche, en pedacitos . . .	35 »
Cáscaras de granada, id. . .	35 »
Goma arábica . . .	35 »
Clavos de especia, machacados . . .	10 clavos

B) Mezcla de:

Vinagre superior de vino seco . . .	0,50 litro
Agua . . .	0,50 »

Viértase en frío la mezcla B sobre la mezcla A y en vasija de cristal, se expone al sol durante 8 días cuidando de agitar la mezcla de vez en cuando.

#### Tinta taquigráfica superior

Mezcla de:

Agallas superiores quebrantadas . . .	135 grs.
Cáscara de granada, en pedacitos . . .	35 »
Colcotar (caparrosa calcinada) . . .	65 »
Azul de Prusia . . .	1 »
Goma arábica . . .	65 »

Esta mezcla se pone en infusión en

Agua . . .	1,50 litro
------------	------------

con exposición al sol durante 10 días removiendo con la mayor frecuencia posible.

#### Tinta inalterable, sin borra

Infusión durante 3 días de:

Agallas quebrantadas . . .	135 grs.
Vinagre de cerveza común . . .	1 litro

Se filtra y el residuo se somete a una nueva infusión durante 3 días en:

Agua fría . . .	0,50 litro
-----------------	------------

Se mezclan las dos infusiones y se calientan durante corto tiempo, dejando reposar el todo durante 4 horas.

Se filtra de nuevo y se le adiciona:

Goma arábica . . .	30 grs.
Azúcar de pilón . . .	30 »

Cuando estas últimas sustancias se hayan disuelto bien, se vuelve a filtrar, se agita y se embotella y se tapon y lacra.

Esta tinta es inalterable y no se espesa nunca.

#### Tinta de color de rosa

Se hace un cocimiento de:

Raíz de tormentuella . . .	50 grs.
Agua . . .	0,5 litro

Se decanta el líquido y se le añade:

Caparrosa . . .	1,5 grs.
Goma arábica . . .	1,00 »

Se bate mientras se enfría.

#### Tinta en polvo para viaje

Agallas . . .	330 grs.
Caparrosa . . .	100 »
Alumbre . . .	65 »
Goma arábica . . .	65 »

Se reduce todo a un polvo muy fino y se empaqueta en cajitas de cartón, lata o madera.

Modo de usarla: En el momento de necesitar hacer uso de esta tinta, se echan unos pocos de estos polvos sea en vino blanco, vinagre o agua, obteniéndose inmediatamente una buena tinta en disposición de ser empleada.

#### Tintas simpáticas

Estas tintas aparecen al calor del fuego con toda la intensidad de su color volviendo a desaparecer al enfriarse.

##### Color de púrpura

Mezcla de:

Acido nítrico . . .	135 grs.
Cobalto o zafra . . .	35 »

A esta mezcla se adiciona poco a poco hasta que no se produzca efervescencia:

Subcarbonato de potasa, o

Sal de tártaro.

Se deja reposar durante algún tiempo; se filtra y se le añade agua en cantidad suficiente que se regulará por la densidad de color que se desee.

##### Color amarillo

Mezcla de:

Acido hidroclórico . . .	20 grs.
Dentóxido de cobre . . .	2 »

Se pone a evaporar al baño de María. Al final de la operación se habrán formado cristales de hidroclorato de cobre de color verde de hierba que se disolverán en 10 partes de agua para obtener en definitiva la tinta de que se trata.

##### Color verde

Se reduce a emplear como tinta el hidroclorato de cobalto que tiene la propiedad de ser invisible su traza sobre el papel, una vez seca, apareciendo de un hermoso color verde al calor del fuego y desapareciendo de nuevo al enfriarse.

##### Color azul

Para hacer la tinta de este color basta mezclar por partes iguales tinta púrpura y tinta verde, de las descritas.

##### Color de rosa

Mezcla de:

Acido nítrico . . .	135 grs.
Azúfre . . .	35 »

A esta mezcla se adiciona salitre bien puro hasta obtener el matiz rosa que se desee.

##### Color de lino

Se mezcla por partes iguales tinta púrpura y tinta rosa de las descritas y se obtendrá tinta de color de lino con las mismas propiedades que las anteriores.



aque-  
ar ha-  
estos  
nién-  
ón de

oda la  
al en-

a que

a y se  
gulará

de la  
lorato  
rán en  
a tinta

ato de  
traza  
n her-  
ciendo

lar por  
de las

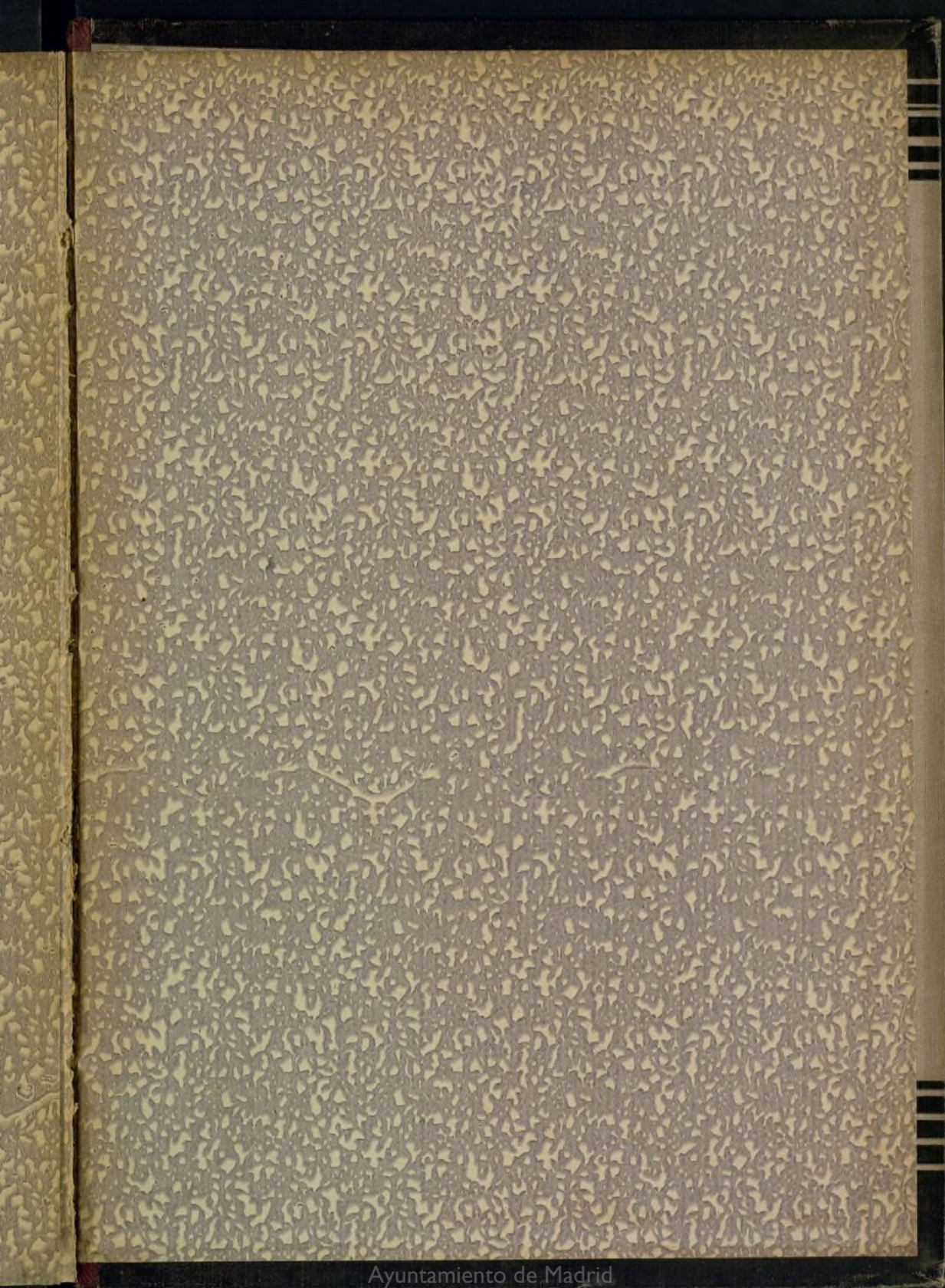
hasta

y tinta  
olor de  
res.













Ayuntamiento de Madrid