

Dirección y Admón.:
RONDA SAN PEDRO, 36
BARCELONA
FELIU Y SUSANNA
EDITORES

EL MUNDO CIENTÍFICO INVENTOS MODERNOS

PRECIOS DE SUSCRIPCIÓN

ESPAÑA { Año... 12 pts.
Semestre 6 »
Trimestre 3 »

EXTRANJERO
Fijarán el precio los señores
corresponsales.

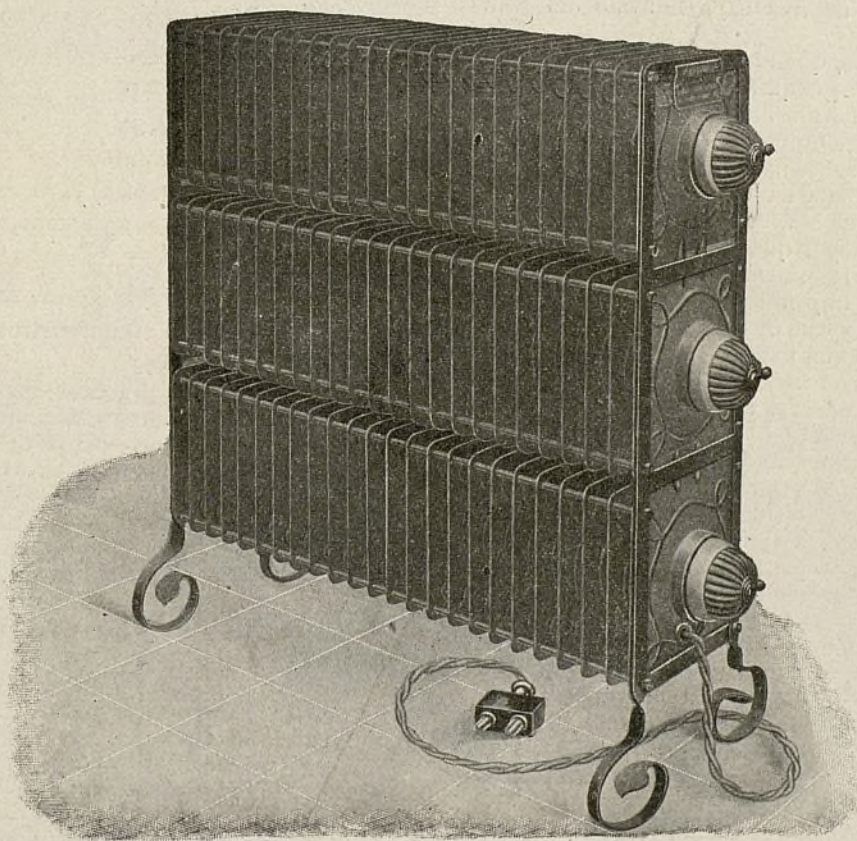
Director
J. B. DE AGUILAR-AMAT, ING. IND.

Director de la Oficina Técnica
D. ANTONIO FERRER DALMAU, ING. IND.

Radiador aero-eléctrico "GARDNER"

ESTUFA ELÉCTRICA PATENTADA
DE DURACIÓN INDEFINIDA, Y GRAN RENDIMIENTO

Estas estufas ofrecen al aire una gran superficie de contacto y como el calor producido en el interior del aparato se reparte por los radiadores, su intensidad inicial queda también repartida y así no altera las condiciones del aire.



Tipo de 500 wats en 1 sección	Ptas. 55	Tipo de 2000 wats en 2 secciones de 1000 indepts. Ptas. 155
» 1000 » » 2 secciones de 500 indepts. » 95		» 3000 » » 3 » » 1000 » » 220

Trafalgar, 11 **A. MAÑÉ JANE** BARCELONA

Construcción de aparatos de térmica-eléctrica y sus aplicaciones

OFICINA TÉCNICA DE El Mundo Científico-Inventos Modernos

BAJO LA DIRECCIÓN DEL INGENIERO INDUSTRIAL

D. ANTONIO FERRER DALMAUEX-INGENIERO DE LA COMPAÑIA BARCELONESA
Y PROFESOR DE LA REAL ESCUELA DE INGENIEROS ELECTRICISTAS DE SARRIÀ (BARCELONA)

Consultorio gratuito en todos los ramos técnicos industriales para los lectores de esta revista.
La Oficina se encarga de proyectos de todas clases a precios sumamente reducidos, contando con personal técnico y perfectamente apto para la ejecución de cuantos trabajos se le confíen.

CONSULTORIO

Rafael Garriga, Barcelona.—Las sustancias fosforescentes empleadas en los interruptores y para lámparas, están constituidos por un barniz o solución de sulfuro de calcio, estroncio o bario, aplicado sobre el cuerpo que se desea sea fosforescente; al resecarse el barniz o solución, el sulfuro disuelto cristaliza, en cristales infinitamente pequeños, por lo que queda el cuerpo recubierto de una capa finísima del sulfuro cristalizado.

La fosforescencia, que al fin y al cabo es una transformación de la energía química ejercida por los rayos ultra-violetas en energía luminosa, ha sido aplicada adoptando diferentes hipótesis, siendo la que creemos cuadra mejor con las teorías modernas de las vibraciones la que está fundada en el movimiento oscilatorio. La luz, por débil que sea, es una oscilación cuya longitud de onda es mayor que las de la energía química, por lo que, la fosforescencia se producirá siempre que la energía química imprima un movimiento oscilatorio al éter del cuerpo, y éste ofrezca un retardo en la transmisión de movimiento. Este retardo alargará la longitud de la onda y producirá la sensación de la luz. Si el éter interatómico conserva el movimiento durante un largo tiempo, la acción de la fosforescencia se manifiesta, pasando desapercibida cuando es instantánea. Es un caso análogo al magnetismo producido por un solenoide sobre una barra de hierro, la cual cuanto más impuro es éste, mejor conserva el magnetismo aún cesando la causa que lo produjo.

En general es suficiente la exposición del cuerpo fosforescente a la acción de la luz diurna, y mejor a la del sol, cuyos efectos son más rápidos debido a la mayor cantidad de rayos ultra violetas que tiene comparado con la luz difusa. El sol da rápidamente la fosforescencia, pero se logra instantáneamente en su intensidad máxima mediante la acción directa de los rayos ultra-violetas.

Como he dicho antes las sustancias fosforescentes generalmente empleadas son sulfuro de calcio, estroncio y bario, obtenidos por los métodos generales.

Respecto a más detalles es difícil contestarle en el cuerpo de esta revista pues exigiría una serie de estudios previos, que estamos dispuestos hacer siempre que V. dé orden para ejecutarlos.

R. A., Valencia.—La fórmula práctica para el cálculo de secciones de conductores para corriente trifásica, es:

$$S = \frac{W \cdot L \cdot 100}{E^2 \cdot \cos^2 \varphi \cdot 55 \cdot p}$$

en que W es la potencia de la corriente en vatios; L, la longitud de la línea en metros; E, el voltaje y p la pérdida de tensión admisible. Esta fórmula, aplicada a los datos que Vd. manda, dará:

$$\begin{aligned} W &= 300 \text{ kw} = 300.000 \text{ vatios;} \\ L &= 30 \text{ km.} = 30.000 \text{ metros;} \\ E &= 6.000, \\ \cos \varphi &= 0.7; \end{aligned}$$

en cuanto a la pérdida de tensión se admite ordinariamente del 5 a 10 por 100 en las canalizaciones o transportes, o sea $p = 10$. Con estos datos la sección necesaria será:

$$S = \frac{300.000 \times 30.000 \times 100}{6.000 \times 0,7^2 \times 55 \times 10}$$

$$S = \frac{900.000}{9702} = 92,7 \text{ mm}^2$$

$$S = 92,7 \text{ mm}^2$$

que ya por medio de tablas, ya aplicando la fórmula:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}}$$

nos dará el diámetro:

$$d = 10 \text{ milímetros}$$

aproximado por exceso.

Respecto a otras prácticas para el estudio de la transmisión y distribución de corriente eléctrica, no conozco ninguna que se ocupe de ello con exclusión de otras materias, pues si bien es cierto que existen algunas, tratan este punto bajo tanta elevación científica, que son inaplicables en la práctica.

Alejandro Hualde, Madrid.—No es ninguna molestia el contestarle a Vd., pues ya saben los lectores de esta revista que nuestra satisfacción es el poder complacerles.

Referente a lo que Vd. pregunta debo decirle que no existe (a lo menos que yo sepa) Tratado alguno referente a la industria que le interesa. Por ser ella un conjunto de detalles derivados de otras industrias, no se ha escrito nada sobre ello; donde quizás encontrará algo, pero siempre será poco, es en los buenos diccionarios enciclopédicos, pero así y todo serán solo ideas generales.

En carta particular de esta oficina, verá Vd. la forma en que podría ser complacido.

N. S. T., Barcelona.—La pregunta que Vd. hace es de muy difícil contestar por el número complejo de factores que la integran. Desde luego hay que admitir que en general nuestros centros productores de hilados y tejidos de algodón, están, o mejor dicho estaban, en condiciones de inferioridad con respecto a las fábricas existentes en Francia, Bélgica y Alemania. Como premisa fundamental hay que convenir que nuestros operarios son tan buenos, por no decir mejores, que los extranjeros y que lo que encarece la mano de obra es debido a causas completamente ajenas a su volun-

tad. Dejando de lado la mala calidad de muchos algodones que se usan y la anticuada maquinaria empleada en la gran mayoría de nuestras fábricas, creo yo que mucho se lograría mejorando las condiciones higiénicas de los locales o cuadras de trabajo; y aunque parezca increíble de momento, tenga Vd. la seguridad de que de trabajar el operario en buenas condiciones, no solo el trabajo sería más perfecto sino que aumentaría la producción.

Para convencerse de esto, visite Vd. dos fábricas, una de las cuales carezca de los medios que la higiene industrial preconiza como el más ventajoso y otra en que la calefacción y ventilación metódica esté bien instalada, y con solo entrar en las cuadras de trabajo podrá comprender las condiciones grandes de inferioridad a que se encuentran los operarios de la primera casa para competir con los de la segunda. En la primera el vaho nauseabundo que percibirá al abrir la puerta de entrada, le dará la comprensión total de que es imposible que el rendimiento por máquina sea el que hay derecho a esperar, por lo que el patrono tiene que disminuir el jornal y los operarios salen al final de la semana con cantidades irrisorias, a todas luces insuficientes para rehacer las energías consumidas durante la labor, desgaste no compensado, que al fin ocasiona desarreglos orgánicos, que seguidos de graves enfermedades, terminan con una muerte prematura.

Si en cambio visita Vd. talleres dotados de verdaderas condiciones higiénicas, a cualquier hora del día podrá entrar en las cuadras de trabajo sin que se manifieste sensación alguna de repugnancia y podrá observar que aún a última hora de la jornada, los obreros se muestran ágiles y satisfechos, sin llevar impreso en sus semblantes el sello de la enfermedad.

Y desengañese, mientras que en las que carecen de higiene industrial, la producción va decreciendo de

hora en hora, siendo casi nula durante el último cuarto de jornal, en las que se han observado estas condiciones, la citada producción es constante con lo cual el coste por unidad producida es menor, si cobran a jornal, o bien ganan a igualdad de horas de trabajo mayor salario, aún en el caso de rebajárseles el precio, en el caso que cobren a destajo.

En principios absolutos, puede decirse que *aún por egoísmo* de los patronos debería procurarse que en todas, absolutamente todas las fábricas, existiese una buena ventilación y calefacción.

La industria de hilatura, por sus condiciones especiales de exigir cierta humedad relativa que dé flexibilidad al hilo, y la necesidad de evitar las corrientes de aire ha sido una de las más estudiadas, habiéndose creado tipos especiales de instalaciones que han dado los mejores resultados higiénica e industrialmente considerados. Uno de los que he visto personalmente que rinde los mejores servicios en las pocas fábricas que el dueño ha armonizado sus intereses con la salud del obrero, es el llamado *Jacobine*, cuyos representantes son: E. L. y C.^a, (no cito nombre para no hacer el reclamo). La temperatura constante a que se mantiene la cuadra de trabajo, la humedad estrictamente necesaria para la perfecta elaboración del hilo y la pureza de la atmósfera del recinto son tan perfectas que parece imposible en ocasiones sean los locales ocupados por cientos de operarios.

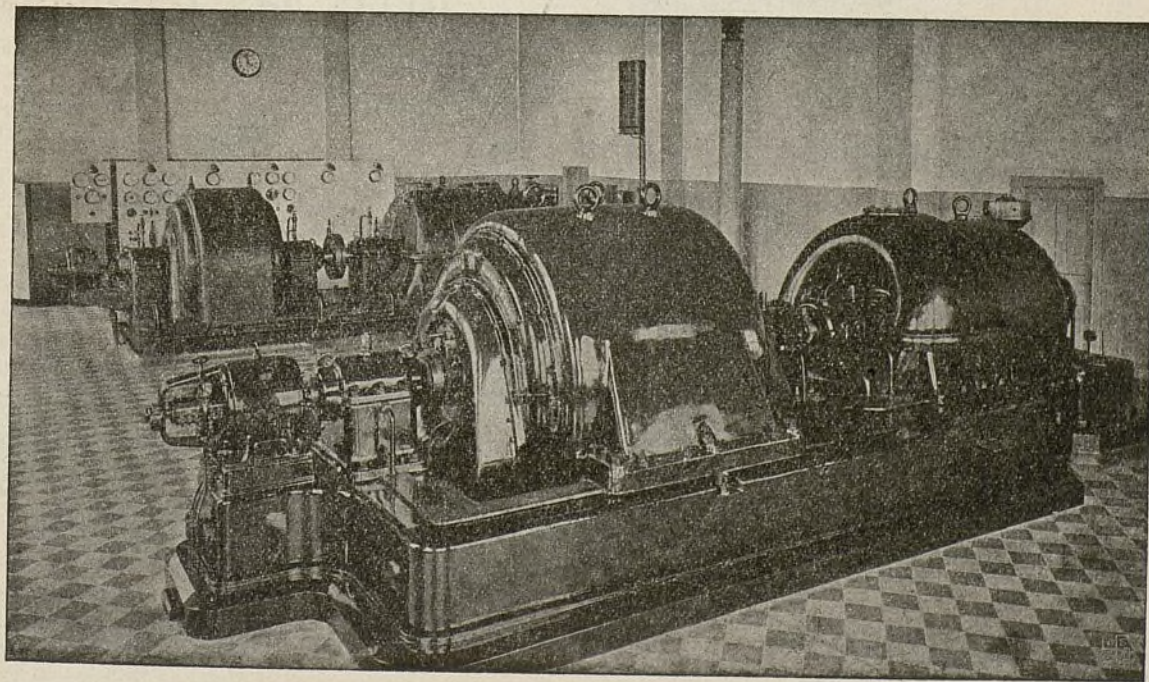
Creo yo que el egoísmo de ciertos industriales desconocedores de sus propios intereses podría ser anulado por los Ingenieros Inspectores del Trabajo, con lo cual su gestión sería realmente práctica y demostrarían la utilidad del cargo que desempeñan.

Si quiere más detalles, puede V. dirigirse a nuestra Oficina Consultiva, y recibirá cuantos crea convenientes.

Sociedad Española de Electricidad ALLMÄNNA SVENSKA

Alcalá, 66. — MADRID

= Maquinaria e Instalaciones Eléctricas de todas clases =



TURBOALTERNADORES DE 1000 KILOWATS.

Ercole Marelli & C.^{ía}

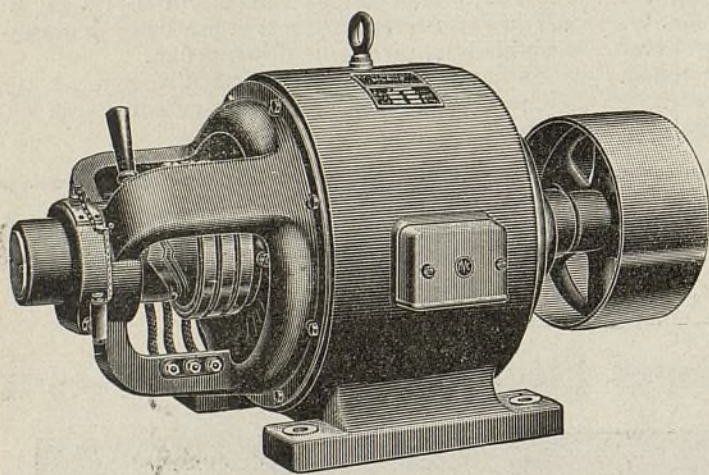
Talleres en Sesto San Giovanni - MILAN

SUCURSAL EN ESPAÑA:

MADRID. - Hortaleza, 132

Delegación en BARCELONA: Sres. R. Colli, S. C.

— MENDEZ NUÑEZ, 13 bis —



Alternadores = Dinamos

MOTORES

TRANSFORMADORES

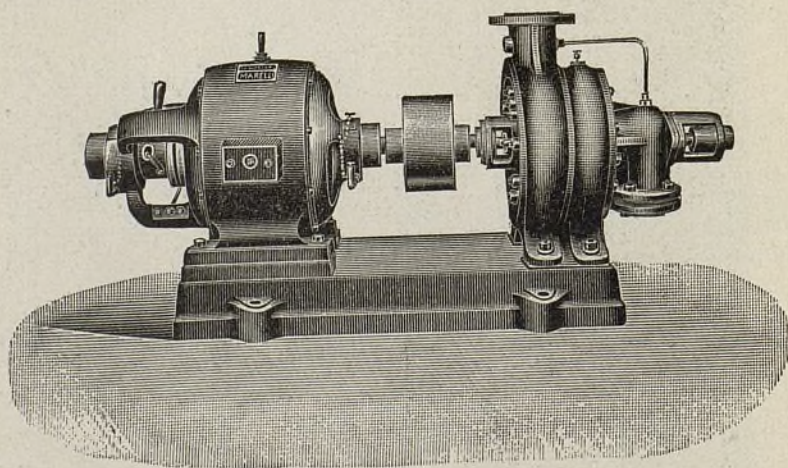
en seco y a baño de aceite
para

todas las tensiones

Bombas centrífugas
para grandes elevaciones
de gran rendimiento.

Ventiladores para usos do-
mésticos, aspiradores, ven-
tiladores para forjas y fun-
diciones.

Ventiladores de grandes
potencias para las minas



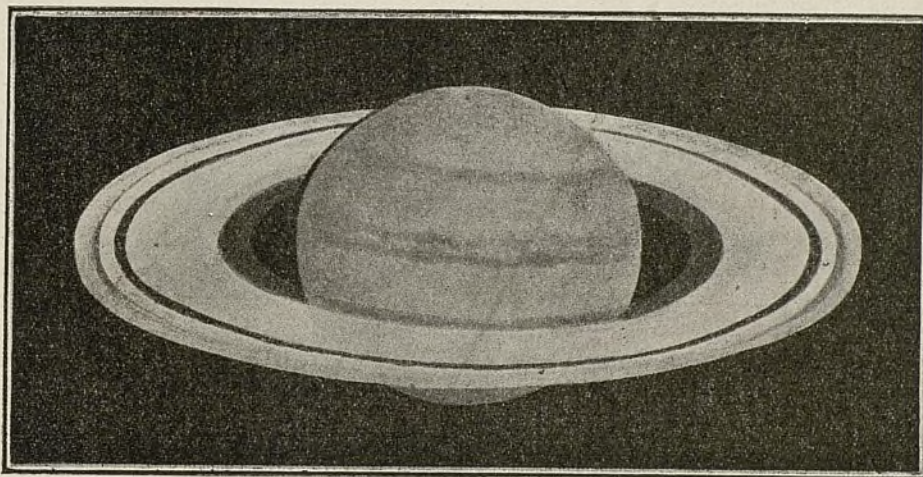
Especialidad en motores pequeños y para máquinas de coser

SATURNO

En el artículo que tuve el honor de publicar en el número anterior de EL MUNDO CIENTÍFICO, describí esa hermosísima región del cielo ocupada por las constelaciones de Orión, del Toro, de los Gemelos, del Perro Mayor, etc., e hice notar que, circunstancialmente, a las bellezas perennes de tan rica zona celeste, se añadía ahora la presencia del planeta Saturno, que brilla como una magnífica estrella de primera magnitud en la constelación del Toro. No es necesario ningún mapa celeste para facilitar la busca de Saturno, pues basta indicar que aparece como una estrella tan brillante como Rigel y más que Aldebarán y que está muy cerca de la estrella ξ del Toro.

dad): 745; masa: 95,22; densidad (unidad, la del agua): 0,72; intensidad de la gravedad (la de la Tierra igual a la unidad): 1,06; inclinación de su eje de rotación: $26^{\circ} 49'$.

Saturno tiene, además, 10 satélites conocidos. El mayor es Titán, y los más notables por su pequeñez y anomalías son Themis, descubierto en 1904 por Pickering; y Febea, descubierto en 1898 por el propio astrónomo. Ambos son de 17^a magnitud y la revolución del último se efectúa en 550 días. Además, el globo saturniano, y esto es lo más notable, está rodeado de un anillo múltiple, delgado, sensiblemente plano, de cerca 300.000 kilómetros de diámetro y coincidente con el



Saturno.

Aun cuando por la fijeza de su luz se advierte inmediatamente que dicho luminar es un planeta, nadie imaginaría que en aquel punto luminoso está contenida la imagen telescópica más soberbia y asombrosa de nuestro sistema solar.

El gran Galileo dirigió a él la primera mirada telescópica; pero con sus defectuosos instrumentos sólo consiguió vislumbrar algo bizarro a cada lado de la masa globular del planeta. Bastantes observadores, posteriores a Galileo, provistos de no tan imperfectos instrumentos, consiguieron fijar mejor la imagen de tan raro aditamento del globo saturniano. Pero fué el célebre Huygens quien logró, en 1657, interpretar exactamente la realidad del sorprendente *anillo* de Saturno.

He aquí, según las más modernas observaciones de precisión, los elementos principales de aquel lejano mundo.

Distancia media de Saturno al Sol (tomando por unidad la distancia media de la Tierra al Sol, que es igual a 150 millones de kilómetros): 9,5547; duración de la revolución en años siderales: 29,457; inclinación sobre la elíptica: $2^{\circ} 30'$; diámetro ecuatorial (tomando por unidad el de la Tierra): 9,4; volumen (misma uni-

plano ecuatorial del planeta. Este anillo es la principal característica de dicho astro.

El globo saturniano, considerado aisladamente, ofrece muchos puntos de semejanza con el colosal Júpiter. Su volumen, su densidad (menor que la del agua), su achatamiento ($\frac{1}{14}$, en vez de $\frac{1}{17}$, que corresponde a Júpiter), y sobre todo el aspecto telescópico de su superficie ofrecen muchos puntos de semejanza con aquél.

En efecto; aparte de su menor brillo intrínseco, Saturno presenta, telescópicamente, un disco surcado de bandas; principalmente, por dos pares de bandas tropicales separadas por una zona clara ecuatorial. Estas bandas, muchas veces, presentan masas nubosas parecidas a las de Júpiter; pero su visibilidad es mucho más difícil, por efecto del mayor alejamiento y menor luminosidad de Saturno.

En realidad, cuanto vemos en el disco de dicho planeta son nubes o masas atmosféricas que envuelven completamente su superficie. Y aquí se ofrece otro punto de semejanza entre Saturno y Júpiter. Es sabido que en este último planeta existen dos sistemas de rotaciones, llamados I y II. El I se efectúa, por término medio, en $9^h 55^m 35^s$ y el II en $9^h 50^m$. Como se ve, existe

una diferencia notable entre la duración de la rotación de ambos sistemas, diferencia que, relativamente, representa una velocidad de unos 400 kilómetros por hora. Pues bien, este mismo caso ocurre en Saturno. Comparando las rotaciones de una mancha ecuatorial observada por el Prof. A. Hall en 1876 y la descubierta por Barnard en 1903 en la zona boreal tropical, cuya rotación fué por primera vez calculada por el que suscribe, resulta una diferencia de unos 24 minutos. En efecto; la rotación calculada por Hall arrojaba una duración de $10^h 14^m 24^s$ y la por mí calculada $10^h 38^m 36^s$. La diferencia, como se ve, es mucho mayor que en Júpiter, por manera que la velocidad relativa entre ambas corrientes puede alcanzar hasta unos 1000 kilómetros por hora.

Claro que esta movilidad demuestra que los detalles que observamos en el disco de Saturno son atmosféricos, o, en otras palabras, que en este planeta existe todavía temperatura propia, conclusión que tiende a demostrarla asimismo la circunstancia de ser muy escasa la densidad de Saturno; en fin, la diferencia notable de rotaciones entre unas y otras manchas demuestra también que la misma causa productora de tal anomalía existe en Júpiter y en Saturno, causa cuyo estudio no corresponde por el momento desarrollarla aquí.

Saturno, en sí mismo, no sería más que otro planeta, de bastante menor interés que Júpiter, si no existiera el espléndido anillo que lo circunda.

Uno de los principales problemas de astronomía planetaria fué siempre la indagación y estudio de la constitución y orígenes de este anillo. La observación telescópica poco nos puede auxiliar desde este punto de vista. En las mejores condiciones, sólo se divisa una superficie plana, uniforme, apareciendo el anillo dividido en varias zonas de diferente intensidad luminosa. Partiendo de la zona más exterior, encontraremos, primero, un anillo gris (llamado anillo A), poco ancho, que aparece dividido, en las mejores circunstancias telescópicas, por una fina división descubierta por el astrónomo Encke. Sigue, luego, una gran división oscura, denominada división de Cassini, por haber sido descubierta por dicho astrónomo, primer director que fué del Observatorio de París. A continuación, aparece el anillo medio o anillo B, que es el más brillante y el más extenso. Empieza por un reborde muy brillante, en contacto con la división de Cassini, y luego la tonalidad se va agrisando hasta alcanzar el anillo interior o anillo C, transparente. Algunas veces se ha observado que el anillo B está separado del C por una división negra, denominada división de Struve. El anillo C, como se ha dicho, es transparente, o diáfano, por manera que a su través se distingue perfectamente la silueta del globo saturniano.

Observados los anillos por medio del telescopio, ningún conocimiento adquirimos respecto a su constitución, ya que aparece su superficie perfectamente lisa y uniforme. Dos métodos de investigación pueden emplearse para este fin: el teórico o mecánico y el espectroscópico. El criterio mecánico nos dice, desde luego, que los anillos de Saturno deben estar constituidos por materiales disgregados o no coherentes, ya que le es imposible el equilibrio estable a un plano sólido y delgado que gira alrededor de un planeta, obedeciendo a la acción de la gravitación. En efecto, en virtud

de las leyes de Kepler, es imposible que el período de revolución de las diferentes zonas del anillo sea el mismo; necesariamente en cada zona será distinto. Este criterio tiene suficiente base para poder afirmar con seguridad que los anillos de Saturno están constituidos por una infinidad de corpúsculos que giran alrededor del planeta en un mismo plano. Estos corpúsculos pueden considerarse como la disgregación de una serie de satélites que debieron formarse alrededor y en las proximidades de Saturno; pero que, por efecto de la acción atractiva excesivamente intensa de Saturno por una parte, y por el efecto perturbador de los satélites grandes, principalmente de Titán, por otra, no pudieron condensarse los anillos cósmicos primitivos, difundiéndose, por decirlo así, su materia por el espacio y en un mismo plano, lo que dió lugar a la formación de millares de pequeñísimos satélites muy juntos, tan juntos que los mejores telescopios no son capaces de resolverlos. El anillo C está formado probablemente de corpúsculos de menor tamaño y más escasos en cantidad que en los demás anillos, por cuyo motivo aparece diáfano.

Cuando este sistema anular se presenta de canto (lo cual acontece cuando el observador terrestre está sensiblemente en el plano de los anillos) desaparece completamente para dicho observador, prueba inequívoca de que el espesor de tan extraordinario sistema, o que el diámetro de sus miríadas de satélites, es insignificante, quizás de algunas decenas de kilómetros o menos todavía.

El criterio mecánico ha venido perfectamente corroborado por la observación espectroscópica, aplicando el procedimiento Doppler-Fizeau a la determinación de la velocidad radial de los anillos. Keeler, Director del Observatorio Lick, fué quien por primera vez aplicó este procedimiento a los anillos de Saturno, obteniendo resultados conformes con la teoría, puesto que la velocidad lineal de rotación de las diferentes zonas resulta distinta, lo cual es incompatible con la suposición de un plano sólido y continuo, pero del todo concordante con la disgregación de que se ha hablado más arriba.

Como cortejo de este asombroso planeta, hay que añadir los ya mencionados diez satélites (y otros más que todavía no conocemos sin duda). Este conjunto de satélites añadidos al panorama ya espléndido que en las noches saturnianas deben producir los anillos levantándose sobre el horizonte como inmensos arcos elípticos, interrumpidos en parte por la sombra proyectada por el planeta, constituirían para el observador humano un espectáculo inenarrable. ¿Hay miradas conscientes, sobre aquel lejano mundo, que se dirijan a su cielo? No es probable: en primer lugar, porque Saturno es un planeta que, con seguridad, se encuentra todavía en un período geológico primordial, y en segundo lugar, porque su atmósfera, perpétuamente cubierta de nubes, no permite que la luz de los astros llegue hasta su superficie, exceptuando los rayos mortecinos del Sol. Pero día llegará, no importan los millones de siglos que tengan que acumularse en lo futuro, en que miradas conscientes serán testigos del espectáculo celeste más hermoso que quizás existe en el Universo estrellado.

JOSÉ COMAS SOLA
Director de la Sección Astronómica
del Observatorio Fabra.

Combustión por contacto de las superficies

El hecho de que las superficies metálicas, calientes, favorecen la combustión, es un descubrimiento debido al genio de Humphrey Davy. En 1817, en el curso de sus experimentos clásicos sobre la inflamabilidad de los gases, halló que la combinación de los gases combustibles con el oxígeno se producía lentamente por debajo del punto de inflamación, hecho universalmente admitido en la actualidad. Este resultado le condujo a ensayar si un alambre sería susceptible de hacerse incandescente por la combustión lenta y sin llama de dos gases, porque la temperatura excede en mucho de aquélla a la cual los cuerpos sólidos se hacen incandescentes. Examinó asimismo el aspecto de un alambre de platino caldeado que se sumerge en una mezcla de gas del alumbrado y de aire, colocado en un recipiente y hecho inexplosible por un exceso de gas del alumbrado. En este experimento el alambre se puso rojo inmediatamente y permaneció en el mismo estado hasta que la casi totalidad del oxígeno desapareció. En ulteriores experimentos, Davy demostró que el hidrógeno préstase aun mejor que el etileno y el óxido de carbono a la combustión por contacto de las superficies metálicas, y que esta propiedad no pertenece solamente de un modo exclusivo a los metales del grupo del platino, sino que en estos metales es en los que más particularmente se pronuncia.

En 1823 este fenómeno fué el objeto de experimentos sistemáticos por parte de Dulong y Thénard y de un modo independiente de estos por parte de Döbereiner. Estos sabios mostraron que todos los cuerpos poseen, suficientemente caldeados, la propiedad de provocar la combustión lenta de los gases por debajo de su temperatura de inflamación; según su naturaleza química y su estado de división, su acción es más o menos enérgica.

Se demostró que la esponja de platino provoca la combinación del gas explosivo a la temperatura ordinaria; que la plata y el oro divididos hácense activos a 150-250°, mientras que las sustancias no metálicas, como la piedra pomez, el carbón vegetal, la porcelana, el vidrio, etc., no empiezan a obrar hasta los 350°. Encontróse luego que la actividad del platino disminuye cuando se le expone al aire y esto mucho más rápidamente en el aire húmedo que en el seco, y que, en una atmósfera amoniacal, desaparece, en casos hasta totalmente. Ello no obstante, la actividad reaparece caldeando hasta la incandescencia y dejando enfriar al abrigo del aire.

En 1823, William Henry encontró que sumergiendo una esfera de platino en una mezcla de gas detonante ($2H^2 + O^2$) y de etileno, solamente el hidrógeno desaparecía, mientras que subsistía el etileno, y este importante experimento fué confirmado por Graham en 1829.

Estos fenómenos fueron explicados de diversos modos por sus descubridores. Davy atribuía la causa a una acción electroquímica. «Si se admite,—escribía, que el oxígeno y el hidrógeno se comportan como negativos y positivos, el uno con relación al otro, resulta que por su combinación, sus electricidades deben ser llevadas a equilibrarse o a descargarse. Ello se produce por la chispa eléctrica o por la llama, que constituyen

un conductor, o bien si se les caldea a una temperatura tal que se conviertan en conductoras.

Así, el platino, el paladio y el iridio son debilmente positivos con relación al oxígeno... constituyen para los gases el medio conductor necesario al equilibrio de las electricidades, y ello sin la intervención de energía extraña, y acumulan el calor desprendido por consecuencia del cambio de estas cargas eléctricas.

Döbereiner descubrió que la esponja de platino, preparada recientemente, fija el oxígeno del aire y que, bajo esta forma «oxidada», engendra vapor de agua cuando se la sumerge en un recipiente que contenga hidrógeno, admitiendo que el metal sirve de vehículo al oxígeno.

La cuestión fué objeto de polémicas entre Faraday y de la Rive en 1834-35. El segundo opinaba que la combustión por contacto de las superficies metálicas se debía a una serie de alternativas rápidas de oxidación y de reducción del agente catalítico. Faraday, que no negaba que el platino dividido absorbía oxígeno, pretendía, no obstante, que la combustión en estas condiciones es algo de todo punto diferente a la acción de un metal oxidado. La función del cuerpo sólido—decía—consiste en condensar en su superficie de igual modo el gas combustible que el oxígeno, de tal suerte que las condiciones en los alrededores de la superficie sean análogas a las obtenidas por una presión muy elevada.

Débase hacer notar aquí, que excepción hecha del primer experimento de Davy, que consistía en la incandescencia de un alambre de platino sumergido en una mezcla no explosible de gas de alumbrado y aire, ningún otro autor parece haber realizado experimentos con superficies incandescentes. De otra parte a excepción de la célebre lámpara de Döbereiner, ninguno de estos ensayos condujo a una utilidad de carácter práctico. A partir de 1836 cesó de estudiar esta cuestión, que no debía volver a ponerse sobre el tapete hasta 50 años más tarde.

Tomás Fletcher publicó un experimento interesante efectuado en la Technical School de Manchester en 1887. Hizo llegar una corriente gaseosa formada por una mezcla de gas del alumbrado y de aire sobre una pelota de alambre de hierro previamente caldeada por una llama; apagando bruscamente la llama, la combustión continuó sin llama; pero con una notable elevación de la temperatura. Fletcher demostró que esta combustión sin llama no es realizable más que en determinadas condiciones; es preciso que exista contacto íntimo entre la mezcla combustible y una sustancia incandescente, y si no existe una sustancia sólida es imposible provocar la combustión sin llama. Dentro de lo que es público por lo menos, el mencionado autor no hizo llegar más lejos sus trabajos, de modo que los mismos no tuvieron gran influencia sobre las ideas de la época.

Y ello no es de extrañar, especialmente si se tiene en cuenta que aquella época fué dominada por la influencia de Federico Siemens, cuya teoría favorita consistía en proclamar que la presencia de una superficie caldeada facilitando la disociación, debía necesariamente contrariar la combustión. Esta regla no ha-

llaría prosélitos en la actualidad entre los químicos, porque si una superficie incandescente acelera la disociación del vapor de agua, es obligatorio, según un principio establecido primeramente por Ostwald, que acelera igualmente la combinación del hidrógeno y del oxígeno, a condición que el catalizador permanezca inalterado.

Los químicos admiten hoy como demostrado que todas las superficies incandescentes ejercen una acción aceleratriz sobre todas las transformaciones que se realizan en los sistemas gaseosos; o bien, en otros términos, si un sistema A tiene una tendencia a transformarse en otro B, el contacto de una superficie de un sólido provoca, a la misma temperatura, una aceleración de la transformación.

Tomemos un ejemplo sencillo; si se encierra una mezcla de hidrógeno y de oxígeno establecido en las proporciones del gas explosible (descomposición electrolítica del agua), en un recipiente de paredes lisas, y si se caldea a 450° , existirá ciertamente una tendencia a la formación de vapor de agua, pero la importancia de la reacción que se originará será muy débil. Pero si se introduce en la mezcla un cuerpo sólido, poroso, que presente una gran superficie al gas, se producirá bruscamente, a la misma temperatura, una modificación en la capa gaseosa que se halla en contacto inmediato con la superficie sólida y la transformación será acelerada. El vapor de agua formado se difundirá y nuevas cantidades de oxígeno y de hidrógeno llegarán a ponerse en contacto con la superficie porosa, y esto de tal suerte que la combinación al contacto de la pared sólida se proseguirá de una manera heterogénea hasta que la totalidad del gas explosible se haya convertido en vapor de agua.

En las condiciones precitadas, la velocidad de combustión de los gases, a pesar de que pueda medirse con facilidad, no será suficiente para producir una elevación espontánea de la temperatura; ésta permanecerá a los 450° , es decir, muy inferior a la temperatura de inflamación e inferior también a la temperatura a que un cuerpo sólido comienza a hacerse incandescente.

Débase, pues, distinguir dos condiciones en las cuales puede ser provocada la combustión de los gases:

1.^a De una manera homogénea, es decir uniformemente en todo el sistema a temperaturas inferiores al punto de inflamación, lentamente y sin llama, o bien a temperaturas superiores al punto de inflamación, rápidamente y con llama.

2.^a De una manera heterogénea, es decir por capas sucesivas puestas en contacto con superficies caldeadas o incandescentes, o sea la *combustión en contacto de las superficies*. Hay que recordar que esta última es un proceso más rápido que la combustión homogénea normal de la llama ordinaria.

Las investigaciones personales del autor del presente artículo datan de 1902. Comenzaron por ensayos sistemáticos con vistas a determinar los factores que tienen influencia sobre la combinación lenta del hidrógeno y del óxido de carbono con el oxígeno, en presencia de diversas superficies caldeadas, como la porcelana, la magnesia, el platino, el oro, la plata, los óxidos de cobre y de níquel a temperaturas inferiores a los 500° . Con este objeto se construyó un aparato

que permitía la circulación continua y regular de la mezcla gaseosa sobre el catalizador colocado en un tubo de combustión y caldeado a una temperatura constante. Dispositivos especiales destinados a eliminar los productos de la reacción (H^2O y CO^2) del sistema gaseoso, permitían determinar la cantidad de estos productos a intervalos conocidos por la lectura de la presión de la mezcla. Para apreciar el valor de las determinaciones de la velocidad de la reacción, hay que tener en cuenta:

1.^o La velocidad real de la combinación en contacto de la pared;

2.^o La velocidad de difusión;

3.^o La velocidad con la cual los gases son activados por la superficie considerada;

4.^o Las modificaciones, si existen, que se han producido en la constitución física de la superficie. La velocidad real de la combinación en contacto de la superficie traspasa generalmente los factores 2 y 3 de un modo muy notable.

A pesar de que no son aun bien conocidos ciertos puntos del mecanismo íntimo del proceso catalítico, la experiencia muestra la influencia de la condensación de la absorción de uno o del otro de los dos gases (eventualmente de los dos) por la superficie, lo que les hace activos verosimilmente por consecuencia de la ionización. Ninguna explicación química, como por ejemplo alternativas rápidas de oxidación y de reducción en la superficie corresponde a las mediciones muy numerosas de las velocidades de la reacción. Es igualmente cierto que la velocidad de la combustión, a estas bajas temperaturas, no depende en modo alguno, en general, de los factores de difusión, como indica Nernst, sino que depende de la intensidad de la actividad que uno de los dos gases recibe del contacto de la superficie.

La potencia catalítica de una superficie virgen crece para una temperatura dada y alcanza un máximo cuando se hace circular sobre ella una mezcla de gas en proporciones tales que correspondan a las de su combinación. En este momento, la velocidad de reacción es siempre directamente proporcional a la presión, a condición de que los gases se hallen en la relación de combinación, y que el producto de la combustión pueda ser rápidamente alejado. Si uno de los gases se halla en exceso, la velocidad de la combinación es generalmente proporcional a la presión parcial del gas combustible (es decir del hidrógeno o del óxido de carbono) que se hace a la sazón el factor predominante. Frente a frente del óxido de cobre, la mezcla del hidrógeno y de oxígeno con exceso de oxígeno, y frente a frente del óxido de níquel, la mezcla de óxido de carbono y un exceso de oxígeno se portan de un modo anormal en este sentido que la velocidad es más bien proporcional a la presión parcial del oxígeno. En el caso del óxido de cobre, la formación de una capa condensada de oxígeno *activo*, en la superficie queda demostrada; este oxígeno consume el hidrógeno antes de que éste pueda alcanzar el oxígeno aún más activo, combinado con el cobre.

La potencia catalizante de todas las superficies metálicas y óxidos no reductibles es aumentada cuando se les expone previamente a la acción del gas combustible, que se hace sin duda activo al contacto de la superficie. Esta excitación es generalmente muy persis-

tente; pero, en la mayor parte de los casos, se ve de nuevo destruida al contacto del oxígeno. Aunque en regla general el oxígeno sólo no posee acción activante sobre la superficie del catalizador, se han citado casos en que a pesar de esto se ha manifestado; pero en estos casos excepcionales, la acción es mucho más débil y mucho menos persistente que en el caso de los gases combustibles.

A continuación se detallan una serie de experimentos efectuados haciendo pasar una mezcla de oxígeno y de hidrógeno en proporciones diversas sobre la porcelana porosa, caldeada a una temperatura constante de 430°.

I.—Gas electrolítico, superficie en estado normal

Tiempo en horas	0	2	4	6	8	10	12	14
Presión del gas	411,8	343,3	283,5	230,3	118,5	155,6	126,2	106
$K_t = \left(\frac{1}{t} \log \frac{P_e}{P_z} \right) \times 10^4$	—	395	405	420	424	422	424	422

II.—Mezcla primitiva $H^2 + O^2$ (aproximadamente)

Tiempo en horas	0	2	4	6	8	12	24	28	32
Presión parcial { p. H^2 p. O^2 }	196,0 202,0	169,2 188,8	150,2 179,3	126,5 167,5	109,5 158,9	82,7 145,6	35,1 121,8	25,3 116,8	16,5 112,5
$K_{H^2} \times 10^4$	—	320	289	317	316	312	312	318	335
$K_{O^2} \times 10^4$	—	152	129	136	130	118	91	35	80

La velocidad de la reacción es proporcional a la presión PH^2 y más lenta que en I.

III.—Mezcla primitiva $3H^2 + O^2$ (aproximadamente)

Tiempo en horas	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
p. H^2	292,5	260,5	230,5	206,2	185,9	167,8	151,8	137,1	123,6	111,4
p. O^2	94,9	78,9	63,9	51,8	41,7	32,6	24,6	17,3	10,4	4,4
$K_{H^2} \times 10^4$	—	253	250	253	246	241	237	235	240	233
$K_{O^2} \times 10^4$	—	401	429	438	447	464	488	528	600	741

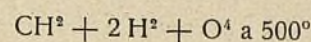
Velocidad de reacción proporcional a la presión PH^2 y mayor que I.

IV.— $2H^2 + O^2$. Alteración de la acción catalizante por caldeo prolongado de la superficie a 400° en una atmósfera de H^2 o de O^2 .

	$K + 10^4$
a) Superficie expuesta a H^2 durante 24 horas	515
b) » » a O^2 » 24 »	505
c) » » a H^2 » 40 »	592
d) » » a O^2 » 48 »	373
e) » » a H^2 » 72 »	622

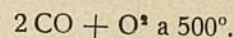
Ensayos posteriores han mostrado algunas diferencias entre la combinación homogénea en la llama ordinaria y la combustión heterogénea al contacto de una superficie: no citaremos más que dos de estas diferencias porque ofrecen un interés particular desde el punto de vista teórico. Los ensayos sobre las combustiones con llama han conducido, en el caso del metano, al resultado siguiente: el metano se combina más energicamente con el oxígeno que el hidrógeno; las afinidades correspondientes de estos dos gases para O^2 son entre sí como 20 : 1, pero en el caso de las combustiones al contacto de las superficies esta

regla sufre una reversión total, por consecuencia probablemente de una activación selectora al contacto de la superficie, que produce la ionización del gas combustible. Este hecho es demostrado completamente por la combustión de una mezcla que tenga la composición $CH^4 + 2H^2 + O^2$ al contacto de una superficie caldeada a 500° hasta la desaparición casi total del oxígeno. Esta inversión de los fenómenos hácese visible en la siguiente tabla:



Tiempo en horas	P			Volumen de CH^4	Compuesto quemado H^2
	CH^4	H^2	O^2		
0	129,7	249,1	128,6	—	—
3	113,4	109,8	37,1	12,5	56,0
6	102,6	50,6	4,7	—	—

El segundo punto por el cual los dos procesos difieren es relativo a la influencia del vapor de agua sobre la combustión del óxido de carbono. Casi inútil es insistir sobre los célebres experimentos de Dixon (1881) que demostraron cuanto favorece a la combustión homogénea del óxido de carbono la presencia del vapor de agua. Una mezcla de carbono y de oxígeno secada prolongadamente al contacto del anhídrido fosfórico no es explosiva cuando se la somete en un eudiómetro a la acción de la chispa eléctrica en las condiciones habituales, y, por el contrario, la presencia de la más pequeña humedad la hace inmediatamente explosiva. Pero, contrariamente a este hecho, se ha podido demostrar que la velocidad de la combustión de una mezcla de $2CO + O^2$ al contacto de una superficie caldeada a 500° se dobla cuando hay ausencia de vapor de agua; fenómeno debido seguramente a la acción ionizante de la superficie caldeada sobre los gases combustibles. Esta acción se halla disminuida por la presencia de vapor de agua y ello de una manera inexplicada:



Mezcla húmeda saturada a 15°,5			Mezcla secada por el aire líquido		
t	p	$K \times 10^4$	t	p	$K \times 10^4$
	Milímetros			Milímetros	
0	411,4	—	0	368,5	—
1	328,7	974	1	231,3	2022
1 1/2	289,3	1025	1 1/2	187,5	1956
2	256,5	1025	2	153,6	1900
4	164,3	497	2 3/4	118,4	1793
5	134,0	974			

La prueba de que la combustión catalítica tiende a un contacto íntimo de los gases con la superficie puede ser suministrada por la microfotografía de una tela metálica de alambre de plata antes y después de su empleo en la combustión del hidrógeno con el oxígeno a 400° (fig. 1 y 2). Al principio la superficie es pulimentada, mientras que al final de los experimentos aparece rugosa, y esta rugosidad es debida probablemente a la absorción de los gases que, de este modo,

se han hecho activos. Estos ensayos han demostrado igualmente que por la combustión catalítica las superficies se hacen fuertemente electro-negativas.

Si las superficies caldeadas tienen la propiedad de favorecer la combustión de los gases situados por debajo o en las proximidades de su temperatura de inflamación, de pensar es que deben poseer esta misma capacidad y a un más alto grado cuando las superficies están incandescentes. En realidad, hay hechos experimentales que muestran que no solamente la acción activante de las superficies crece rápidamente con la temperatura, sino que las diferencias que se observan en la acción catalizante de las diversas sustancias y que, a bajas temperaturas, son muy acentuadas, se atenúan hasta desaparecer totalmente al rojo blanco. Estas conclusiones han sido corroboradas de modo interesante por los siguientes ensayos efectuados por Knietzch; en la formación del anhídrido sulfúrico (SO_3), a partir de $\text{SO}_2 + \text{O}$, no hay más que una débil

medio que pasa entre dos choques de moléculas del gas explosivo a la temperatura ordinaria.

Cuando la llama ha recorrido en el tubo un camino muy corto, sufre la excitación de la onda comprimida que ha sido reflejada sobre la pared cerrada, y se produce un nuevo fenómeno denominado *explosión*. En la detonación, la llama se propaga con una velocidad uniforme considerable que, para el gas electrolítico, a la presión atmosférica, alcanza 2820 metros por segundo. La combustión se propaga a su vez con una intensidad máxima. La duración de la reacción química que se realiza en las capas sucesivas del gas explosivo, en el cual se produce la explosión, no excede de $\frac{1}{5000}$ o $\frac{1}{10.000}$ de segundo. Púedese comprobar estos fenómenos, por ejemplo, en el caso de una mezcla de cianógeno y de oxígeno $\text{C}_2\text{Az}_2 + 2\text{O}_2$ puesta en un tubo horizontal cerrado por una extremidad y que se inflama por el otro extremo. Basta fotografiar la

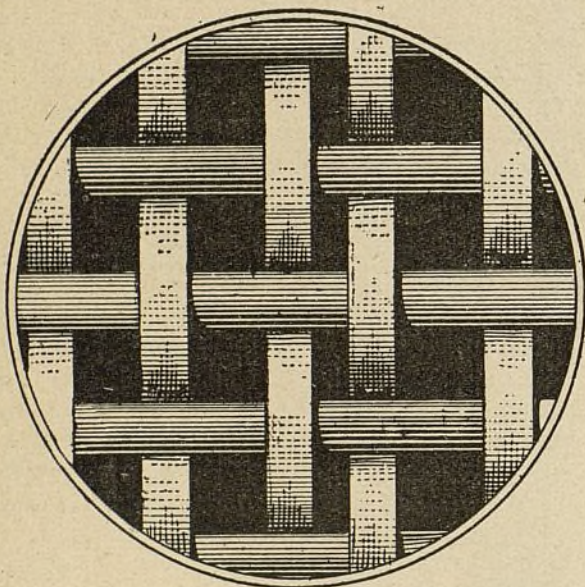


Fig. 1.

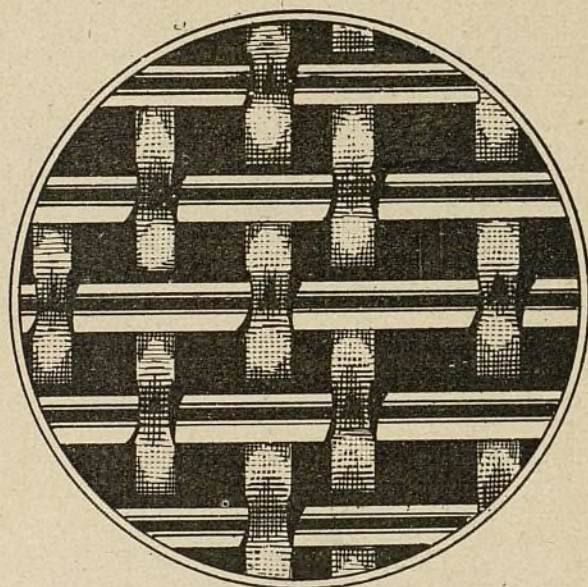


Fig. 2.

diferencia entre la acción catalizante del platino y de los trozos de porcelana. Ciertamente es que a tales temperaturas esta acción catalizante no es interesante desde el punto de vista técnico, por consecuencia de la disociación de SO_3 .

Para reconocer la importancia que estas deducciones tienen es útil considerar por un instante hasta qué punto es posible entretener un proceso de combustión por una llama ordinaria. Estamos acostumbrados a considerar la combustión ordinaria, con llama, como un proceso momentáneo, mientras que, por el contrario, es muy lento mirado durante intervalos de tiempo elementales.

Así, por ejemplo, la inflamación por una chispa que surge en las proximidades de la extremidad cerrada de un tubo lleno de gas explosivo, se propaga por conductibilidad al principio, con una velocidad constante de 20 metros por segundo. Durante este período preliminar de la inflamación, la duración total de la transformación química en las capas sucesivas de la mezcla es aproximadamente $\frac{1}{50}$ de segundo, o sea una duración 100 millones de veces mayor que el intervalo

llama con una placa muy sensible expuesta en un aparato que se mueve verticalmente a la velocidad de 50 metros por segundo; se obtendrá una imagen de la velocidad de propagación representada por una curva debida a la composición de las dos velocidades: la de la llama y la del aparato fotográfico.

Al principio la curva indica una velocidad de combustión débil y casi uniforme; una recta poco inclinada sobre la vertical; además, el poder lumínico es igualmente débil y después de haber recorrido de este modo 0,50 metros aproximadamente la velocidad aumenta a la par que el resplandor de la llama y luego, bruscamente, en el momento de la explosión, la velocidad se hace considerable y excede en más de 50 veces la velocidad vertical. Se observa además la formación de una onda reflejada que se proyecta en sentido inverso. Si estos fenómenos no tienen una relación directa con la combustión al contacto de las superficies, la fotografía muestra, no obstante, que en las llamas ordinarias las condiciones son tales que pueda admitirse perfectamente una acción favorable, y por consiguiente aceleratriz, de la combustión de las superficies incandescentes.

Estas consideraciones han conducido a la convicción siguiente: si se hace correr y si se comprime una mezcla de gas explosivo a través de los intersticios de un cuerpo poroso poco fusible e incandescente, en condiciones que más tarde se describirán, prodúcese una combustión intensa en los poros de la materia. El calor desprendido por esta aceleración de la combustión, debe poder mantener la superficie porosa en estado incandescente sin que por ello se manifieste llama. Si ello fuese así, podría realizarse una combustión superficial, sin llama y aumentar de este modo la eficacia de las operaciones en las que el calor es utilizado, en la generalidad de los casos.

Existen aún otros puntos que será bueno dilucidar. Cuando se quieren estudiar las reacciones recíprocas de los gases a diferentes temperaturas; hay que elegir una unidad que llamaremos *molecular*.

Nuestras unidades habituales de tiempo, de volumen y de longitud, son demasiado grandes si se quiere representar una imagen real de la combustión. Si hablamos de una combustión producida en los intersticios o los poros de una sustancia sólida incandescente, entendemos la porosidad en el sentido molecular. Un cuerpo sólido puede aparecer compacto a nuestra vista y, no obstante, ser poroso para los gases; desde este punto de vista, sólo hay las sustancias vítreas que no sean porosas e incluso el mismo vidrio es suficientemente poroso para los gases cuando se le deslustra, para poder provocar la combustión en su superficie.

En segundo lugar, debemos especificar que el cuerpo sólido incandescente representa un papel particular en la combustión por contacto en su superficie. No es un simple espectador de los remolinos que a su alrededor crean las moléculas. Por el contrario, galvaniza y estimula las afinidades latentes que duermen entre los gases combustibles y el oxígeno. El modo cómo la superficie llega a reaccionar de este modo puede ser aun hipotético; pero es incontestable que en este sentido obra. En ocasión de celebrar sesión la «British Association» en 1910, entablóse una discusión en la que Thomson pretendía que en la combustión no son sólo los átomos y las moléculas, si que también los electrones que toman parte, es decir partículas de dimensiones mucho más débiles y emitió la opinión de que por lo que concierne al entretenimiento de la combustión por superficies calientes, la emisión de partículas cargadas por la superficie constituye un factor de la más alta importancia. Sabido es que las superficies incandescentes emiten torrentes de electrones animados de una gran velocidad y la acción de estas superficies depende tal vez del hecho de crearse en los gases capas electrizadas en las cuales las transformaciones químicas se realizan con una velocidad particularmente grande.

LOS NUEVOS PROCEDIMIENTOS DE COMBUSTIÓN POR LAS SUPERFICIES INCANDESCENTES

Dejaremos la parte teórica de la cuestión para examinar algunos de los puntos principales de dos procedimientos de combustión por las superficies incandescentes que han sido practicados recientemente en Leeds. En estos procedimientos, hácese quemar una mezcla homogénea, explosiva, de gas y de aire en las proporciones que la combustión completa exige, efectuándose esta combustión sin llama, al contacto de un cuerpo granulado incandescente, lo que permite transformar una gran parte de la energía potencial del gas en calor radiante. Las ventajas de este sistema son las siguientes:

1.º La combustión se halla muy reforzada por la superficie incandescente y puede ser concentrada, si se desea, en el punto donde el calor debe ser utilizado;

2.º La combustión es total si se utiliza un ligero exceso de aire;

3.º La obtención de temperaturas muy elevadas es posible sin necesidad de apelar a aparatos de recuperación;

4.º La transmisión del calor desde el lugar de la combustión al en que se halla el objeto que ha de caldearse es muy rápida por consecuencia de la gran cantidad de calor radiante engendrado. Todas estas ventajas tienen una relación tan estrecha entre sí en este novísimo sistema, que los efectos caloríferos no solamente son mucho más económicos en muchos casos si que también su control es de los más fáciles.

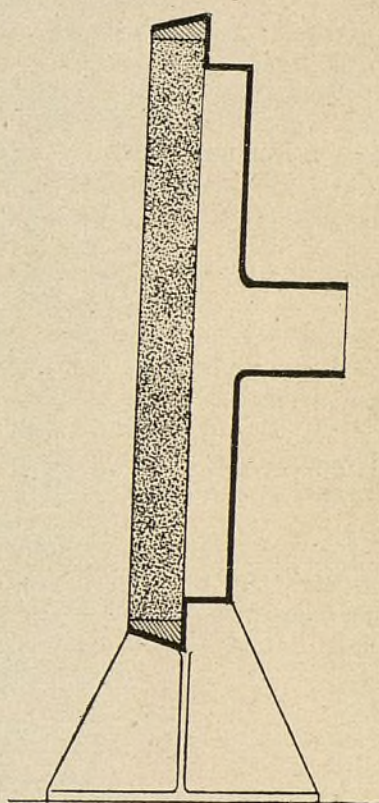


Fig. 3.

CALDEO POR DIAFRAGMAS Y SU EMPLEO

Con el primer dispositivo, púese hacer pasar la mezcla del gas y de aire a través de un gran diafragma construido con materiales poco fusibles, y en él el gas arde sin llama en la superficie de salida, mantenida incandescente.

El diafragma consiste en materiales refractarios reunidos en un bloque único por un dispositivo apropiado (fig. 3). Se le da una porosidad conveniente para cada gas. Para el gas de alumbrado, o el gas de alumbrado que contiene una pequeña cantidad de gas de agua, elígese un diafragma tal que la mezcla lo atravesase con una presión de 3 a 5 metros de agua. El diafragma se halla mantenido en un soporte en el cual el espacio entre el diafragma y la parte interna del soporte sirve de cámara dentro de la cual el gas es comprimido. La mezcla gaseosa puede ser obtenida de dos modos:

1.º Utilizando un tubo en forma de Y con dos tuberías separadas que suministren la una el gas y la otra el aire;

2.º Con un inyector bajo una presión de 1,15 kg. por centímetro cuadrado en el caso que la corriente

gaseosa arrastre por aspiración una cantidad de gas suficiente captada de la atmósfera.

Para poner en marcha un diafragma, déjase primero escapar el gas y se le enciende en la superficie, inyectando aire progresivamente hasta tener la mezcla conveniente. La llama disminuye de resplandor y se hace pequeña, retirándose por último de la superficie del diafragma, que toma bruscamente una tonalidad azulada. Los granos de la superficie se hacen pronto incandescentes y toman un aspecto particular hasta que, por fin, toda la superficie se hace incandescente y se produce una combustión *superficial* extremadamente activa. Desaparece toda llama y queda una superficie uniformemente roja que emite una radiación calorífica muy intensa que se puede mantener todo el tiempo que sea necesario.

Haciendo funcionar un tal diafragma de 9,4 decímetros cúbicos se advierte la rapidez con la cual se realiza el proceso de combustión superficial, no siendo necesario más allá de uno o dos minutos a partir del comienzo de la operación para obtener una completa incandescencia. Todos los técnicos que han observado la marcha de uno de estos aparatos, han adquirido la convicción de su eficacia.

Los puntos principales del fenómeno son los siguientes:

1.º Primero la combustión no se extiende más que sobre un espesor débil (de algunos milímetros tan sólo) bajo la superficie incandescente y durante este período no hay desprendimiento de calor. Mientras una de las caras del aparato aparece incandescente, la opuesta está lo suficientemente fría para que pueda ser tocada con la mano;

2.º La combustión de los gases es total aunque no se lleve a cabo más que en límites muy estrechos, de forma que si las proporciones han sido convenientemente elegidas no se escapará de la superficie gas alguno combustible;

3.º Púedese hacer variar instantáneamente la temperatura de la superficie incandescente modificando la composición de la mezcla gaseosa. Este punto es importante en los casos en que se trata de poder regular minuciosamente una temperatura.

La temperatura de la superficie de un diafragma alimentado por una mezcla de gas de alumbrado y de aire con una velocidad dada, depende del modo cómo la radiación de la superficie es impedida o no. Con una radiación libre, púedese mantener la superficie a una temperatura de 850º aproximadamente;

4.º Un diafragma plano puede ser utilizado en cualquier inclinación entre la horizontal y la vertical;

5.º El método es aplicable a todos los gases combustibles, gases de gasógenos diluidos o no con gas de agua, gas natural, gas de aire carburado, gas de agua carburado, etc. La incandescencia no depende de la atmósfera exterior, cuando el diafragma ha sido llevado a la incandescencia, y cuando la mezcla de gas y aire en la cámara es la conveniente, la superficie mantiene su temperatura incluso cuando se sumerge el aparato en una atmósfera de anhídrido carbónico.

Ínútil es precisar las aplicaciones que tendrá el caldeo por diafragma; citaremos un caso que puede ser de gran interés para los químicos, que se refiere a la evaporación de líquido por el calor emitido por un diafragma incandescente colocado en situación horizontal encima del líquido. Expondremos a la acción de este dispositivo una solución de silicato de sosa (vidrio soluble), solución que es muy difícil de evaporar en las condiciones habituales de caldeo, por debajo por medio de hogares de llama. Con el nuevo método, son las capas superficiales las que se evaporan; el calor radiado alcanza inmediatamente la superficie del líquido, que lo absorbe y utiliza en la evaporación del agua. El silicato de sosa forma una costra superficial y se seca por completo, pudiendo entonces eliminarlo y obtener la sal en el estado seco.

(Concluirá en el próximo número).

Algo sobre las continuas de hilar

Las máquinas de hilar continuas de anillo fueron construidas por vez primera en América y conocidas en Europa en 1878, siendo su introducción muy celebrada por la sencillez de su mecanismo y de su marcha. Desde entonces su uso se ha generalizado y su construcción se ha perfeccionado de tal modo que en Inglaterra solo se usan de este tipo.

Las continuas de hilar tienen sobre las selfactinas muchas ventajas, y las principales de ellas son: 1.ª que hilan y arrollan durante todo el tiempo, al paso que las selfactinas sólo hilan mientras avanza el carro y arrollan mientras retrocede; 2.ª que por la concentración de sus órganos, a igualdad de producción, el espacio ocupado por las continuas es mucho menor que el que ocupan las selfactinas, y 3.ª que su manejo es más sencillo y por lo tanto pueden confiarse a mujeres o a niños.

Sin embargo esta medalla tiene un reverso y este es que los hilos laborados por las selfactinas son de mejor calidad que los que se deben al trabajo de las continuas de hilar y esto se debe a que la tensión que sufre el hilo en las primeras es siempre la misma y en

las segundas varía y es más intensa lo que da hilos más desiguales.

Pero como las ventajas son muchas se ha procurado llegar a dar a los hilos elaborados por las continuas la uniformidad y regularidad de los hilos de las selfactinas y como la construcción de las máquinas es tan perfecta que no cabe introducir en ellas mejora alguna, hay que seguir otros derroteros para ver de llegar a la meta deseada, es decir a obtener con las continuas hilos comparables a los de las selfactinas.

Siguiendo por estos otros caminos se ha llegado al convencimiento lógico y justo de que el accionar estas continuas por medio de un motor de velocidad constante no podía dar muy buenos resultados, porque algunos de los órganos movidos tienen y han de tener forzosamente una marcha irregular y de esto resulta que no se utiliza toda la capacidad de producción de la máquina. Es necesario, por consiguiente, variar el número de vueltas de las continuas; pero ¿cómo y de qué modo? Este es el verdadero problema, problema que vamos a estudiar concisamente.

I. HILADO Y ARROLLADO.—El hilo o mecha de preparación procedente de una bobina fácilmente desarrollable es arrastrado por el par de cilindros A (figura 1) y pasa en seguida entre otros dos pares de cilindros animados cada uno de velocidad mayor; por los pasos entre estos cilindros sale el hilo de los últimos CC con el grosor apetecido; pero de fibras paralelas y por lo tanto poco resistentes. Después es arrastrado a través de la guía F y sometido a la torsión bajo la influencia del cursor L que gira sobre el anillo H concéntrico con la bobina. El hilo retorcido al salir del cursor L se arrolla regularmente sobre una bobina. La velocidad del cursor arrastrado por el hilo no es sincrónico con la del eje de la bobina, sino que tiene con relación a ésta un retraso tal que en cada instante puede arrollarse la cantidad de hilo cedida por los cilindros estiradores. El carro sobre el que van montados los anillos está animado de un movimiento vertical de va y ven, cuyo objeto es formar una bobina de núcleo cónico por superposición de capas cónicas.

El ciclo del estirado y el arrollado es continuo y puede considerarse como una sucesión de estados de equilibrio susceptible, cada uno de ellos, de un estudio separado y cuyo conjunto da una idea del procedimiento, idea que da a conocer si dicho procedimiento responde a todas las exigencias de la hilatura. Estas exigencias son: 1.ª tensión constante del hilo al salir de los cilindros estiradores, necesaria para obtener buena calidad y para que el número de roturas sea el mínimo; 2.ª tensión del hilo entre el cursor y la bobina constante para poder obtener una bobina consistente; y 3.ª utilización económica de la máquina.

II. HILADO A VELOCIDAD CONSTANTE.—Supongamos una continua cuyas características sean: número de vueltas 1000 por minuto; circunferencia de la bobina llena 100 mm.; circunferencia del tubo o canilla vacía 50 mm.; en esta máquina el número de vueltas del cursor sobre la bobina llena es de 9.900 por minuto y con el tubo vacío 9.800, es decir, una diferencia de solo 1 por 100.

Las diferentes fuerzas que obran sobre el cursor en movimiento son: 1.º tensión P del hilo entre el cursor y la bobina; 2.º tensión Q del hilo flotante; 3.º peso G_L del cursor; 4.º fuerza centrífuga G_L del mismo; 5.º roce del cursor R_L contra el anillo. Todas estas fuerzas están representadas gráficamente en la figura 2.

Las fuerzas P y Q se descomponen en sus componentes radiales P_r y Q_r y en sus componentes tangen-

ciales P_t Q_t . Las componentes P_r y Q_r y el peso y la fuerza centrífuga del cursor obran en el mismo plano radial y su resultante K oprime el cursor contra el anillo y determina el roce que se opone al movimiento y que designaremos por $R_L = \mu K$; la componente tangencial Q_t se opone también al movimiento del cursor que se encuentra impelido solo por la componente P_t de lo cual se deduce que la ecuación de equilibrio será: $P_t = R_L + Q_t$.

La fuerza centrífuga del cursor para un peso y un radio de giro dados es proporcional al cuadrado del número de vueltas que como ya hemos visto varía muy poco, por lo que poco varía también la fuerza centrífuga que podemos considerar constante, y constante por lo tanto el roce por ella determinado y la componente Q_t varía también muy poco. De todo lo cual podemos deducir, provisionalmente al menos, que la suma de las fuerzas que se oponen al movimiento del cursor es constante y que la componente tangencial P_t debe ser casi constante.

Pero para obtener una componente tangencial constante es preciso producir tensiones P_D y P_d muy diferentes, según que el arrollamiento se verifique sobre la bobina llena o el tubo vacío. Para un diámetro dado D , la tensión del hilo varía en razón inversa del diámetro lo que nos da: $\frac{P_D}{P_d} = \frac{d}{D}$ como se ve claramente en la figura 3.

Esta fórmula es solo aproximada, pues en ella no se tiene en cuenta la componente P_r que se opone a la fuerza centrífuga; pero a pesar de esta aproximación da clara idea de la causa de las variaciones de tensión que tienen lugar durante el arrollado, porque las tensiones del hilo entre el cursor y los cilindros dependen esencialmente de P.

Si el hilo estuviera fijo al cursor, las fuerzas P y Q serían independientes y obrarían sin relación alguna entre sí, pero como el hilo está libre a través del anillo la tensión Q antes del cursor debe equilibrar en cada instante a la P, después del cursor o por lo menos debe relacionarse con ella, de modo que se tiene $P = f \cdot Q$; lo que nos dice que f es la cantidad absoluta, que Q es menor, y que P es el roce del hilo con el cursor.

A la fuerza Q debe agregarse la tensión que sufre el hilo en la guía o guía-hilo V; las fuerzas Q y V se determinan descomponiendo según las tangentes de hilo, la resultante de la fuerza centrífuga y de la resistencia del aire al movimiento del hilo.

La fuerza V es absorbida en una pequeña parte por

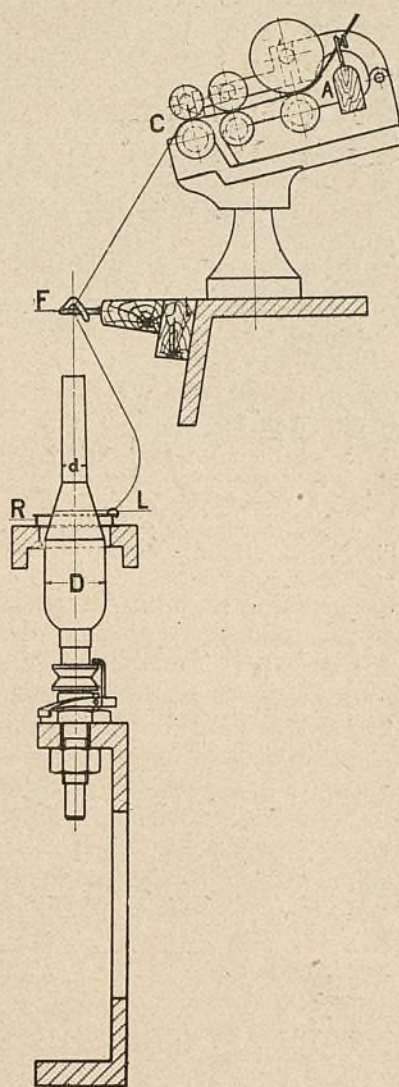


Fig. 1.—Elemento de una continua.

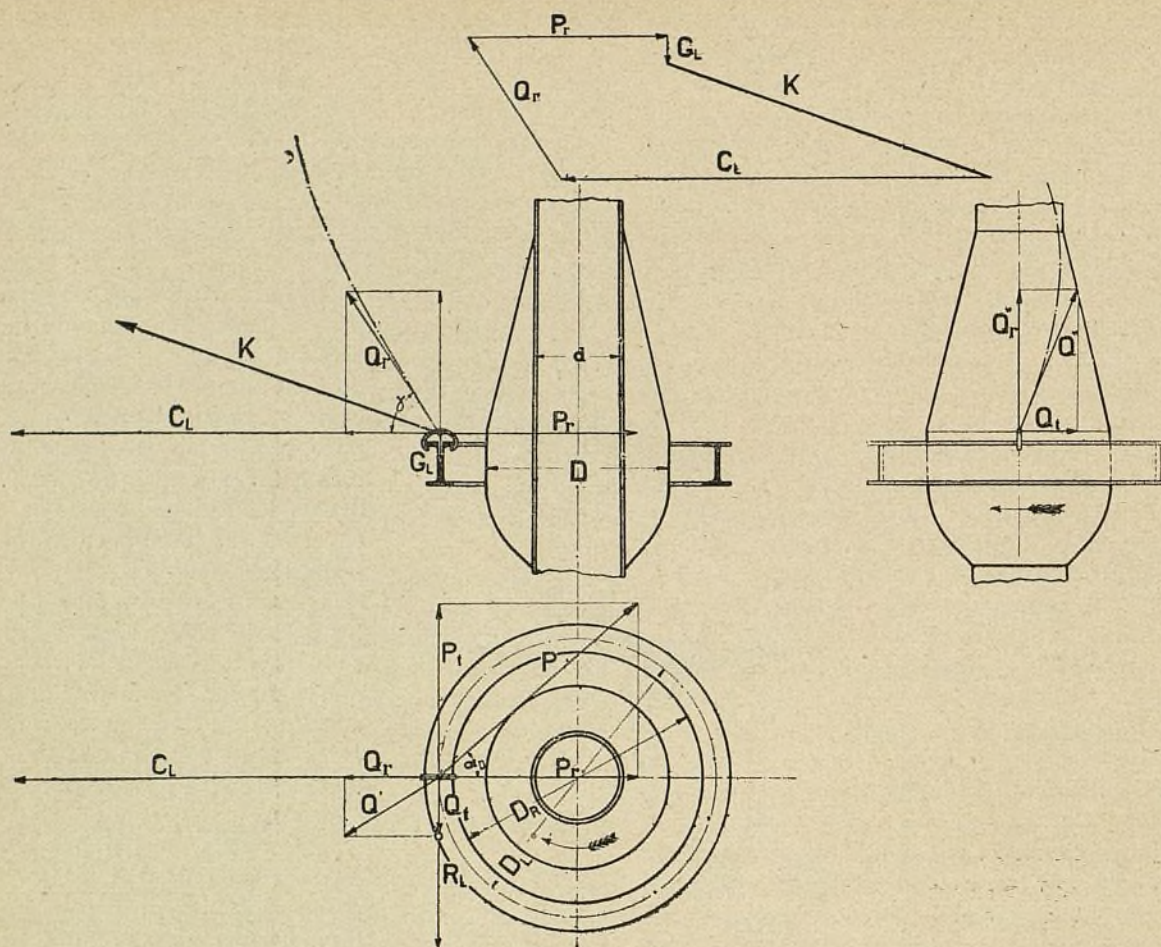


Fig. 2.—Fuerzas que obran sobre el cursor.

el roce del hilo con la guía ancha y lisa; pero casi toda ella equilibra la tensión existente entre los cilindros y la guía y esta tensión que varía con P es la que varía y por lo tanto sujeta al hilo o fuerzas inconstantes que son las que ocasionan las roturas.

III. CONSECUENCIAS.—Del estudio detallado de todas estas fuerzas y de sus variaciones y del efecto de ellas

sobre la marcha de una continua de hilar se deduce:

1.º En la filatura a velocidad constante la tensión del hilo entre el cursor y la bobina varía con el diámetro de ésta de lo que resulta un bobinado imperfecto con las capas internas apretadas y las exteriores flojas.

2.º La tensión del hilo en la guía y entre ésta y los

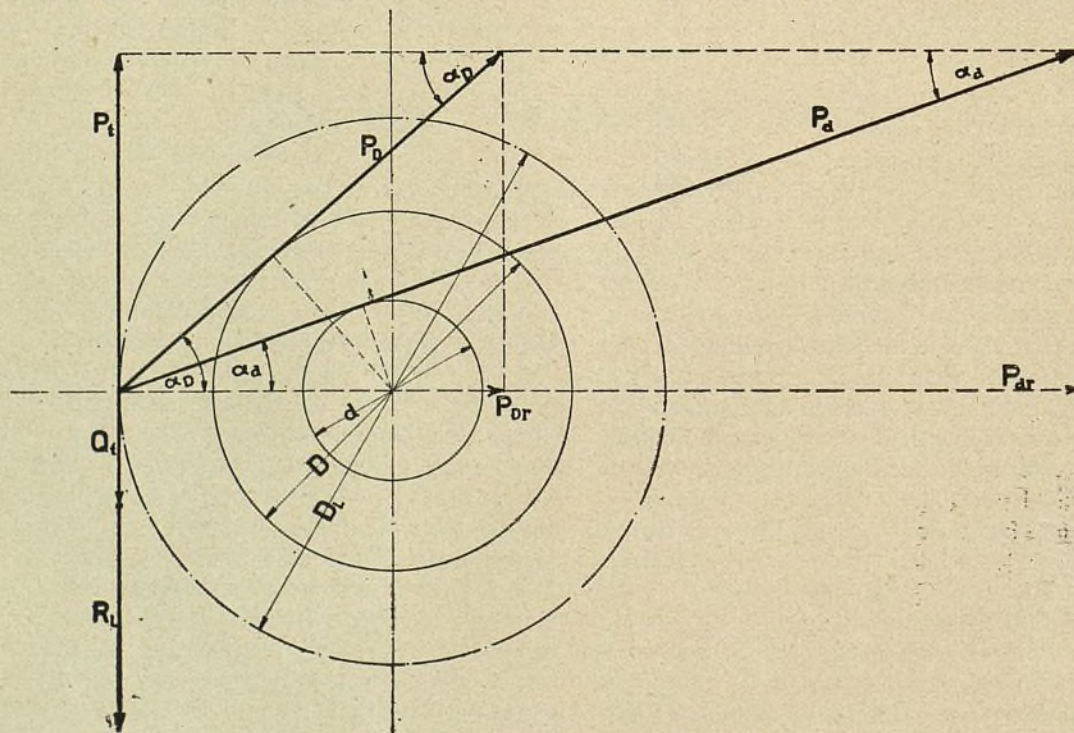


Fig. 3.—Influencia del diámetro sobre la tensión del hilo.

cilindros estiradores varía también mucho según el diámetro de la bobina; esta tensión es más pequeña que la existente entre el cursor y la bobina; pero como el hilo no está todavía retorcido su resistencia es muy pequeña por lo que las roturas son numerosísimas y el estirado es desigual.

3.º Lo dicho en los párrafos 1 y 2 sucede para cada posición del carro; pero la variación de la tensión del hilo según que el diámetro de la bobina sea grande o pequeño es mayor cuando el carro está en su posición más alta.

4.º Cuando el diámetro es grande la curva formada por el hilo es más ancha que cuando el diámetro es pequeño.

5.º Cuando el carro llega al punto más alto de su carrera la curva del hilo desaparece casi completamente con lo que aumentan considerablemente las causas de ruptura; siempre que en el hilo se formen pequeños nudos o irregularidades aparecen a su paso por el cursor tensiones instantáneas que alcanzan valores muy superiores al valor normal y que se propagan hasta los cilindros estiradores si la curvatura tomada por el hilo en su movimiento es pequeña y como esta es mínima cuando la tensión es máxima, pues, ya se ha dicho, que la curvatura era menor al ocupar el carro el punto más alto de su movimiento de va y ven, y en este punto la tensión pasa por un máximo, las condiciones de trabajo de las continuas a velocidad constante no son todo lo buenas que sería de desear.

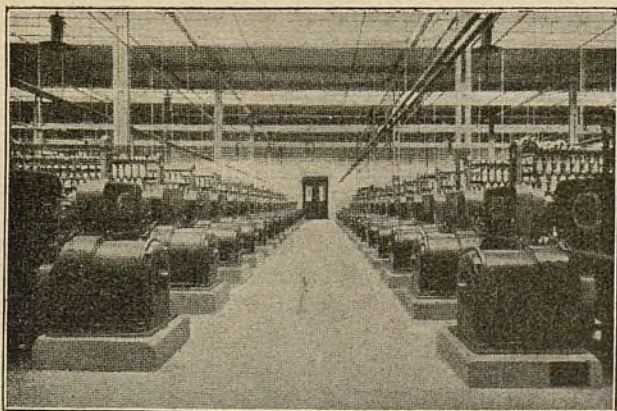


Fig. 5.—Sala de continuas con motores individuales.

La velocidad constante está indicada solo durante circunstancias que se presentan solo accidentalmente en todo el ciclo de la filatura, por lo que se podría aumentar la velocidad de la continua durante gran parte del tiempo empleado en la formación de la bobina

con lo que se aumentaría la producción y al mismo tiempo mejorarían el hilado y el canillado.

IV. PERFECCIONAMIENTOS. — Varios han sido los

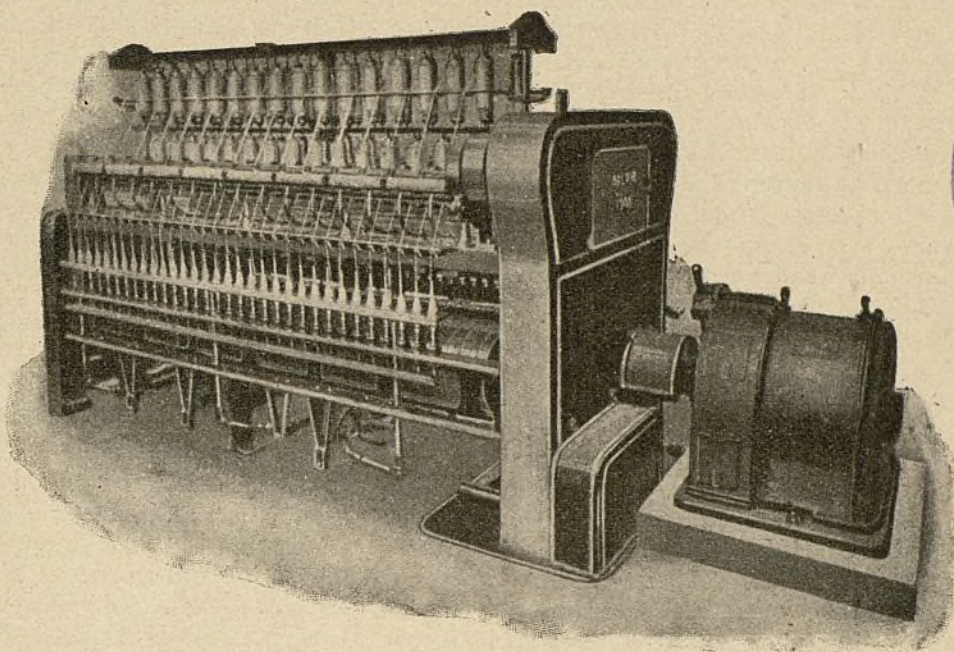


Fig. 4.—Continua accionada eléctricamente.

procedimientos y métodos ideados para evitar los inconvenientes que presentan las continuas de velocidad constante; pero ninguno de ellos ha dado los resultados buscados, pues ninguno modificaba la causa de los inconvenientes que es la variación de la tensión sufrida por el hilo. El único método aplicable sería aquel que hiciera desaparecer dicha variación y este es el que la velocidad de la continua fuere variable, es decir, que el número de vueltas de las canillas variara.

V. INFLUENCIA DEL NÚMERO DE VUELTAS.—Todas las fuerzas a que está sometido el hilo mientras se le estira y arrolla son proporcionales al cuadrado del número de vueltas. Cuando se pasa de un número de vueltas a otro, todas las fuerzas dichas aumentan o disminuyen en la misma proporción, de lo que resulta que para los mismos diámetros y para las mismas posiciones del carro no hay ningún cambio aparente.

Conociendo la relación entre el número de vueltas y la tensión del hilo es lógico el procurar su aplicación racional para disminuir las tensiones demasiado grandes y aumentar las tensiones débiles. Si se consigue la regularidad de la tensión del hilo entre los cilindros estiradores y la bobina, se tendrá mejor calidad en el producto y mayor rendimiento en la máquina.

Si se quiere regular la velocidad de modo que la tensión del hilo sobre los cilindros y la canilla sea constante, se debe conservar, para todas las posiciones superiores del carro, es decir, para los diámetros pequeños de la bobina, el número de vueltas que sea el máximo posible en el caso de velocidad constante; pero se debe aumentar la velocidad para las posiciones inferiores que son aquellas en que el hilo se arrolla sobre mayores diámetros y de este aumento de velocidad se deduce el aumento de producción, pues se tra-



baja más tiempo arrollando sobre diámetros grandes que sobre pequeños y al mismo tiempo se necesita para ello mayor longitud de hilo.

VI. MODOS DE AUMENTAR EL NÚMERO DE VUELTAS.—Los únicos usados son el accionamiento por correa y con un cono de poleas y el accionamiento eléctrico apropiado; el primero dista mucho de ser práctico y dar el resultado apetecido y el segundo solo lleva al fin deseado con algunas condiciones. Estas son: 1.^a, que cada continua sea accionada por un motor; 2.^a, que el par motor pueda variar progresivamente entre límites determinados; 3.^a, que esta variación se haga sin sacudidas y en el espacio de tiempo conveniente; 4.^a, que el rendimiento del motor sea económico para cada velocidad y 5.^a, que la construcción del aparato sea

sencilla y robusta para la comodidad y regularidad del servicio y la seguridad de la instalación.

El sistema de accionamiento eléctrico que mejor resultados ha dado hasta el día, es el sistema Brown Boveri que emplea motores monofásicos especiales con colector combinados con un aparato automático que variando la posición de las escobillas varíe la velocidad del motor y por consiguiente la de la continua; el aparato automático está movido y regulado por la misma continua y cambia la posición de las escobillas en el momento preciso.

En gran número de filaturas más importantes de Europa se ha instalado este sistema y en Cataluña alguna de las magníficas fábricas de hilados de la alta cuenca del Ter tienen en marcha instalaciones análogas.

J. B. DE AGUILAR-AMAT, Ingeniero.

Motor Körting, de gas pobre (Véase modelo desmontable)

MOTORES SIN COMPRESIÓN.—El más antiguo de estos motores es el Lenoir siguiéndole los motores Benier, Bishop, Forest, Hugon, Noel, Ravel, etc., y se caracterizan por su sencillez, solidez y economía; pero su rendimiento es muy reducido, pues la presión en ellos no puede exceder de 5 atmósferas, no aplicándose, por lo tanto, sino a la producción de pequeña fuerza motriz.

El ciclo funcional de este tipo se verifica del modo siguiente: en el primer tiempo el cilindro aspira el aire y el gas a la presión atmosférica; al llegar el émbolo a la mitad de su curso se cierra la comunicación del cilindro con el exterior y casi simultáneamente la llama de un mechero de gas o la chispa producida por un carrete de inducción o aparato magneto-eléctrico provoca de modo automático la explosión de la mezcla, produciéndose un aumento rápido de presión sobre el émbolo. Al retroceder éste, venciendo un cierto esfuerzo resistente, expulsa del cilindro, haciéndolos pasar a la atmósfera, los productos de la combustión.

Pertenecen a esta clase, los motores llamados *atmosféricos*, de Otto-Langen, en los que el cilindro es vertical y el vástago es de cremallera. En estos motores la presión disminuye hasta ser inferior a la presión atmosférica debido a lo cual, la presión del fluido durante su expulsión es motriz en vez de ser resistente. El mecanismo de estos motores es bastante complicado y su marcha muy estrepitosa. Su aplicación ha quedado reducida para pequeñas fuerzas hasta de $\frac{1}{20}$ caballos. Consumen de 500 a 700 litros de gas por caballo-hora. El tipo más empleado es el Bishop y sus derivados el Lombard y el Andrew.

MOTORES CON COMPRESIÓN.—Constituyen el tipo más generalizado de los motores de gas. En ellos se comprime la mezcla gaseosa antes de su inflamación. Esta compresión que se verifica de 2 a 5 atmósferas, puede realizarse en el mismo cilindro motor o bien en un cilindro auxiliar; esta disposición caracteriza dos tipos de motores de gas por compresión.

El primero o de cilindro único funciona a cuatro tiempos. El primer tiempo que corresponde al primer avance del émbolo, es el de aspiración de la mezcla explosiva a la presión atmosférica con corta diferencia.

El segundo tiempo corresponde al primer retroceso del émbolo durante el que se verifica la compresión de la mezcla. El tercer tiempo, correspondiente al segundo avance del émbolo, es el de explosión (a volumen constante), expansión y escape anticipado. Y, finalmente, en el tercer tiempo, que corresponde al segundo retroceso del émbolo y cierra el ciclo, tiene lugar la expulsión de los gases. El motor típico de esta clase es el Otto que se construye para fuerzas de $\frac{1}{8}$ hasta más de 100 caballos; su empleo es el más generalizado por su sencillez y economía, siendo su consumo de 600 a 800 litros de gas por caballo-hora. Derivan de este tipo los motores Simplex, Crossley, Körting, Charon, Durand, Gotendorf y Lenoir.

Los motores de dos cilindros, uno de los cuales recibe la mezcla para su explosión, comprimida en el otro ofrecen sobre los motores de un cilindro la ventaja de producir una explosión por cada vuelta del volante en vez de una por cada dos vueltas. El motor típico es el Clerk, pudiendo citarse también entre los más generalizados, los motores Balwin, Benz-Roger, Charon, Niel, Lerain. El consumo de gas de estos motores oscila entre 750 a 1000 litros según la potencia.

EL GAS POBRE.—El gas pobre o gas Dowson, hoy empleado con positivas ventajas para la producción de fuerza motriz, se obtiene por la descomposición de la hulla por el vapor de agua. La composición media de este gas producido con antracita inglesa es la siguiente: $H=20$; $CO=21$; $C^2H=3,50$; $C^4H^4=0,50$ y los gases inertes $O=0,50$, $CO^2=5,00$ y $N=49,50$. El poder calorífico de este gas es de 1.500 calorías aproximadamente, pudiendo producir un kilogramo de antracita 5 m³ de gas pobre. Los motores alimentados con gas pobre necesitan el complemento de un aparato para la producción del gas. Estos aparatos se componen generalmente, como el Buire Lencauchez, de un gasógeno con agua en el cenicero, un cilindro lavador y un gasómetro.

DESCRIPCIÓN DEL MODELO DESMONTABLE, TIPO KÖRTING.—Este motor trabaja a cuatro tiempos, estando por lo tanto constituido por un solo cilindro y un solo émbolo en los cuales se producen los periodos de as-

del
mejor
own
con
que
oci-
a; el
mis-
s en

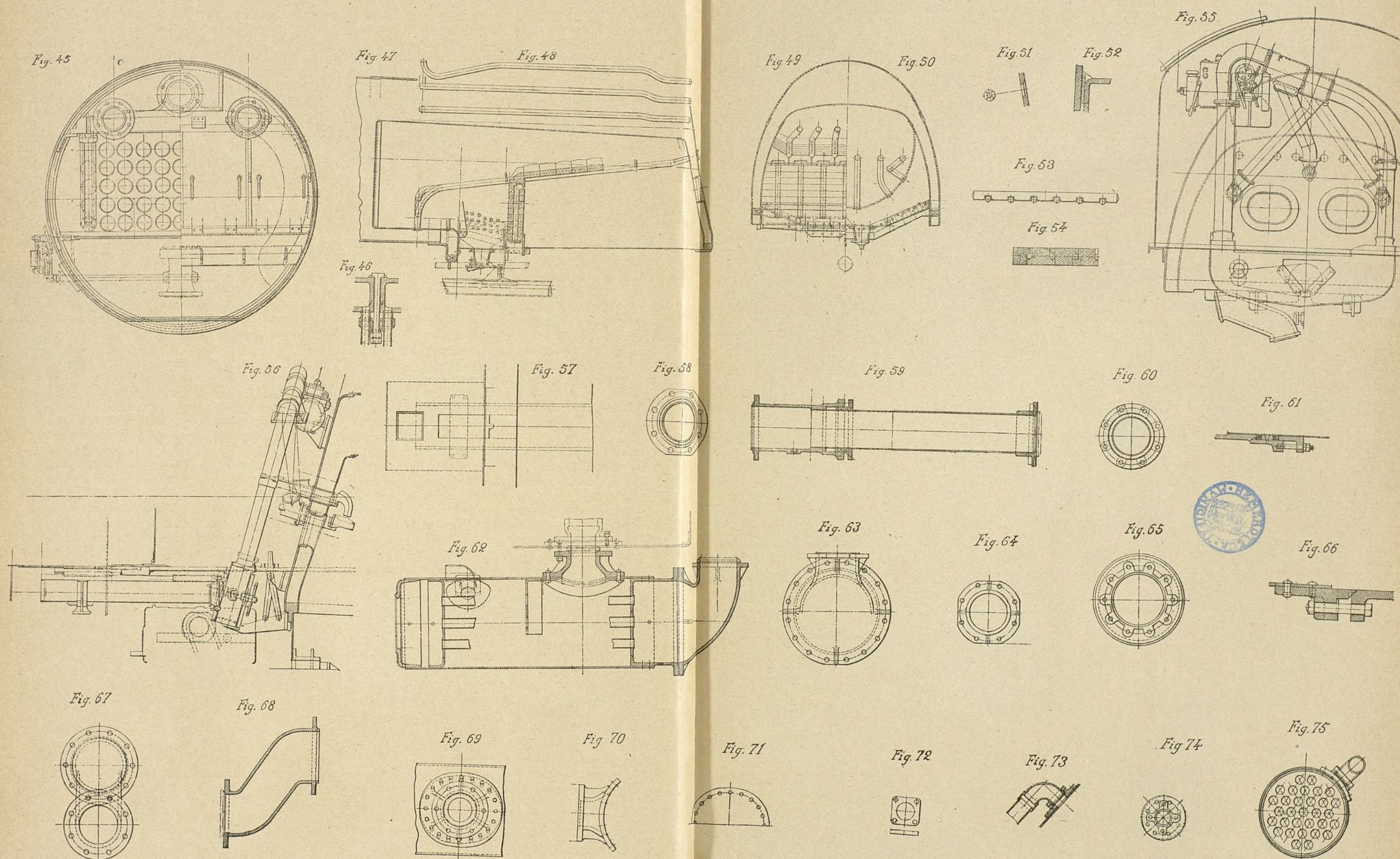
s de
luña
alta
aná-
ero.

o del
de la
ando
men
nen-
ando
r la
se es
más
por
00 a
tipo
Du-

s re-
n el
ven-
vo-
r tí-
los
ger,
mo-
cia.

hoy
ción
n de
edia
si-
50 y
. El
pro-
o de
ados
ara-
om-
e un
ador

OR-
ndo
solo
e as-



- 26.—Tubo de lubricación para el cilindro.
27.—Émbolo.
28.—Aros del émbolo.
29.—Garrón del émbolo.
30.—Biela.
35.—Rueda de mando del eje de distribución colocada en el mismo.
36.—Tapa de protección de las ruedas de mando en la distribución.
37.—Eje de distribución.
40.—Soporte del cojinete trasero del eje de distribución.
41.—Soporte del regulador.
42.—Rueda de impulsión del regulador en el eje de distribución.
46.—Aro rozante del regulador.
47.—Palanca del regulador.
48.—Varilla de comunicación del regulador.
49.—Palanca de la válvula mariposa de

MOTOR KÖRTING DE GAS POBRE

DE 6 H.P. — ESCALA 1:6

- 1.—Bancada.
- 2.—Tapa del cojinete principal.
- 3.—Casquillo del cojinete principal. (Lado del volante).
- 4.—Casquillo del cojinete principal. (Lado del eje distribuidor).
- 5.—Colector del aceite. (Lado del volante).
- 6.—Culata.
- 7.—Válvula de escape.
- 8.—Muelle de la válvula de escape.
- 9.—Platillo del muelle de la válvula de escape.
- 10.—Guía de la válvula de escape.
- 11.—Caja de la válvula de admisión.
- 12.—Válvula de admisión.
- 13.—Muelle de la válvula de admisión.
- 14.—Platillo del muelle de la válvula de admisión.
- 15.—Tapa de la culata.
- 16.—Válvula de arranque para aire comprimido.

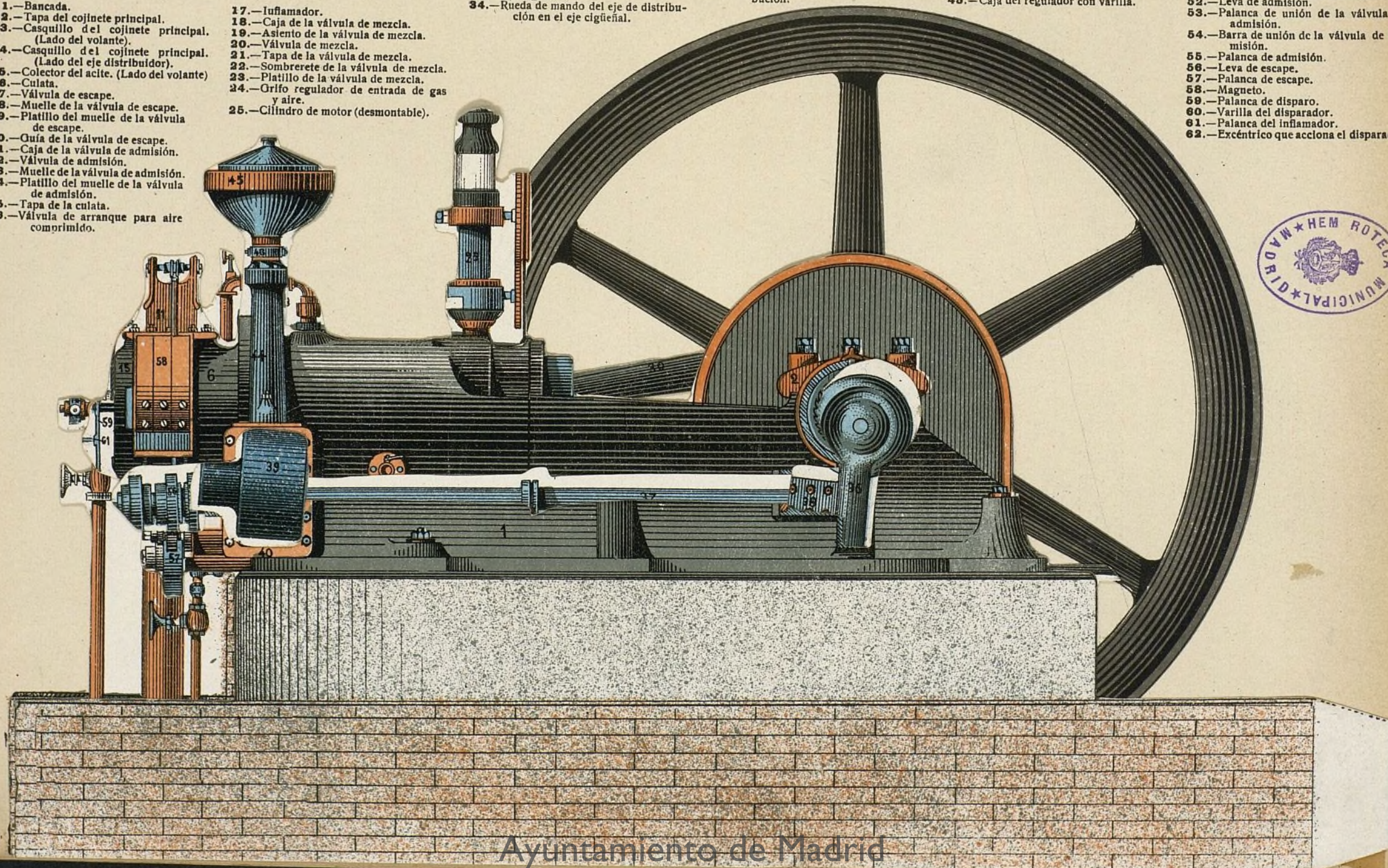
- 17.—Inflamador.
- 18.—Caja de la válvula de mezcla.
- 19.—Asiento de la válvula de mezcla.
- 20.—Válvula de mezcla.
- 21.—Tapa de la válvula de mezcla.
- 22.—Sombbrero de la válvula de mezcla.
- 23.—Platillo de la válvula de mezcla.
- 24.—Grifo regulador de entrada de gas y aire.
- 25.—Cilindro de motor (desmontable).

- 26.—Tubo de lubricación para el cilindro.
- 27.—Émbolo.
- 28.—Aros del émbolo.
- 29.—Garrón del émbolo.
- 30.—Biela.
- 31.—Casquillos de cojinete de la biela.
- 32.—Casquillos de cojinete del gorrón.
- 33.—Eje cigüeñal.
- 34.—Rueda de mando del eje de distribución en el eje cigüeñal.

- 35.—Rueda de mando del eje de distribución colocada en el mismo.
- 36.—Tapa de protección de las ruedas de mando en la distribución.
- 37.—Eje de distribución.
- 38.—Cojinete delantero del eje de distribución.
- 39.—Cojinete trasero del eje de distribución.

- 40.—Soporte del cojinete trasero del eje de distribución.
- 41.—Soporte del regulador.
- 42.—Rueda de impulsión del regulador en el eje de distribución.
- 43.—Rueda de impulsión del regulador en la varilla del mismo.
- 44.—Columna del regulador.
- 45.—Caja del regulador con varilla.

- 46.—Aro rozante del regulador.
- 47.—Palanca del regulador.
- 48.—Varilla de comunicación del regulador.
- 49.—Palanca de la válvula mariposa de estrangulación.
- 50.—Eje de la válvula de estrangulación.
- 51.—Válvula mariposa de estrangulación.
- 52.—Leva de admisión.
- 53.—Palanca de unión de la válvula de admisión.
- 54.—Barra de unión de la válvula de admisión.
- 55.—Palanca de admisión.
- 56.—Leva de escape.
- 57.—Palanca de escape.
- 58.—Magneto.
- 59.—Palanca de disparo.
- 60.—Varilla del disparador.
- 61.—Palanca del inflamador.
- 62.—Excéntrico que acciona el disparador.



piraci
cla qu

La
neas g
gurida
desarr

La
del eje
dos s
princi
partes
en igu
estático
super

Er
está li
volant
(25) e
ra de
cambi
culate
del ci

El
ra log
no ofi
lo dife
nos m

La
puest
tribuc
un *eje*
licoid
de 1 :

El
fiuye
tomát
sisten

La
con e
provi
fuerza
válvu
platill
mara
amian
super
hacia

La
válvu
lata. l
cambi
admi
te (8)

D
pued
cape,
de ag
lo tar

L
(18) p
asien
varill
mezc
se lo
exter

piración, compresión y expulsión de los gases de mezcla quemados.

La construcción de este motor obedece en sus líneas generales al objetivo de absorber con absoluta seguridad y sin la menor vibración las fuerzas que se desarrollan durante la marcha.

La *bancada* (1) forma con el cilindro y los soportes del eje una sola pieza rígida, teniendo a la vez situados simétricamente en el cilindro (25) los soportes principales de la máquina. Con esta disposición las partes principales de la máquina absorben las fuerzas en igual proporción y el efecto del motor resulta más estático. La bancada es de fundición hueca para que la superficie de asiento del motor sea mayor.

En los motores pequeños de este tipo, el volante está libre; en los mayores el eje se prolonga fuera del volante apoyándose en un soporte exterior. El *cilindro* (25) es de fundición especial y va montado en la cámara de refrigeración, facilitando esta disposición el recambio en caso de desgaste, después de quitada la *culata* (6) y el tubo de aceite (26) para la lubricación del cilindro.

El *émbolo* (27) es de dimensiones convenientes para lograr un desgaste mínimo y obtener buena guía, no ofreciendo por otra parte particularidad alguna que lo diferencie de la estructura corriente de estos órganos motores.

Las *válvulas* y piezas de distribución están dispuestas bien claras y accesibles y las *palancas de distribución* están accionadas por *levas* montadas sobre un *eje de distribución* (37) movido por dos ruedas helicoidales (34 y 35) cuya relación de transmisión es de 1 : 2.

El *regulador* movido por el eje de distribución influye sobre una *válvula mariposa* (51) que regula automáticamente la mezcla del gas, no permitiendo el sistema que falte una carga.

La *válvula de admisión* se compone de la *caja* (11) con el cono de la válvula (12) cuya última varilla está provista de un *resorte* (13) exterior que oprime con fuerza la válvula contra su asiento. El resorte de la válvula se une con la varilla del cono por medio del platillo (14) en tanto que el ajuste de la caja con la cámara de compresión se efectúa mediante una junta de amianto. Un aro de goma puesto debajo de la brida superior de la caja de la válvula cierra la aspiración hacia el exterior.

La *válvula de escape* (7) está colocada debajo de la válvula de admisión y montada directamente en la culata. Los motores de potencia mayor llevan una guía cambiante (10) para la válvula de escape. Como la de admisión, esta válvula está fija por medio de un resorte (8) unido con la varilla de la válvula por el platillo (9).

Desmontando la caja de la válvula de admisión, se puede sacar con facilidad el cono de la válvula de escape, cuyo asiento y guía se refrigeran por circulación de aguas para evitar el calentamiento excesivo y por lo tanto perjudicial.

La *válvula de mezcla* (20) se compone de una *caja* (18) provista de las uniones para gas y aire, estando su asiento atornillado herméticamente en dicha caja. La varilla del cono está guiada por la tapa de la válvula de mezcla (21) la cual lleva el plato regulador con lo que se logra que la válvula asiente sin ruido. Los canales exteriores y mayores de esta válvula, sirven para dar

paso al aire, mientras que los interiores y menores, para dar salida al gas. Las aberturas destinadas al paso de gas son proporcionadas a las del aire a fin de que, durante el período de aspiración, entre siempre una mezcla uniforme en el cilindro. El aire es aspirado por la parte hueca de la bancada mediante un tubo de comunicación, para de esta manera amortiguar el ruido que se produce durante el período de la aspiración, pudiéndose variar la relación del aire y gas por un *grifo de cierre y regulación* (24) colocado debajo de la válvula de mezcla.

El *inflamador* de este motor es eléctrico y la corriente necesaria se produce por un magneto (58) colocado en la parte lateral del motor por encima del árbol de distribución. El momento de la inflamación puede variarse durante la marcha del motor.

La *distribución* se efectúa por un *árbol de distribución* (37) colocado a un lado del motor y paralelo al eje del mismo, transmitiéndole el movimiento por un juego de ruedas helicoidales (34 y 35) con una relación de transmisión, como hemos dicho, de 1 : 2, girando en consecuencia el árbol de distribución a la mitad de velocidad del *eje cigüeñal* (33).

La distribución de la válvula de admisión (12) se efectúa mediante una *leva* (52) que comunica por la *palanca* (53), la *barra* (54) y la *palanca de admisión* (55) el movimiento al cono de la válvula (12).

La válvula de escape se acciona por una *leva* (56) que transmite el movimiento a dicha válvula por medio de la *palanca* (57).

La distribución se regula en forma que la válvula de escape cierre en el momento de cada segundo punto muerto interior y que, poco después de haberse cerrado la válvula antedicha empieza a abrirse la de admisión.

El *regulador* está colocado sobre un husillo de posición vertical que recibe su movimiento del árbol de distribución mediante dos ruedas helicoidales (42 y 43). La cabeza del regulador transmite su fuerza de desplazamiento a un *manguito* o *aro móvil* (46). La válvula de estrangulación (5) está situada en el canal en medio de la válvula de mezcla y de la de admisión. Cuando gira el motor con demasiada velocidad, el regulador mueve el manguito o aro hacia arriba y cierra la válvula de estrangulación; en cambio, cuando la marcha del motor es demasiado lenta, el manguito o aro del regulador y la válvula de estrangulación se abren más. Cerrada la válvula de estrangulación el pistón aspira menos mezcla y la producción de fuerza en el momento de la inflamación es menor. Abriéndose la válvula de estrangulación penetra más mezcla en el cilindro y la fuerza producida aumenta, consiguiéndose así una regulación muy exacta del motor.

El aire y combustible se aspiran juntos en el cilindro, debiendo estar el segundo completamente limpio, es decir, libre de polvo, de cuerpos duros y sobre todo de gases extraños, mientras que, los canales que conducen el aire al motor deben estar limpios y revestidos lisamente con el mejor cemento. Si se emplea gas de alumbrado, debe tener en la tubería, por lo menos, una presión equivalente a una columna de agua de 15 mm. de altura, la cual se reduce a la de una columna de agua de 5 mm. por medio de un regulador de presión intercalado en la tubería que hay antes de la entrada del motor.

La *lubricación* se verifica en el cilindro automáticamente mediante una bomba de aceite. Los motores grandes están también provistos de una bomba especial de aceite para lubricar la válvula de escape en tanto que los pequeños tienen un tubito con dos grifos, cuyo aparato debe llenarse de vez en cuando con petróleo. En las máquinas pequeñas también se lubrica el perno del émbolo automáticamente. En la superficie de deslizamiento superior se encuentra un pequeño hueco en donde se acumula el aceite y desde el cual éste se conduce al perno del émbolo por un tubito. Las máquinas mayores están provistas de un engrasador cuentagotas colocado en la parte anterior del cilindro, de donde llega el aceite al perno del émbolo por medio de un cepillo de lubricación.

La lubricación de la muñequilla o cuello del cigüeñal se efectúa por medio de una ranura sujeta al brazo de la manivela que recoge el aceite. Por un taladro transversal colocado en la muñequilla llega el aceite al cojinete debido a la fuerza centrífuga desarrollada durante la marcha del motor. El engrasador cuentagotas colocado delante de la máquina suministra el aceite necesario a la ranura. La lubricación de los cojinetes del eje cigüeñal, lo mismo que los del árbol de distribución, están provistos de lubricación automática, en tanto que los demás cojinetes cuyo movimiento es reducido, están provistos de engrasadores cuentagotas o con vasos de aceite. El aceite residual de la lubricación de los cojinetes y de los soportes se recoge en una caja colocada en medio de la bancada, alrededor de la cual existe una ranura para recoger todo el aceite que se derrame en los soportes exteriores. De la caja de aceite mencionada se conduce éste por una tubería a un depósito común colocado delante del motor. Después de limpio, pasado por un filtro purificador, el aceite puede usarse de nuevo para lubricación de cojinetes y soportes menos importantes.

La *refrigeración* se verifica mediante cámaras dispuestas de tal manera que todas las partes que tienen contacto directo con la cámara de combustión están cubiertas de agua. Esta entra por la parte baja de la culata y sale por la parte alta para entrar en la envoltura o camisa del cilindro; circula por el mismo a lo largo de la superficie de rozamiento y sale por la parte de arriba. En máquinas grandes se deja circular por el tubo de escape el agua que sale del cilindro.

En diferentes sitios de las cámaras de refrigeración hay bridas y tapones para facilitar la limpieza interna de las mismas. En la parte más baja de las cámaras de refrigeración se colocan grifos con objeto de poder vaciarlas cuando el motor está parado y se temen heladas.

La refrigeración del motor puede efectuarse de tres maneras:

- 1.^a Por circulación continua de agua o refrigeración por presión.
- 2.^a Por desviación, o sea calentamiento previo de cierta cantidad de agua y refrigeración posterior de la misma o refrigeración por circulación.
- 3.^a Por calentamiento sucesivo de mayor cantidad de agua que se enfría nuevamente durante la parada del motor.

En la *refrigeración por presión* se deja entrar el agua por la parte más baja del motor y salir por el punto más elevado del mismo. El agua que sale se de-

posita en un embudo exterior. Por medio de válvulas colocadas en la tubería de entrada se regula la cantidad de agua de circulación, de suerte que la temperatura del mismo no exceda de 40° centígrados al salir de la máquina. El diámetro de la tubería de agua para la refrigeración debe calcularse para la cantidad de 50 litros por caballo-hora.

En el *sistema de refrigeración por circulación*, o sea calentando y enfriando la misma pequeña cantidad de agua se emplea un conjunto de tubos de aletas, cuya parte superior está en comunicación con igual parte del espacio de refrigeración, de la misma manera que la parte inferior del refrigerante lo está con el espacio de refrigeración inferior del motor. Al calentarse el cilindro comunica el calor al agua, la cual sube al refrigerante, interín que el agua más fría de éste se desplaza y empieza a circular en dirección al cilindro estableciéndose de esta manera una circulación en sentido determinado. La gran cantidad de aletas absorbe el calor del agua y lo transmite al aire que pasa por delante de las mismas.

En la *refrigeración por medio de una gran cantidad de agua que gradualmente se calienta* para volver después a enfriarse, debe disponerse de abundancia de agua cuya temperatura no exceda de 50° centígrados, después de haber trabajado el motor 10 horas sin interrupción y a plena carga. El aire que hay en el depósito influye muy poco en esta operación. La refrigeración del agua se efectúa únicamente y con mucha lentitud, por la noche, de manera que en aquellos motores que trabajan día y noche no puede emplearse este sistema de refrigeración.

PUESTA EN MARCHA DEL MOTOR.—En la primera puesta en marcha del motor se debe estar seguro de que no hay escapes en la tubería. Después se evacúa todo el aire de ésta para evitar que sobrevengan explosiones. Cuando hay certeza de que no existen fugas en la tubería de gas y que todo el aire de ésta está evacuado, pueden verificarse las demás manifestaciones sin temor de peligro alguno.

Se llenan todos los engrasadores con buen aceite untando con el mismo todas las articulaciones, echando además un poco encima del pistón y en la ranura del cojinete cigüeñal antes de cada puesta en marcha.

Se debe asegurar también antes de la puesta en marcha de la posición exacta de la inflamación, no debiendo el inflamador dispararse antes de haber pasado el punto muerto interior. Además, se deben revisar las válvulas y comprobar su fácil movimiento lo cual se comprueba con un destornillador apretándolas varias veces hacia abajo y, cediendo la presión, éstas deben volver nuevamente a su posición primitiva. El cierre hermético se comprueba girando la máquina con el grifo de purga cerrado para demostrar la existencia de la compresión, pues, en caso de existir fugas, no comprimirá la máquina. El rollo de la palanca de la válvula de escape debe pasar por encima de la leva de puesta en marcha para disminuir la compresión y, una vez el motor haya producido algunas explosiones, se cambia la posición del rollo para que el motor trabaje con plena compresión. El grifo de gas se pone en posición correspondiente en el momento de la puesta en marcha, y a medida que el motor va tomando más carga se abre más.

Puesto en marcha el motor se ha de estar seguro de que los cojinetes y partes móviles están bien provistos de aceite y, sobre todo, que la lubricación del cilindro se efectúa en debida forma.

Al parar el motor se ha de procurar, por regla general, que quede el pistón en la posición del punto muerto inferior, siendo lo más conveniente poner el motor en la posición de arranque, una vez está parado.

A. MENÉNDEZ CABALLERO.

Locomotora compound articulada del tipo 2-8-8-8-2

(Véase lámina plano central)

Como continuación a la descripción del número anterior publicamos hoy varias ilustraciones relativas a la caldera de esta potente locomotora, completándolas con una breve reseña de sus más característicos detalles.

La caldera es del tipo de caja de fuego ancha y el cuerpo, en vez de ser cilíndrico, está parcialmente formado de partes troncocónicas; la longitud de éste es de 28 pies 2 $\frac{1}{4}$ $\frac{3}{8}$ pulgadas. Su diámetro interior es de 102 $\frac{7}{8}$ pulgadas en la parte más ancha, reduciéndose progresivamente hasta 94 pulgadas en la parte más estrecha. Las planchas que lo forman tienen un espesor de $\frac{1}{4}$ $\frac{5}{8}$ de pulgada y están reforzadas, en la parte inferior, en la línea de apoyo de los soportes, por nervios de $\frac{3}{4}$ de pulgada. La cúpula de vapor es de plancha de acero de $\frac{3}{4}$ de pulgada de espesor.

La anchura interior de la caja de fuego, al nivel del emparrillado, es de 108 pulgadas y su longitud es de 172 pulgadas; la superficie del emparrillado es de 90 pies cuadrados. El anillo de fundación es de 4 pulgadas de altura y su anchura en los lados y en la parte posterior de la caja es de 5 pulgadas. En la parte anterior este anillo mide 6 pulgadas de ancho, dejando espacio suficiente para el libre paso del agua. Las juntas de las planchas del cuerpo de la caldera y de la caja de fuego con este anillo están hechas con remaches de $\frac{7}{8}$ de pulgada. La caja de fuego propiamente dicha, la forman tres planchas: la corona y dos placas laterales. La corona es una placa de $\frac{5}{8}$ de pulgada que se extiende a lo largo del cuerpo de la caldera, formando la parte superior de la cámara de combustión. Las placas laterales son de $\frac{1}{2}$ pulgada de espesor. La placa de extremidad posterior de la caldera es de $\frac{9}{16}$ de pulgada y está inclinada hacia adelante, según la práctica corriente de los constructores americanos.

Los esquemas números 38 y 42 muestran la forma de la cámara de combustión cuya superficie de 108 pies cuadrados se añade a la superficie de la caja de fuego, que es de 272 pies cuadrados. Las placas que soportan los tubos, la una anterior, la otra posterior, están representadas por los esquemas 47 y 45 respectivamente; la distancia que media entre estas dos placas o cabeceras es de 24 pies. La caldera contiene 326 tubos de 2 $\frac{1}{4}$ pulgadas y 53 tubos de 5 $\frac{1}{2}$ pulgadas de diámetro; estos últimos constituyen el recalentador, todos son de acero. El conjunto de los tubos representa una superficie de calefacción de 6.418 pies cuadrados. Existen además en la caja de fuego seis tubos abovedados con una superficie de 88 pies cuadrados, la que, sumada a la superficie de los demás tubos y a las de la caja de fuego y de la cámara de combustión, da una superficie de calefacción total de 6.886 pies cuadrados.

La máquina va provista de un recalentador Schmidt

constituído por 53 elementos que se extienden en una longitud de 21 pies 4 pulgadas a 22 pies a lo largo de los tubos, dejando libre una porción de 2 pies de longitud aproximadamente en la extremidad de la caja de fuego; la superficie de calefacción de este aparato es de 1.584 pies cuadrados. El vapor llega al recalentador por una tubería de 8 $\frac{1}{2}$ pulgadas. La disposición general de los tubos y de la cabecera, dentro de la caja de humo, se desprende de los esquemas números 44 y 45; la cabecera descansa sobre las consolas representadas en las figuras 45 y 46. El paso del vapor del recalentador a los cilíndricos se verifica mediante dos tubos de 7 $\frac{1}{2}$ pulgadas de diámetro interior. El recalentador se halla contenido en un cajón en el fondo del cual está dispuesto un registro, accionado mecánicamente, de 6 pies 5 pulgadas de largo por 20 pulgadas de ancho. Este cajón va provisto en su parte anterior de grandes puertas (fig. 46). La caja de humo es del tipo de limpia automática, desembocando el tubo de tiraje encima de una placa de desviación cuya anchura puede modificarse a voluntad. La boca del tubo es de forma rectangular y su capacidad puede también ajustarse a voluntad por medio de dos aletas accionadas por el engranaje que puede verse en los dibujos 44 y 45. Con ayuda de este mecanismo, el maquinista puede, desde su puesto, ensanchar o reducir, según lo requieren las condiciones de marcha, la superficie del orificio del tubo de tiraje, haciéndola variar de 7 \times 3 a 7 \times 9 pulgadas, inversamente.

La chimenea mide 22 pulgadas de diámetro interior. El tubo de vapor, que es independiente de ella, se extiende hacia abajo hasta el nivel del eje de la caldera.

La disposición interior de la caja de fuego se desprende de los esquemas 47 a 54 en los cuales, sin embargo, no están figurados todos los detalles de esta parte de la máquina. Además de la particularidad ya indicada del aumento de volumen que se consigue en la caja de fuego por la adición de la cámara de combustión, hay que señalar un detalle interesante de la estructura de dicha caja: la existencia de un arco o bóveda de ladrillos que tiene por objeto alargar el trayecto seguido por las llamas y los gases desprendidos del hogar y permitir a los productos de la combustión llegar sin pérdida de calor hasta la corona y el techo de la caja de fuego, en su parte posterior. Este tipo de caldera con cámara de combustión extendiéndose hasta en su interior ha estado muy en boga durante algún tiempo entre los constructores americanos; se consideraba esta disposición como muy ventajosa por el hecho de que permite aumentar el volumen de la caja de fuego y asegurar una combustión más completa. Pero, bajo el punto de vista práctico, tales cámaras no están exentas de inconvenientes. El agua que se halla por

debajo de ellas queda poco menos que inactiva, a no ser que se reserve un espacio muy amplio, circunstancia que es muchas veces imposible de realizar. A consecuencia del obstáculo opuesto a la circulación de agua por el cuerpo de la cámara de combustión, ciertas placas y varios soportes de la caja de fuego se hallan sometidos a temperaturas excesivas que acortan su duración y pueden ocasionar en dichas partes averías más o menos graves.

La bóveda de ladrillos combinada con la caja de fuego, tipo Gaines, y la cámara de combustión, descansa sobre los tubos arqueados que se extienden del lado inferior de dicha cámara, en dirección diagonal, hasta la cabecera posterior. Estos tubos tienen participación importante en la producción del vapor y el agua circula por ellos con rapidez. Su alimentación está asegurada por agua procedente del espacio muerto existente entre dichos tubos y el fondo del cuerpo de la caldera; así se comprende que se establezca hacia esta parte una fuerte corriente que arrastra un importante volumen de agua en los pies de la caja de fuego. Los tubos arqueados están figurados en plano en el esquema número 48 y, en elevación, en el lado anterior de la figura 50. La pared y la bóveda de ladrillos están representadas en sección y en elevación en las figuras 47 y 49. La pared vertical se ve en sección horizontal en el esquema 54. Contiene ésta conductos de aires verticales formados por tubos de 3 pulgadas que desembocan en la caja de fuego, en lo alto de la pared, inmediatamente por debajo de la bóveda. En la solera, delante de la pared de ladrillos hay un espacio cubierto por una placa revestida de ladrillos refractarios y de cemento de asbesto. En la figura 52 se ve el detalle de la unión entre el fondo de la tolva receptora de las cenizas y la placa que forma la boca de la caja de fuego.

El cenicero es del tipo de tolva honda y ha sido figurado en los esquemas 3, 17 y 19 de las láminas publicadas en el número anterior. Comprende tres departamentos o tolvas, dispuestas en sentido longitudinal. Dos de éstas se hallan por fuera de las ruedas motrices, mientras la tercera se extiende entre el tercer y el cuarto par de ruedas del grupo central. Las palancas por medio de las cuales pueden abrirse las puertas de las tolvas están representadas en las figuras 17 y 19 ya referidas.

El cargador mecánico de que va provista esta locomotora es del sistema Street, o sea del tipo de proyección mediante el cual el carbón viene introducido en la caja por encima del emparrillado. Este aparato cuyos detalles están figurados en los esquemas 55, 56 y 57, consiste esencialmente de un carro que lleva el carbón del tender a un elevador que a su vez, alimenta el aparato de distribución.

El carro, que es del tipo de tornillo, está dispuesto en el interior de la artesa que se extiende entre la máquina y el tender. En la extremidad anterior, esta artesa está pivotada sobre la plataforma y, en la parte posterior, descansa sobre un soporte fijado en el tender, y sobre el cual puede correrse libremente. La entrada del carbón en el cajón se hace mediante una abertura rectangular que hay en la solera del tender y que está provista de una reja oscilante. Por medio de placas correderas, puede modificarse la posición de esta abertura para ajustarla a la cantidad de carbón contenida en el tender. El carro transporta el carbón a la tolva

en donde lo recoge un pequeño montacargas constituido por una serie de cubos sujetos a una cadena sin fin que se mueve de la derecha a la izquierda, sube en un cajón, baja luego en otro cajón y vuelve, cerrando el círculo, a la tolva. En el momento en que llegan al ángulo superior izquierdo, los cubos se invierten y siguen su camino por los compartimientos, que forman parte ya del mecanismo de distribución. En el primero está dispuesto un diafragma circular dividido en cuatro sectores, perforados todos, pero con orificios de diferente diámetro, pudiendo dar paso, por consiguiente, a trozos de carbón más o menos gruesos, y por lo tanto a una cantidad de carbón mayor o menor en un tiempo determinado. El carbón que atraviesa el diafragma cae sobre el plano inclinado; el que se halla detenido es recogido por los cubos de la cadena sin fin y llevado al compartimiento en donde se divide entre los planos inclinados en una proporción determinada por la posición de un repartidor especial. Siguiendo estos planos inclinados, el carbón llega a los repartidores de donde es proyectado hasta el interior de la caja de fuego por medio de chorros de vapor.

Los dos repartidores suministran el combustible a la parte restante del emparrillado. Las proporciones respectivas de carbón que viene suministrado a las distintas porciones de la reja pueden ajustarse, dentro de límites muy extensos, por medio de las variaciones de posición del diafragma y de la placa de desviación dispuesta debajo. El elevador es accionado, mediante rueda dentada y cadena, por una pequeña máquina de vapor. El carro es accionado también, mediante junta universal, por la cadena del elevador.

La proyección de los chorros de vapor es regulada por una placa de levas, pudiendo entrar en juego separadamente y a voluntad cada una de las cuatro levas que lleva dicha placa. La acción de estas levas consiste en levantar la extremidad de la palanca soportada por un brazo que descansa sobre la pequeña válvula de vapor. El movimiento de la palanca, determinado por la leva, abre la válvula que permite el paso del vapor por una tubería (figurada abierta) que se divide entre los varios repartidores.

El cargador mecánico que se acaba de describir puede suministrar 11.000 libras de carbón por hora a la caja de fuego.

La alimentación de la caldera puede hacerse sea por inyectores, sea por bombas, sea por unos y otras a la vez. Hay dos inyectores del sistema Hancock capaces para elevar, cada uno, del depósito del tender e impulsar en la caldera 7.500 gallones de agua por hora. Existen dos bombas que aspiran y echan en la caldera agua calentada a unos 200° F en el calentador de agua de alimentación figurado por los esquemas 58 a 75. Este calentador que se halla colocado debajo del depósito del tender en la posición indicada en algunas de las ilustraciones del anterior número de esta revista, se alimenta del vapor de escape procedente del par posterior de cilindros de baja presión. Consiste este calentador de un cilindro de acero conteniendo 31 tubos de 2 1/4 pulgadas de diámetro y de 24 pies de largo y ofrece una superficie de calefacción de 436 pies cuadrados.

Este aparato está representado en sección en la figura 62 y los esquemas 63, 64 y 65 muestran los detalles de las cabeceras del mismo.

El factor de potencia

SU IMPORTANCIA EN LAS RELACIONES ENTRE PRODUCTORES Y CONSUMIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA. — ECONOMÍAS REALIZADAS EN LOS CONTRATOS DE SUMINISTRO MEDIANTE UNA REGULACIÓN APROPIADA DE DICHO FACTOR

Si bien está generalmente reconocida la importancia que tiene la regulación del factor de potencia en las instalaciones de corriente alterna, no deja de reinar a menudo cierta obscuridad acerca de los medios más apropiados para realizar con mayor economía las mejores condiciones de funcionamiento desde este punto de vista. Durante mucho tiempo, la principal razón del empleo de los motores sincrónicos ha sido precisamente la influencia que ejercen sobre el factor de potencia. Pero, en contra de lo que ocurre en la práctica, la instalación de máquinas sincrónicas no debe determinarse por una regla única, sino por un estudio detenido de las condiciones locales y especiales de cada instalación. En este artículo se expondrán los principios que deben tenerse en cuenta para el régimen del factor de potencia al objeto de realizar en las redes eléctricas la mayor economía posible, desde el doble punto de vista de la distribución y del consumo del fluido, salvándose a la vez los intereses de las empresas suministradoras y los de los consumidores. Se estudiarán las variaciones que hayan de sufrir los principios generales aplicables a los contratos de suministro para que respondan a su fin en los diferentes casos que pueden presentarse, sean de pequeñas centrales, sean de empresas de gran desarrollo.

En los primeros tiempos de la electricidad, las cargas impuestas a las redes de distribución eran casi exclusivamente constituidas por lámparas de incandescencia cuyo factor de potencia es prácticamente igual a la unidad. Al generalizarse el uso de los motores de inducción, el factor de potencia de las cargas fué decreciendo, derivándose de esta circunstancia varios inconvenientes.

En primer lugar, cuando los alternadores dan el rendimiento total indicado en voltios y amperios, la verdadera potencia en kilovatios suministrados, base de los ingresos, es baja. Las máquinas de vapor, u otros generadores de fuerza motriz, no pueden cargarse hasta el límite de su capacidad sin que resulten sobrecargados los generadores eléctricos. Los excitadores deben también suministrar un exceso de potencia para mantener en su nivel normal el voltaje en los alternadores, a causa del efecto de desmagnetización de la corriente con bajo factor de potencia. Esta falta de proporción entre la maquinaria productora de fuerza motriz y la maquinaria eléctrica ha sido corregida en las modernas instalaciones; pero subsiste el hecho de que a un factor de potencia del 0,8 corresponde una corriente superior del 25 por ciento a la que sería necesaria con factor de potencia igual a la unidad, lo que tiene por consecuencia un aumento del 25 por ciento del coste de todos los aparatos eléctricos, incluso los generadores, excitadores y transformadores, así como en el de las líneas de transmisión y distribución.

Se nota, además, otro inconveniente realmente dis-

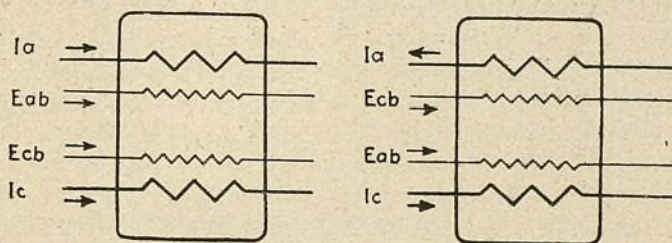
tinto de los que se acaban de mencionar. Aún cuando sea el mismo el valor de la corriente, la caída de voltaje en una línea de corriente alterna es mucho mayor con un factor de potencia bajo que con un factor de potencia alto, a causa de la influencia del bajo voltaje de reacción y de la reactancia de la línea. Esta circunstancia no es desfavorable mientras la energía no haya de transportarse sino a corta distancia, porque hallándose limitada la potencia transmitida por los conductores por el calentamiento de éstos, la caída de voltaje pasa inadvertida. Pero, en la mayoría de los casos prácticos, la distancia a que la energía ha de ser transmitida es suficiente para que la caída de voltaje constituya un factor con el que es preciso contar, puesto que determina en la red variaciones de voltaje. Así es que, habitualmente, lo que limita la capacidad de una línea no es la elevación de temperatura de los conductores, sino la caída de voltaje que en los mismos se registra.

Por lo tanto, la existencia de un factor de potencia bajo tendrá por consecuencia aumentar el coste de las líneas, en mayor proporción todavía que el de los generadores. En las redes de distribución urbanas, el coste de las líneas es considerable, pero proporcional al de los generadores. En las redes de

transmisión a larga distancia, el coste de las líneas es mucho mayor que el de los generadores y, en este caso, son de más transcendencia las consecuencias económicas de la aplicación de un factor de potencia demasiado bajo, el que determina un reglaje deficiente y obliga a mejorar las condiciones de las líneas, con el consiguiente aumento de su coste.

La forma en que se hacen habitualmente los contratos de suministro de energía para motores tiende a hacer menos sensibles los inconvenientes del empleo de un factor de potencia bajo. Hay que advertir que las tres fórmulas más corrientes de estos contratos, que luego se describirán, si bien son todavía de aplicación casi universal, han sido ideadas para el servicio del alumbrado, o el de motores de inducción, y son más apropiados para estos casos que para el de suministro de corriente para motores sincrónicos.

Primer caso.—Es el caso, muy frecuente, de un abonado a quien la corriente es facturada sobre la base de los kilovatios-horas consumidos. Suponiendo que su contrato no le imponga obligación alguna acerca del mantenimiento de un factor de potencia determinado, será pequeño, sino completamente insignificante, el perjuicio que podrá resultar para él del bajo factor ocasionado por el hecho de conectar con la línea un número importante de motores de inducción ligeramente cargados. Si lo que necesita este abonado es un suministro de corriente directa, no es probable que instale un grupo sincrónico formado de motor y gene-



Figs. 1 y 2.—Medición de energía y medición de energía reactiva.

rador, por ser relativamente costoso; antes bien, dará la preferencia a la solución más económica, la que consiste en instalar un convertidor sincrónico y un grupo constituido por un motor y un generador de inducción.

Si la existencia de un factor de potencia bajo no ocasiona perjuicio alguno al referido consumidor, tiene grandes inconvenientes y es origen de importantes gastos para la empresa suministradora del fluido, como se ha indicado antes.

Segundo caso.—Para evitar tales perjuicios, numerosas Compañías de suministro de energía han adoptado el procedimiento, muy razonable, de conceder a los abonados una bonificación, o descuento, en caso de que procuren que el factor de potencia, en cuanto concierne su instalación particular, no caiga nunca por debajo de determinado tipo, por ejemplo el 0,85. Es probable que para lograr que el factor de potencia se mantenga siempre superior a esta cifra bastaría con escoger motores de inducción que trabajen siempre a plena carga aproximadamente. Si la energía es destinada a cierto número de motores de corriente continua, la corriente puede ser suministrada de modo más económico, por medio de un convertidor sincrónico funcionando con factor de potencia aproximadamente igual a la unidad. Si bien, la corrección introducida por este aparato en la carga total ha de quedar muy reducida, será probablemente suficiente para que se halle realizada, en el caso del consumidor de que se trata, la circunstancia especial prevista en el contrato mencionado. Puede indicarse que el uso de los convertidores sincrónicos va generalizándose cada día más, principalmente a causa de los mejoramientos recientemente realizados en la construcción de los polos de conmutación, así como en razón de la gran eficacia de esta clase de aparatos y de lo reducido del coste de su instalación.

Tercer caso.—El tercer caso es muy parecido al segundo y es el de un consumidor que compra la energía mediante un contrato en el cual está prevista la concesión de una bonificación para el mantenimiento de un alto factor de potencia, llegando hasta la unidad. Esta bonificación puede ser concedida bien sea ateniéndose a la lectura de un indicador de factor de potencia, bien sea cargando al consumidor los Kvolts-horas en vez de Kvats-horas. Pero, la medición de los Kvolts-horas puede difícilmente realizarse con exactitud suficiente, aun para fines comerciales; resulta más fácil, y por otros conceptos preferible, tomar nota por un método especial que se indicará más adelante de los Kva-horas reactivos y cargarlos al abonado, así como los Kw-horas, pero separadamente unos de otros. Esta forma de contrato que tiene por resultado conceder al abonado una bonificación para el mantenimiento de factores de potencia muy altos, le induce a instalar motores sincrónicos siempre que le sea posible, puesto que son éstos los únicos aparatos que pueden levantar el factor de potencia de la carga de un motor de inducción a un valor próximo a la unidad. En tal caso, si el consumidor necesita corriente continua, un grupo motor-generador asincrónico será más conveniente que un convertidor asincrónico, por efectuar más eficazmente la elevación del factor de potencia. Puede también ser ventajoso, bajo el punto de vista económico, que algunos de los motores de mayor po-

tencia y de marcha rápida sean del tipo sincrónico y que funcionen con campos sincrónicos excitados para la corrección del factor de potencia.

Si la regulación del factor de potencia ha de ser verificada por la misma Compañía que produce y transmite la energía, el problema se plantea de distinto modo, debiendo hacerse un cálculo aproximado de la economía total que dicha regulación permita realizar en el conjunto de la explotación.

Pasa muy a menudo inadvertido el hecho de que al intentar asignar a la carga reinante en la instalación de un consumidor un valor determinado, en la forma establecida por las cláusulas de los contratos usuales antes mencionados, se pierde una buena parte de los beneficios que podrían obtenerse del empleo de motores sincrónicos. Con tales aparatos, es muchas veces preferible atender más a la cantidad de potencia reactiva que no al factor de potencia de la carga. Así, por ejemplo, en una fábrica en la cual el trabajo cesa a las seis de la tarde, sería muy beneficiosa la influencia de un motor sincrónico que siguiera funcionando durante una o dos horas después del paro, sin que se tenga en cuenta el factor de potencia local. También puede presentarse el caso de que un abonado que tenga con una Compañía de suministro un contrato prohibiendo sin distinción alguna los bajos factores de potencia, se halle en la necesidad de mantener durante toda la noche sus motores sincrónicos en plena marcha, aún teniendo que sufrir por ello las consecuencias de un exceso de voltaje, mientras que la empresa se ve precisada, por su parte, a tener idénticos motores funcionando con bajo factor de potencia a fin de rebajar el voltaje a su nivel normal. Es evidentemente contraproducente la forma de contrato de la cual resulta esta oposición entre los motores del consumidor y los de la empresa suministradora del fluido.

Cuando la instalación del consumidor se halla a una distancia relativamente corta de la central, el coste de los conductores es de poca importancia y no son de temer las variaciones de voltaje debidas a una caída ocurrida en la línea. En este caso, el único inconveniente resultante de la existencia de un factor de potencia bajo es que tiende a elevar la carga sobre los aparatos eléctricos de la central. En las condiciones usuales, los motores sincrónicos no se hallan en número suficiente para que puedan determinar el factor de potencia de la carga total y, por consiguiente, los motores instalados a proximidad de la central deberán funcionar constantemente con corriente de campo máxima, de día y de noche.

Si la Compañía suministradora del fluido es propietaria de los motores sincrónicos, procurará elevar la corriente de campo hasta el límite que permite la elevación de temperatura, no siendo necesario aumentar la vigilancia de dichos aparatos. Si los motores son propiedad de un abonado, puede elegirse entre dos fórmulas de contrato mediante las cuales será ventajoso para él regular el funcionamiento de su instalación de modo que el factor de potencia alto sea dominante en todo tiempo. En primer lugar, los kilovoltios-amperios de los motores que no estén invertidos en la carga mecánica, y no sean por lo tanto aprovechables para la corrección del factor de potencia, pueden ser calculados y servir de base a la concesión de una bonificación. Puede emplearse un amperímetro registrador para cer-

ciorarse de que los motores llevan en todo tiempo su plena carga de kilovoltios-amperios. Este método tiene, sin embargo, el inconveniente de no tener en cuenta la existencia eventual de un bajo factor de potencia sobre el resto de la carga del mismo abonado.

El segundo método ofrece mayor precisión. Consiste en el empleo de un indicador polifásico de vatios-horas para medir la energía reactiva y, por este procedimiento, puede determinarse el total de kilovatios-horas de alto factor de potencia que, de la instalación del abonado, pasa a la distribución general. Salvo algunos ligeros errores que se producen en el caso de una carga no compensada, esta operación se hace con la misma exactitud que una sencilla medición de kilovat-horas y es preferible, desde el punto de vista de la sencillez y de la precisión, a la medición de los kilovolt-amperios totales. Este procedimiento ofrece un medio para gratificar al consumidor por el total neto de kilovoltios-amperios-horas reactivos correspondientes a un factor de potencia inferior a dicho límite.

Como puede verse por la comparación de los dos esquemas adjuntos, son muy pequeñas las diferencias entre la conexión de un indicador trifásico de vatios-horas para la medición de la energía reactiva (fig. 2) y la conexión de un aparato ordinario de medición de energía. Las únicas diferencias consisten en que las conexiones con las bobinas shunt de los dos aparatos están intercambiadas y que la conexión con una de las bobinas de serie está invertida. En el aparato a que se refiere la figura 1, como es sabido, la corriente y el voltaje de cada elemento se hallan a 30 grados fuera de fase de tiempo con factor de potencia igual a la unidad. En el caso de la figura 2, se hallan a 90 grados de la fase de tiempo y, por consiguiente, el aparato está sobre el cero, cuando el factor de potencia es igual a la unidad. Las indicaciones del aparato de la figura 2

deben multiplicarse por una constante, $\frac{\sqrt{3}}{2}$, para obtener los kilovolt-amperios-horas sobre la misma escala que los kilovatios-horas indicados por el aparato de la figura 1.

Este método para aplicar al abonado, por la energía consumida, un suplemento de tasa basado sobre la energía reactiva separadamente de la energía real, está indicado en los casos en que la empresa suministradora del fluido tiene interés en que la instalación del abonado funcione en todo tiempo con factor de potencia alto, y esta circunstancia ocurre habitualmente sólo cuando dicha instalación se halla próxima a la central. Puede también aplicarse este procedimiento cuando no hay motores sincrónicos instalados, ni es probable que se instalen tales aparatos, en cuyo caso no hay medio para ajustar el factor de potencia.

Cuando la carga que debe medirse está situada a cierta distancia de la central, el coste de los conductores adquiere mayor importancia; se encuentran en este caso, no sólo numerosas distribuciones urbanas, sino todas aquéllas con las cuales se hallan conectadas cargas suministradas por líneas de transmisión. Como se ha indicado antes, cuando la distancia a que la energía ha de ser transmitida es bastante para que el coste de los conductores sea un factor importante del gasto total, el diámetro y el número de los conductores que deberían emplearse son determinados no por la eleva-

ción de temperatura, sino por la caída de voltaje. La constancia del voltaje con una carga determinada es el primer requisito de un buen servicio eléctrico y por ello las Compañías de electricidad no vacilan en invertir cantidades considerables en la construcción de líneas de refuerzo y reguladores con el fin de poder suministrar la energía con voltaje constante. Si todas las cargas conectadas a una red tuvieran un factor de potencia igual a la unidad, la variación de voltaje debida a la caída en las líneas y los transformadores sería menor de lo que sería con factor de potencia bajo; sin embargo, por muy favorable que sea esta circunstancia, el aprovechamiento de los motores sincrónicos no dejaría de ser muy deficiente si el resultado obtenido con estos aparatos no fuera otro que el de mantener el factor de potencia igual a la unidad. Pueden realizarse importantes economías en la construcción de las líneas haciendo funcionar aquellos motores de modo que su influencia sea decididamente dominante con cargas importantes, dejando en cambio caer el factor de potencia hasta un límite relativamente bajo, cuando la carga es ligera, manteniéndose así la constancia del voltaje. La economía realizada en la instalación de las líneas de transmisión es bastante para que resulte ventajoso para las empresas suministradoras instalar motores sincrónicos y hacerlos funcionar sin carga mecánica, ajustándolos a mano o por medio de reguladores automáticos, de modo a mantener el voltaje constante en todas las partes de la línea. Es de observar que la empresa suministradora puede ahorrar una parte importante de la cantidad a invertir en la instalación de los motores sincrónicos necesarios para establecer una línea de transmisión de voltaje constante, si logra obtener de los consumidores, por medio de contratos apropiados, que empleen motores de aquel tipo, ajustándolos para un voltaje tan constante como sea posible.

Ahora, puede formularse esta pregunta: ¿Qué normas deben adoptarse para la regulación del factor de potencia y cuál será la forma de contrato más apropiada para que la empresa suministradora obtenga los mayores beneficios de la instalación, hecha por los consumidores, de máquinas sincrónicas, hallándose éstas a una distancia relativamente grande de la central? Es evidente que ninguno de los contratos mencionados responde a este requisito, ya que todos prohíben, sin distinción, los bajos factores de potencia cuando, al contrario, la existencia de tales factores, a ciertas horas del día, es ventajosa para la empresa.

El caso mas sencillo es el de un consumidor aislado. Parece razonable conceder una bonificación por cada kilovolt-amperio de los motores sincrónicos aprovechable para la regulación del factor de potencia, puesto que adoptando este procedimiento el servicio de la empresa puede estar asegurado por medio de una línea de reducido coste que, de otro modo, sería inaceptable a causa de la variabilidad de su voltaje. Pero, la regulación de esta maquinaria, bien sea a mano, bien sea por medio de reguladores automáticos puede ser confiada al mismo consumidor, ya que él sería el primero en sufrir de las variaciones de voltaje resultantes de una regulación deficiente.

Cuando es corta la distancia que separa las instalaciones de varios consumidores, cada uno de ellos deberá instalar máquinas sincrónicas, recibiendo la gra-

tificación que corresponda a los beneficios que, para la empresa, resulten de su funcionamiento. En cuanto al «control» del voltaje, aquellos consumidores están hasta cierto punto independientes unos de otros, puesto que pueden utilizar, cada uno a su conveniencia, la reactancia de sus propios transformadores, o la de la línea de suministro para mantener constante el voltaje dentro de su instalación particular. Pero, una regulación deficiente en la instalación de un abonado podría repercutir sobre la de otro, determinando en esta última variaciones de voltaje imposibles de corregir; por ello, la empresa deberá reservarse un derecho de vigilancia sobre las instalaciones particulares y ejercer sobre ellas un «control» constante por medio de volímetros registradores, con la facultad de multar al abonado en cuya instalación se observen excesivas variaciones.

Resumiendo lo anteriormente expuesto, puede decirse que: 1.º Un contrato de suministro con premio en caso de ser mantenido el factor de potencia por encima de un mínimo determinado, por ejemplo el 0,85, induce al consumidor a mantener sus motores de inducción en plena carga, pero no le induce a

instalar motores sincrónicos. — 2.º Una bonificación prevista para el caso de mantenerse el factor de potencia igual a la unidad puede ser concedida directamente, es decir, de acuerdo con las indicaciones de un instrumento registrador de factor de potencia, o bien puede obtenerse el mismo resultado cargando en las facturas del consumo un determinado sobrepago por los kilovolt-amperios-horas. Este último procedimiento es el más apropiado cuando no hay motores sincrónicos o cuando, existiendo tales motores, es conveniente hacerlos funcionar con una fuerte corriente de campo en todo tiempo y sin regulación.

En la mayoría de los casos la regulación constante del factor de potencia es muy beneficiosa y la concesión de bonificaciones debería basarse sobre los kilovolt-amperios aprovechables de los motores sincrónicos, con aplicación de multas en el caso de no hallarse estos convenientemente regulados para realizar la constancia del voltaje. La existencia de bajos factores de potencia durante las horas en que la carga conectada con las líneas es reducida, no debe prohibirse, sino fomentarse.

H. B. DWIGHT.

El caucho artificial

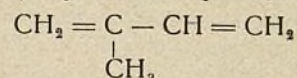
En las páginas 8 a 10 del número anterior describimos a grandes trazos la producción natural del caucho. Por desgracia el consumo va aumentando cada día sin que pueda hacerse adelantar su producción natural en la misma escala. Es verdad que los bosques cauchíferos son inmensos, pero al cabo de algunos años quedan de rendimiento reducido; es cierto también que en Asia se han establecido grandes plantaciones de la preciosa *Hevea brasiliensis*, pero no es menos cierto también que las enfermedades criptogámicas y los insectos causan grandes destrozos a estas plantas americanas allí trasportadas.

Este desequilibrio entre los aumentos de producción y de consumo, ha llevado a los químicos a trabajar para fabricar sintéticamente la preciosa *goma elástica*, a buscar sustitutos o a regenerar el caucho que ha perdido su elasticidad. En este artículo vamos a tratar de la fabricación del caucho artificial, problema resuelto ya en su parte teórica pero que falta llevar a la práctica industrial. En el último Congreso de química celebrado en los Estados Unidos, la «Farbenfabriken Bayer y C.^a», de Elberfeld, presentó dos neumáticos de automóvil fabricados con caucho sintético y que habían recorrido ya más de 6.000 kilómetros hallándose aún en buen estado.

Los químicos de dicha casa Bayer aseguraban que antes de llegar a 1918 la industria del caucho sería cosa resuelta y recordemos que igual predicción se hizo con el añil y resultó cierta, por lo que nada tendría de extraño se hubiese cumplido si la terrible convulsión social de la guerra que asola los campos de Europa no hubiese paralizado los trabajos de investigación de los sabios.

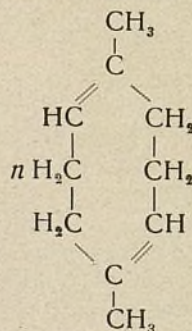
Cuando se somete el caucho natural a la destilación pirogenada se produce un líquido aceitoso que recibe el nombre de *aceite de caucho* y que durante mucho tiempo fué el único disolvente de la goma elástica. De este aceite de caucho aisló Williams un car-

buro de composición definida que denominó *isopreno* (metilbutadieno) cuya fórmula química es:



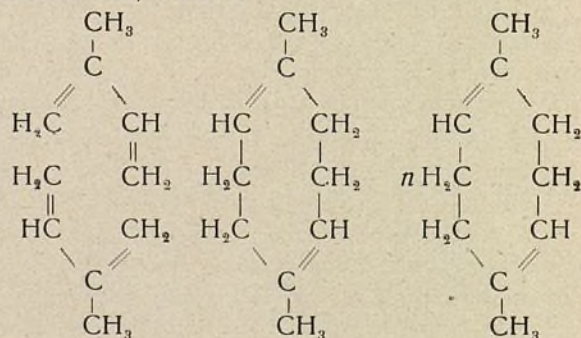
Bouchardat y Tilden pudieron comprobar que este isopreno por polimerización daba una materia análoga al caucho natural.

Estos trabajos, seguidos de los de Wallach, Weber, Kondakoff, Harries y otros, sirvieron para fijar la verdadera composición del caucho natural, que según parece es un polímero de grupo octadiénico o sea el:



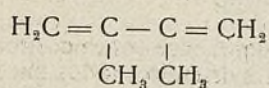
en que n parece ser igual a 10.

Esta fórmula nos explica fácilmente el mecanismo de la polimerización del isopreno por ciclisación de dos moléculas, o sea:

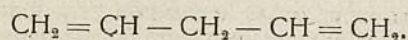


Se comprende pues que junto al caucho antes indicado puedan aparecer otros diferentes no existentes en la naturaleza, ya sea por la posición de los grupos CH_3 , ya por la de los enlaces dobles.

Kondakoff polimerizó el dimetilbutadieno, o sea el metil-isopreno:



pero esta operación no ha sido posible hacerla con el pentadieno, cuya fórmula es semejante a la del isopreno, pues ambas se refieren al carburo C_5H_8 . Este pentadieno es:



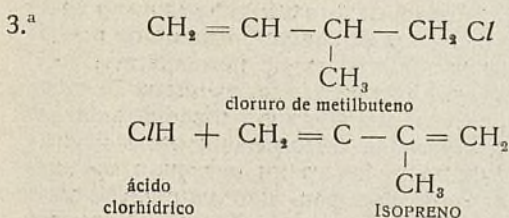
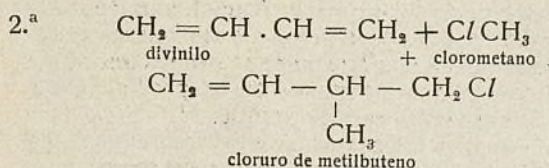
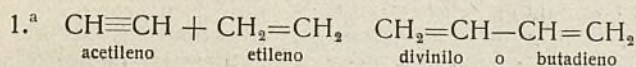
Hoy día se toma como punto de partida el *isopreno*, por lo que la industria del caucho se divide en dos partes: 1.^a, obtención del isopreno; y 2.^a, su polimerización.

Obtención del isopreno.—Esta primera parte de la industria de la goma elástica es el escollo de la citada industria, pues es necesario se produzca en gran cantidad y a precios económicos.

Se comprende fácilmente que el primitivo procedimiento de destilación del caucho no puede aplicarse a la preparación del isopreno para fabricar luego el caucho. Los métodos industriales seguidos son:

Por acción del etileno y acetileno dándonos el divinilo, que se metila luego con el cloruro de metilo. Este procedimiento fué privilegiado en muchos países por Heinemann.

Esta formación queda indicada en las siguientes reacciones:



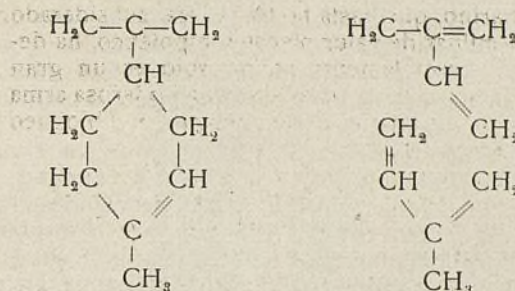
Según Harries puede dar buenos rendimientos.

El método *Tilden*, consiste en la descomposición del vapor de esencia de trementina al pasar por un tubo rojo. Según los privilegios Lilley su reacción se efectúa a 500°-600°.

Estos procedimientos han recibido gran número de modificaciones: unas, como la de Gottlob, consisten en colocar en el tubo espirales de platino puestas incandescentes por una corriente eléctrica, otros, como Volterek, usa trozos de hierro como catalizador, otros emplean otros catalizadores como cobre en polvo, óxido de cobre, plata, etc.

Análogamente al terebenteno se puede recurrir al *limoneno*.

En las cadenas exánicas la rotura debe efectuarse del modo siguiente:



En la fábrica de Elberfeld se trabaja por el método de los Dres. Hofmann y Kutelle partiendo de un producto de la destilación de las hullas, o sea el *para-cresol*.

También tienen mucha importancia los procedimientos en que se toma como materia prima el alcohol amílico terciario, como es el método Perkin.

Así mismo se trabaja en Elberfeld condensando la cetona con el aldehído fórmico.

En los breves términos de esta revista nos es imposible el continuar la exposición de los métodos presentados y patentados para la preparación industrial del isopreno.

Polimerización.—El isopreno naturalmente y por la acción de los rayos solares se polimeriza. Se han además indicado otros métodos.

En la ya tantas veces citada fábrica de Elberfeld se usa como polimerizante el calor. Calientan una disolución de isopreno en bencina durante 10-12 horas a 200° o bien durante 6 días a 80-100°, o bien dos días a 120° en autoclaves.

La «Badische Anilin und Sodafabrik», calienta el isopreno en presencia de sustancias alcalinas.

Heinemann lo polimeriza por la acción del oxígeno o del ozono.

Black y Morton, en Inglaterra, usan ciertos microorganismos extraídos de las plantas cauchíferas, como son las Heveas y Landolphias.

Ostromysleusky, patrocina los rayos ultra violeta y las descargas eléctricas silenciosas, etc., etc.

Vemos, pues, que no faltan ni métodos de producción del isopreno ni mucho menos métodos para polimerizarlo; la producción del caucho es pues cosa ya resuelta en el laboratorio; falta que escapando de los métodos delicados que la ciencia emplea para la preparación de sus cuerpos, se presenten otros más en consonancia con la industria química. El caucho industrial, como el añil, la alizarina y el alcanfor vendrá a sustituir al obtenido de las incisiones de las plantas cauchíferas y la humanidad verá desaparecer la causa primordial de tantas muertes ocasionadas por las terribles fiebres de los bosques pantanosos del centro de la América meridional y las sangrientas escenas relatadas por la prensa, acaecidas en el país del *oro negro*, se perderán completamente como hechos actuales, quedando solo como terrible pesadilla de un tiempo en que otra fiebre moral, la de la sed de riquezas, de unos seres llamados civilizados, arrancaba la vida a infelices indios americanos.

EUGENIO FERRER, Ingeniero

Los submarinos modernos de alta mar

El submarino, que hasta la fecha era considerado como arma militar de valor ofensivo hipotético, ha demostrado ya cumplidamente que no solo es un gran elemento de defensa sino asimismo una poderosa arma de combate para el ataque y para establecer el bloqueo de las costas enemigas.

Hace 50 años, en Barcelona, el genio de un español, D. Narciso Monturiol, creó y llegó a construir el primer buque submarino del mundo ejecutándose las pruebas del aparato con tan feliz éxito que el problema pudo darse por solucionado. La incuria de los gobernantes, y el abandono de nuestros paisanos, hicieron inútiles cuántos sacrificios llevaba hechos el ilustre inventor, relegándose al olvido su incommensurable obra, permitiendo que fuese desguazado el casco del famoso *Ictinio*, y que Monturiol muriese en la mayor miseria.

Pasaron los tiempos; las ciencias mecánicas y eléctricas adelantaron con pasos de gigante, dando nuevos elementos de los que el infortunado Monturiol carecía; pero sobre la base primordial de lo que éste ejecutó, empiezan en Francia, Alemania e Inglaterra la construcción de esta clase de buques completamente seguros del gran papel que tenían que desempeñar en las guerras modernas.

Simultáneamente a los ensayos ejecutados en el extranjero, otro español, no menos ilustre, D. Isaac Peral, desarrolla un proyecto completo de submarino, obtiene una subvención oficial y con fondos relativamente escasos lleva a ejecución su plan... ¿A qué relatar las penas del nuevo inventor? De todos sabida es su triste historia, y la generación actual puede aún contemplar junto San Fernando los restos de este buque que tenía que ser una gloria para España. Este mal llamado fracaso de Peral, que en otro país hubiera sido acicate para ir subsanando los defectos que forzosamente tenían que presentarse en obra tan compleja, trajeron el abandono completo por parte de las altas esferas de toda protección hacia iniciativas de esta índole, permitiendo que pasase a manos de otro país la gloria de haber resuelto el problema, siendo así que siguieron en muchos puntos la senda trazada por nuestros inmortales Monturiol, el precursor de la navegación submarina, y el marino Peral.

En general el submarino es exteriormente fusiforme y aún en los de mayor tonelaje su capacidad es tan pequeña que apenas queda espacio para moverse el corto número de hombres que lo tripulan.

En su parte central, coronada por la torre de observación, se levantan dos tubos verticales de 3 a 4 metros de longitud cerrados con prismas de cristal, denominados periscopios y que por una combinación de lentes dirigen la luz del exterior a la cámara de derrota, situada en el interior de la torre de observación desde cuyo punto, por visión directa, se refleja la luz y se percibe la superficie del mar que rodea al submarino.

En el casco del buque y a cada lado de la torre hay dos aberturas o escotillas que se cierran herméticamente antes de la inmersión, y finalmente, entre las escotillas y los extremos de popa y proa hay dos tubos o chimeneas verticales provistos de ventiladores para la expulsión del aire viciado de las cámaras y de los productos de la combustión. Como las escotillas, estos tubos de ventilación se cierran hermética y automáticamente en el momento de sumergirse el buque.

En la parte interior del mismo, en su centro y debajo de la cámara de derrota, hay la de maniobras desde la cual se ejecutan las que ordena el oficial que está de guardia. A la derecha de esta cámara hay la de los oficiales y a la izquierda la del capitán del buque y la de la tripulación. Al lado de la cámara de oficiales, hacia

la proa del buque, existe un gran depósito de torpedos local que está en comunicación de los tubos lanza torpedos que constituyen, por decirlo así, la única arma ofensiva del submarino.

En la cala del buque, o sea debajo de los departamentos enumerados, existen los depósitos de aceite, de agua y cámaras de acumuladores; los depósitos tanques de agua del mar están situados en el lado de proa del buque. Por el lado de popa, a continuación de la cámara de la tripulación, existen las salas de máquinas motrices que están constituidas por un motor de petróleo y por electromotores, estos últimos accionados por la corriente de las baterías de acumuladores de que ya hemos hecho mención; la instalación está dispuesta de modo que la hélice pueda ser accionada indistintamente por uno u otro de los motores.

En general estos buques navegan como los contratorpederos, surcando veloces las aguas hasta llegar próximos al punto de ataque, en cuyo instante, desalojando la pequeña cubierta del buque, cierran rápida y herméticamente las escobillas, mientras que el capitán abre la entrada del agua del mar a los tanques o depósitos estabilizadores, con lo cual aumentando la densidad del buque, disminuye las condiciones de flotación y empieza a sumergirse. Una vez ya sumergido en las aguas del mar, puede reanudar la navegación, precisando para evitar su marcha a ciegas que las puntas de los periscopios sobresalgan de la superficie del mar, en cuyo caso la luz, penetrando por los prismas, y conducida por los lentes que lleva el aparato, reproducen sobre una superficie esmerilada el paisaje de la superficie de un modo análogo a una cámara oscura. La imagen de la superficie de los mares vista así, desde la cámara de derrota, facilita la dirección del buque que puede aproximarse con confianza al punto de ataque seguro de que presenta solo como parte visible, y por consiguiente vulnerable, los periscopios, que por su pequeño tamaño solo son visibles a corta distancia si la mar está en calma.

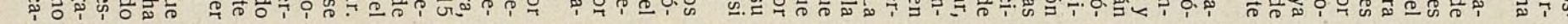
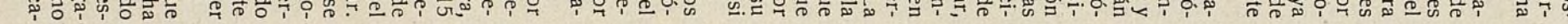
Al describir sucintamente el submarino hemos dicho que existían dos clases de motores; los de petróleo y los eléctricos; los primeros funcionan mientras el buque navega por la superficie, pero al sumergirse tienen que cesar en su funcionamiento sustituyéndose por los eléctricos accionados por las baterías de acumuladores, instaladas en la cala del buque.

Accionada ya la hélice por los electromotores, y por lo tanto, libres de los gases de escape del motor a petróleo, por el volumen de aire que el submarino encierra, y por los depósitos de aire comprimido de reserva, está el buque en condiciones de permanecer 12 ó 15 horas sumergido, no solo en la forma dicha de sobresalir de la superficie del mar los periscopios, sino de aumentar la profundidad de inmersión hasta llegar el buque a reposar sobre las arenas del fondo del mar.

Terminada la exploración o el ataque, veloces se alejan del punto peligroso, y cuando por los periscopios comprueban que están libres de un ataque, emergen rápidamente a la superficie del mar, desalojando los depósitos o tanques estabilizadores, mediante bombas, de las aguas que había tomado para poder sumergirse.

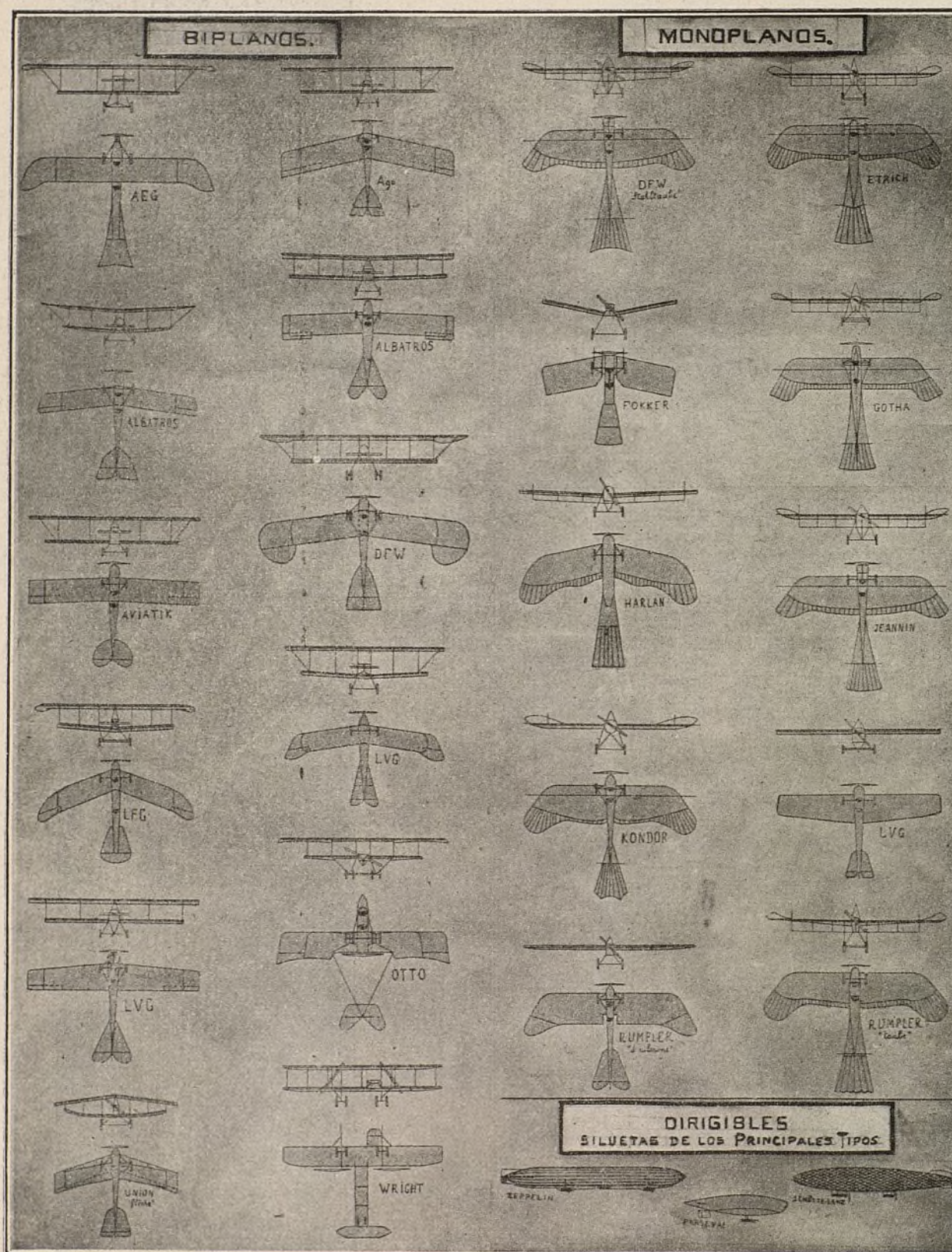
La serie de problemas parciales que han tenido que resolverse, son innumerables; en su construcción se ha recurrido a todos los ramos del saber humano, siendo verdadera lástima que una de las conquistas más espléndidas de la generación actual, como es la navegación submarina, haya servido hasta ahora, y mucho tememos que por el momento no se le dará otra aplicación, para contribuir a destruir a la humanidad.

A. FERRER, Ingeniero.

[illegible][illegible][illegible]

Aeronáutica militar alemana

TIPOS PRINCIPALES



Bajo la denominación genérica de taubes van comprendidos todos los tipos de aeroplanos de que dispone el ministro de la Guerra alemán. Las necesidades de la campaña y el peligro que encierran estas aves metálicas, ha exigido de los ministros de la Guerra de los países aliados la distribución entre los soldados en campaña de las siluetas de los principales tipos de aeroplanos y dirigibles alemanes a fin de evitar el que por error sean los aeronautas víctimas de los proyectiles de sus propios paisanos.



FOTOGRAFÍA PRÁCTICA



..... DIRECTOR DE ESTA SECCIÓN: J. BALTÁ DE CELA

Obtención de pantallas rojas para linternas de laboratorio

El color rojo que se obtiene según la fórmula que damos a continuación es completamente inactivo pudiendo servir para trabajar con las emulsiones más sensibles:

A.—Gelatina	110 gramos
Agua	115 »
Bicromato potásico	20 »
B.—Agua destilada	30 gramos
Nitrato de plata.	20 »

Déjese hinchar la gelatina en el agua, luego se hace fundir calentando ligeramente para añadir después el bicromato. Se mezclan entonces las soluciones A y B extendiendo la mezcla sobre una superficie de cristal perfectamente limpia. Al cabo de algunos minutos queda formada una homogénea película de color rojo-rubí.

Eliminación del hiposulfito sódico

He aquí tres recomendables procedimientos que permitirán comprobar la total eliminación del hiposulfito sódico.

1.º *Procedimiento al permanganato.* Se prepara:

Agua destilada.	1 litro
Permanganato potásico	1 centíg.
Carbonato sódico.	1 gramo

Añádanse de 8 a 10 gotas de la solución que se indica a la última agua de lavado en la cual habrá permanecido la prueba durante 10 minutos. Si el agua es pura permanece de color rosado; en caso contrario se vuelve verdosa.

2.º *Procedimiento al almidón yodurado.* Tómese un fragmento de almidón próximamente como del tamaño de una lenteja, haciéndole hervir en 50 centímetros cúb. de agua, añadiéndole, una vez frío el líquido, una gota de tintura de yodo: el almidón volverá azul. Para efectuar el ensayo, se toma un poco del almidón azul, diluido en bastante cantidad de agua adicionando luego unos centímetros cúbicos de la última agua de lavado y si se observa decoloración del líquido, señal evidente de la presencia del hiposulfito.

3.º *Procedimiento al nitrato de plata.* Déjese escurrir el agua de la prueba recogiendo en un tubo de ensayo; caliéntese hasta la ebullición y entonces se añadirán una o dos gotas de una solución de nitrato de plata al 1 o 2 por 100. Si se forma un precipitado negro por ebullición, indica como causa, la existencia del hiposulfito.

Diapositivas sepia y rojas

La esencial diferencia que presentan las siguientes fórmulas comparadas con las habituales, es la de no contener sulfito sódico y producir en consecuencia tonalidades muy distintas de las que generalmente se obtienen:

Solución de pirogalol al 2 por 100.	50 c. cúb.
» de carbonato potásico al 10 por 100	50 »
» de bromuro potásico al 10 por 100	8 gotas

Este baño de desarrollo produce tonos sepia calientes. Durante el lavado subsiguiente la coloración aparece verde-oliva; pero al secarse la diapositiva vuelve otra vez sepia.

Para las tonalidades rojas la fórmula a emplear será:

Solución de edinol al 1 por 100.	50 c. cúb.
» de carbonato potásico al 10 por 100	50 »
» de bromuro potásico al 10 por 100	10 gotas

Esta mezcla debe prepararse al momento de servir pues es de difícil conservación. Si a la misma se le añade sulfito sódico, el tono rojo pasa a negro.

El revelador a la pirocatequina

Pretendemos con las siguientes líneas llamar la atención de los aficionados a la fotografía y también de los profesionales, sobre la composición del baño revelador a la pirocatequina cuyo empleo parece hallarse algún tanto olvidado. La pirocatequina es un difenol de composición idéntica a la hidroquinona; pero de constitución diferente. Empleado aquel producto en combinación con el carbonato sódico o potásico se constituye un revelador de energía moderada, pero si se toman la potasa o sosa cáusticas, obtendremos un baño revelador muy enérgico.

Numerosos experimentos efectuados sobre el revelador que nos ocupa, nos han conducido a la adopción de la siguiente fórmula que no dudamos en recomendar. Una importante condición necesaria para preparar el baño como es debido, radica en emplear exactamente la cantidad del alcali cáustico que indicamos.

De todas maneras es preferible tomar como alcali cáustico, una solución comercial de concentración exactamente conocida, que los alcalis cáusticos en forma sólida. Para la potasa cáustica tómense, por ejemplo, 87,5 gramos de una solución comercial al 32 por 100, en lugar de 28 gramos de alcali sólido químicamente puro. La potasa cáustica sólida del comercio jamás alcanza el 100 por 100 de pureza.

Sol. A.—Pirocatequina	55 gramos
Sulfito sódico crist.	35 »
Agua para completar	500 c. cúb.

Sol. B. — Sosa caústica pura	28 gramos
Sulfito sódico crist.	150 >
Agua para formar	500 c. cúb.

Para constituir el baño revelador se tomarán:

Solución A	10 c. cúb.
> B	10 >
Agua	150 a 250 >

Empleando menos cantidad de agua se lograrán clichés de extraordinaria densidad. Un baño de desarrollo con menos intensidad se compone de:

Solución A	15 c. cúb.
> B	10 >
Agua	200 >

En cambio puede constituirse un revelador muy enérgico si se toman:

Solución A	10 c. cúb.
> B	15 >
Agua	200 >

Las principales ventajas del revelador a la pirocatequina son sus excelentes cualidades referentes a su conservación, teniendo las dos soluciones separadas, su acción rápida, la completa ausencia de velo y su gran sensibilidad a la retardadora acción del bromuro potásico.

Podrán a voluntad lograrse clichés más o menos densos variando sencillamente la composición del baño de desarrollo y la duración de éste. Para el revelado de placas positivas es preciso diluir más el baño. Un punto esencial que conviene no olvidar, es que el sulfito sódico ha de estar repartido entre las dos soluciones que se indican como de reserva: si se preparase una solución demasiado concentrada, se formaría, en efecto, un compuesto insoluble con la pirocatequina. Los fotografías que se decidan a ensayar las fórmulas que hemos indicado, podrán comprobar como el revelador a la pirocatequina es muy sensible a la acción del bromuro potásico, resultando en consecuencia de mucha elasticidad.

Solución decolorante

para el viraje por sulfuración

Fijándonos en las instrucciones que reparten los fabricantes de papel bromuro, contenidas en los paquetes de su producto, observamos que la antigua fórmula del bromuro potásico o amónico asociado al ferricianuro potásico, se transmite con una persistencia digna de mejor causa. En manos de un regular operador otro método de decoloración ha proporcionado tonalidades más superiores presentando al propio tiempo los blancos más brillantes.

El reactivo necesario es el permanganato potásico del cual se tomarán 15 gramos para disolverlos en medio litro de agua. Para decolorar una prueba al bromuro de tamaño 24 X 30 centímetros, por ejemplo, se toman 300 c. cúb. de agua, se añaden 2 c. cúb. de ácido clorhídrico y luego otros 2 c. cúb. de la solución de permanganato. El baño así preparado se vierte so-

bre la prueba. Cuando se produce la decoloración de esta última, el líquido se decolora también y si aquella fuese de excesiva densidad, se medirán otros 2 centímetros cúbicos de la solución de permanganato que diluidos en 50 c. cúb. de agua, se añadirán por pequeñas porciones, hasta que la decoloración de la prueba resulte completa.

Perfectamente podrán ser tratadas dos pruebas a la vez, pero el secreto del éxito reside en la adición gradual del permanganato potásico; si el papel se vuelve oscuro por el dorso, indica la necesidad de operar con el mayor cuidado; sin embargo en este caso la prueba podrá ser salvada de la manera que luego vamos a indicar.

Contrariamente a lo que ocurre con el método al ferricianuro que deja las más de las veces la prueba de un color amarillento parduzco, el procedimiento al permanganato no deja ninguna imagen y después de un corto lavado, hasta que el agua no quede de color de rosa, entonces la prueba estará preparada para recibir la sulfuración.

Cuando se emplea para ello el sulfuro sódico, la adición de un par de gotas de ácido clorhídrico es muy recomendable porque realza notablemente la riqueza de las entonaciones. Si entre nuestros lectores existe alguno que ignore que las pruebas al bromuro de plata no viradas en sepia todavía adquieren mayor efecto volviéndolas a revelar después de haber sido decoloradas, le invitamos a que disponga un ensayo. La marcha de la operación es la misma hasta el momento de tener que aplicar la solución del sulfuro, la cual es substituida por un baño revelador para papel al bromuro según vamos a indicar.

Amídol	2 gramos
Sulfito sódico	40 >
Bisulfito sódico líquido.	4 >
Agua	600 c. cúb.

Este preparado tiene además la propiedad de lograr la desaparición del ligero color producido por una solución demasiado concentrada de permanganato potásico.

Dicho revelador se conserva perfectamente; el contenido de un frasco preparado desde hace cuatro meses ha servido admirablemente sin ocasionar la menor dificultad. El volver a revelar la prueba se practica a la luz del día; si el tiempo es sombrío, lo mejor es operar en pleno aire; pero si se trabaja por la noche, puede recurrirse a la combustión de una cinta de magnesio de unos 30 centímetros de longitud que se hará arder a 40 centímetros de la cubeta donde se opera el desarrollo. Para evitar la caída dentro del baño del producto de combustión de la cinta, conviene que arda el magnesio un poco lateralmente con relación a la cubeta. Debemos hacer observar que la presencia del bromuro potásico en el baño, no tan solo es completamente inútil sino que resulta perjudicial.

Películas ininflamables

Desde que la fabricación del acetato de celulosa, ha tomado naturaleza industrial, se viene preconizando este producto para la preparación de películas inin-

flamables. En una patente francesa n.º 436.900 tomada por los señores Young y Minuto se consigna el procedimiento siguiente; preparan un baño conteniendo 4 gramos por litro de biborato sódico en el cual dejan macerar el acetato de celulosa. Al cabo de media hora el acetato es retirado, prensado y una vez seco, se le pone a disolver en la siguiente mezcla:

Tetracloretano	350 gramos
Alcohol de 90º	35 »
Aceite de petróleo	1 a 8 »

la solución se transforma luego en cintas pelliculares.

Viraje al paladio

Las pruebas impresionadas con algún exceso de intensidad, se colocan primeramente en un baño compuesto por:

Agua	1 litro
Cloruro sódico	93 grs.

dejando que permanezcan en el mismo unos seis minutos; luego se retiran, se dejan escurrir y se viran en la siguiente composición si se pretende obtener tonos negros:

Solución de cloruro doble de paladio y de potasa al 1 por 100	50 c. cúb.
Cloruro sódico	8 gramos
Acido oxálico	10 »
Agua	1 litro

Doblando la dilución del baño, se conseguirán tonos sepia.

El fijado se opera en una solución de hiposulfito sódico del 10 al 15 por 100 dejando en ella las pruebas durante un cuarto de hora por lo menos.

Desarrollo de diapositivas para proyección

Durante muchos años hemos ensayado para preparar las diapositivas para proyección, variedad de baños reveladores con los cuales obteníamos aceptables resultados. Al principio usábamos un desarrollo al metol que proporcionaba buenas diapositivas de tonos negros del tipo o aspecto ordinario del comercio.

Mas adelante se me llamó la atención con un revelador a base de hidroquinona recomendándolo como de excelentes resultados. Naturalmente fué ensayada la fórmula y salieron satisfactorias diapositivas de un tono pardo agradable. Ello no obstante, al parecer, no presentaban la riqueza de coloración característica que se observa en muchas diapositivas expuestas en algunas exposiciones.

Al cabo de cierto tiempo intentamos el ensayo del pirogallol-amoníaco y en honor a la verdad hemos de confesar que aceptables éxitos coronaron nuestros experimentos, pues lográbamos diapositivas bastante me-

joradas; sin embargo, no quedamos contentos del todo.

Un día, por casualidad, llegó hasta nosotros la noticia de que el ortol era un buen revelador para diapositivas y tuvimos ocasión de admirar una colección o serie de aquéllas, preparadas para dar una conferencia y obtenidas con dicho revelador, todo lo cual nos indujo a ensayarlo.

Los resultados excedieron a lo que esperábamos y aún cuando han transcurrido más de cuatro años desde que principiamos a emplear el ortol, cada día nos entusiasman más los resultados que se obtienen. Muchas de nuestras diapositivas han sido obtenidas por reducción, impresionándolas de cuatro a diez minutos según la densidad del negativo.

El desarrollo es naturalmente lento a causa de la notable cantidad de retardador empleado; pero los resultados compensan el tiempo que se emplea para obtenerlo. La coloración adquirida es un hermoso tono pardo dorado y la prueba se presenta perfectamente clara. Rara vez se tiene que emplear un baño aclarador, pues ordinariamente las diapositivas presentan después de fijadas, un brillo y esplendor que no habíamos obtenido jamás con otros reveladores.

He aquí la fórmula:

A.—Agua	500 c. cúb.
Sulfito sódico	30 gramos
Metabisulfito potásico	4 »
Ortol	8 »
B.—Agua	500 c. cúb.
Carbonto sódico	50 gramos

Para el uso se mezclan 15 c. cúb. de A y otro tanto de B añadiendo luego agua hasta formar 60 centímetros cúbicos y de 80 a 90 gotas de una solución de bromuro potásico al 10 por 100. Cada diapositiva necesita hasta su terminación unos veinte minutos, pero los resultados no pueden ser más satisfactorios. Para las diapositivas por contacto, una impresión de medio minuto a treinta centímetros de un mechero mariposa o abanico de gas del alumbrado, produce una buena prueba. Al efectuar el desarrollo ha de excederse de lo que se cree límite habitual pues las diapositivas descienden bastante en el baño fijador. Algunos ensayos bastarán para juzgar de la intensidad a que debe llegarse.

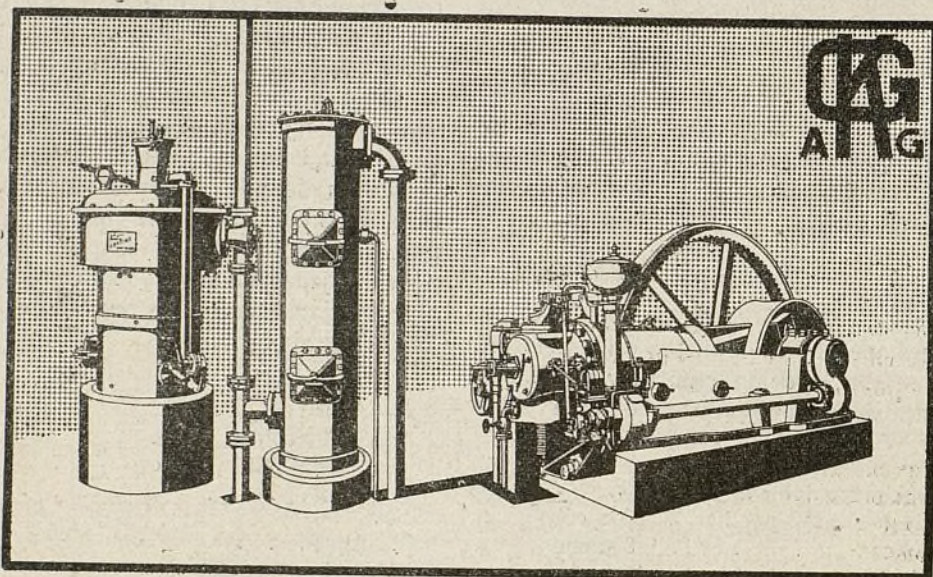
El baño revelador que ha servido no debe tirarse ya que podrá servir gran número de veces, no exigiendo otro cuidado que adicionarlo de vez en cuando con nueva cantidad de baño nuevo.

No dudamos que aquellos de nuestros lectores entusiastas de las diapositivas para la proyección, y que deseen un revelador bueno y digno de confianza, ensayarán el ortol. Probablemente sacrificarán algunas placas antes de llegar a un resultado verdaderamente irreprochable, pero luego quedarán compensados con viva satisfacción.

El frasco que contiene la solución de ortol, ha de guardarse cuidadosamente tapado, pues de otro modo se altera con relativa facilidad.

Sociedad Anónima Española KÖRTING

BARCELONA ◀ Plaza Palacio, 16. • Apartado 23
 — VALENCIA • SEVILLA • ZARAGOZA • MURCIA —



MOTORES a gas pobre, gas rico, bencina y aceites pesados, sistema Diesel. =====
GASOGENOS para todos los combustibles: antracita, hulla, carbón vegetal, etc.
BOMBAS centrífugas, de pistón, émbolos rotatorios, etc. Instalaciones completas de riegos. =====
MAQUINARIA EN GENERAL. Herramientas APARATOS POR CHORRO

TALLER DE FOTOGRAFADO

C. Murtra

ESPECIALIDAD

EN LOS COLORES

Calle del Hospital, 49
 BARCELONA

