

EL MUNDO CIENTÍFICO

INVENTOS MODERNOS

REVISTA TÉCNICA DE APLICACIONES PRÁCTICAS DE LA INDUSTRIA

DIRECTOR: D. SANTIAGO LOPEZ TAPIAS, INGENIERO (ESPAÑA-ALEMANIA)

Estudio comparativo sobre las bombas de turbina

En las condiciones ordinarias de funcionamiento de las bombas centrífugas, el mayor rendimiento de las mismas se obtiene con una velocidad muy inferior á la que correspondería en las condiciones más económicas de marcha de la turbina. La invención de una bomba apta para mayores velocidades representaría, por consiguiente, un notable adelanto en este ramo de la ingeniería.

Del margen existente entre el tipo de marcha normal de una bomba y la velocidad económica de la turbina que la mueve, dan fe las siguientes cifras: Para un servicio que requiere el suministro de 20 mil á 30.000 galones por minuto (el galón equivale á 4^{lit.},543), con altura de elevación de 20 á 50 pies, una velocidad de 600 á 1.000 vueltas por minuto, para la bomba, es considerada como un máximo. En cambio, la velocidad del turboalternador puede alcanzar fácilmente 3.600 vueltas por minuto.

La construcción de toda clase de máquinas centrífugas, turbinas hidráulicas, bombas, ventiladores, etc., está sujeta á ciertas leyes, hoy bien conocidas de los ingenieros. Teniendo en cuenta estas relaciones, puede establecerse una comparación entre los diversos tipos de bombas de turbina, desde el punto de vista de la velocidad, reduciendo

do sus varias características á la unidad de altura de agua y á la unidad de potencia en caballos.

Las referidas leyes, para máquinas de construcción análoga y de eficacia constante son, en resumen, las siguientes:

1.^a La velocidad es proporcional á la raíz cuadrada de la altura.

2.^a La potencia es proporcional á las $\frac{3}{2}$ de la potencia de la altura.

3.^a La potencia varía con el cuadrado del diámetro de la aleta.

4.^a La velocidad es inversamente proporcional al diámetro.

Adoptemos las siguientes denominaciones:

N = Velocidad de la bomba;

P = Potencia, en caballos -agua;

D = Diámetro de la aleta;

h = Altura de agua;

h₁ = Unidad de altura = 1 pie;

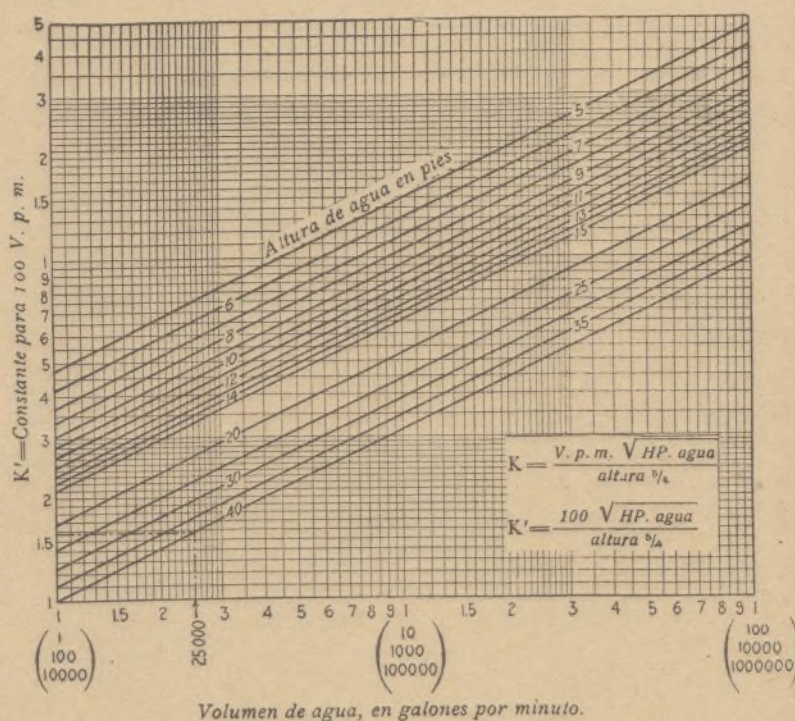
P_u = Unidad de potencia = 1 HP - agua;

N₁ = Velocidad de la aleta por pie de altura de agua;

P₁ = Potencia de la aleta por pie de altura de agua;

D_u = Diámetro de la aleta tipo desarrollando 1 HP-agua por pie de altura.

K = Factor que representa la velocidad de una aleta idéntica, desarrollando 1 HP por pie de altura.



[Fig. 1.—Gráfico que da los valores de la constante K' para alturas de agua de 5 á 40 pies.

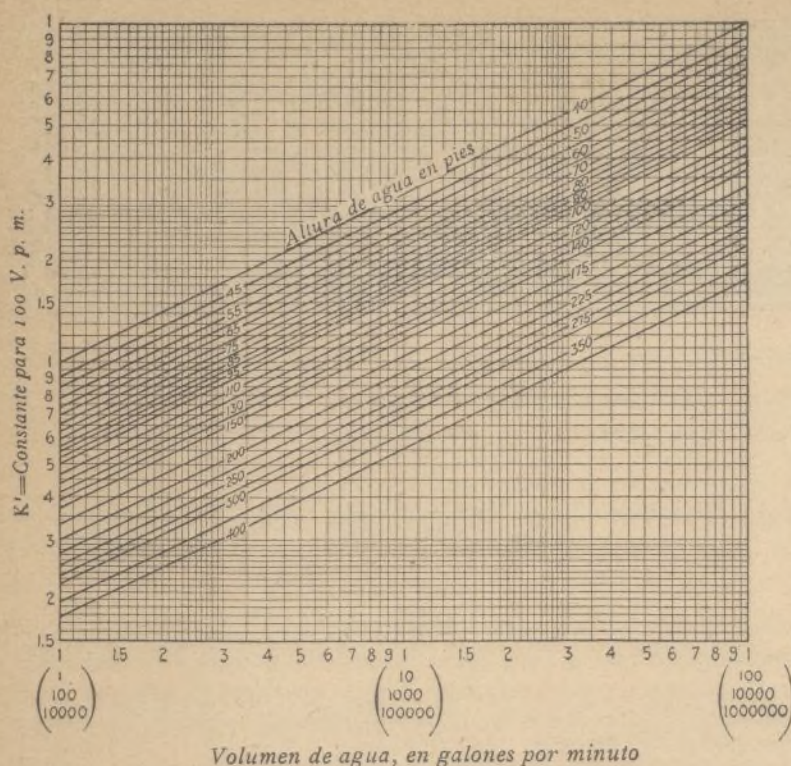


Fig. 2.—Gráfico que da los valores de la constante K' para alturas de agua de 40 á 400 pies.

Expresando en forma algébrica las anteriores leyes, tendremos:

$$N_1 : N = \sqrt{h_1} : \sqrt{h} \quad (1)$$

$$P_1 : P = h_1^{3/2} : h^{3/2} \quad (2)$$

$$P_1 : P_u = D^3 : D_u^3 \quad (3)$$

$$N_1 : K = D_u = D \quad (4)$$

fórmulas que pueden transformarse en las siguientes:

$$N_1 = N \sqrt{\frac{h_1}{h}} \quad (1)$$

$$P_1 = P \left(\frac{h_1}{h} \right)^{3/2} \quad (2)$$

$$D_u = D \sqrt{\frac{P_u}{P_1}} \quad (3)$$

$$\frac{N_1}{K} = \frac{D_u}{D} \quad (4)$$

Sustituyendo, en la ecuación (4), los términos N_1 , P_1 y D_u por su valor, deducido de las ecuaciones (1), (2) y (3), se obtendrá:

$$\frac{N \sqrt{\frac{h_1}{h}}}{K} = \frac{D \sqrt{\frac{P_u}{P \left(\frac{h_1}{h} \right)^{3/2}}}}{D} = \sqrt{\frac{P_u}{P \left(\frac{h_1}{h} \right)^{3/2}}}$$

y, simplificando:

$$K = \frac{N \times \sqrt{P} \times h_1^{5/4}}{\sqrt{P_u} \times h^{5/4}}$$

Si $P_u = 1$ HP y $h_1 = 1$ pie, tendremos:

$$K = \frac{N \times \sqrt{P}}{h^{5/4}}$$

$$\text{ó: } K = \frac{V. p. m. \times \sqrt{HP-agua}}{\text{Altura}^{5/4}}$$

de donde se deduce, sabiendo que un caballo-agua equivale á $\frac{Q h}{3.960}$, si Q se expresa en galones por minuto:

$$K = \frac{V. p. m. \sqrt{\frac{1}{3960}} \times \sqrt{Q}}{h^{5/4}}$$

Tomando el número de vueltas por minuto igual á 100, como base (entonces K, para cualquier otra velocidad, es directamente proporcional), siendo Q igual á 10.000, y convirtiendo la anterior relación en ecuación logarítmica, tendremos:

$$\log. K' = 2,2011 - \frac{3}{4} \log. h \quad (\text{Ecuación A})$$

Las curvas de las figuras 1 y 2 ponen en evidencia las relaciones entre el volumen de agua suministrada (en galones por minuto) y el factor K' para varias alturas de agua en pies. Dichas curvas han sido calculadas según la ecuación A.

Supongamos que se quiera establecer una comparación entre va-

rias bombas con respecto á ciertas condiciones específicas; por ejemplo, elevación de 25.000 galones por minuto á una altura de 40 pies. De las curvas de la figura 1 se deduce que, en este caso, $K' = 15,8$.

Otra hipótesis: Se ha sometido á ensayo varias bombas, se ha determinado sus rendimientos y el factor K se ha sustituido, en la fórmula anterior, por los valores correspondientes. Supongamos que las cantidades determinadas sean las siguientes:

Bomba	K	Eficacia
A	174	60
B	147	55
C	124	60
D	118	69
E	134	70

Reduciendo todo á 25.000 galones elevados á 40 pies, fuera lógico suponer que las velocidades serían:

K para la bomba A = 174;

K' ó 100 vueltas por minuto = 15,8,

pero:

$$K = \frac{V. p. m. \sqrt{\text{caballo agua}}}{\text{Altura}^{5/4}}$$

y:

$$K' = \frac{100 \sqrt{\text{caballo agua}}}{\text{Altura}^{5/4}}$$

de donde se deduce:

$$\frac{K}{K'} = \frac{V. p. m.}{100}$$

Por consiguiente, el número de vueltas por minuto, en las condiciones dadas, es:

$$\frac{100 \times K}{K'} = \frac{100 \times 174}{15,8} = 1.100.$$

En el siguiente cuadro se hallan reunidos, en las tres primeras columnas, datos relativos a las velocidades, el consumo de vapor por caballo en la transmisión y el rendimiento. La cuarta columna comprende los valores calculados del consumo correspondiente de vapor por caballo-hora en agua elevada.

Bomba	K	Velocidad	Libras de vapor por caballo-hora en la transmisión	Eficacia	Libras de vapor por caballo-hora en agua elevada
A	174	1100	40.5	60	67.5
B	147	930	45.5	55	82.8
C	124	785	51.5	60	85.8
D	118	745	53.5	69	77.5
E	134	850	49.0	70	70.0

De estos datos se deduce que la bomba A es la mejor, aunque tal deducción no se desprende de la sola consideración de las eficacias de las diferentes bombas sometidas á examen.

CARLOS A. CARPENTER, Ingeniero.

Electricidad

Aparatos indicadores de tierras para redes de alta tensión

Sumamente difícil es la realización de un aparato que permita formar concepto en cualquier instante del estado de aislamiento de una línea.

A. R. Garnier daba recientemente, en una acreditada revista francesa, las disposiciones más usadas al efecto, en el caso de una distribución trifásica de punto neutro aislado ó conectado á tierra.

Estas disposiciones son las siguientes:

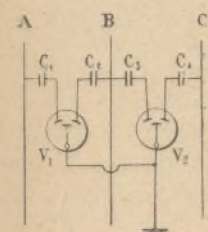


Fig. 1. — Montaje con dos voltímetros electrostáticos.

1.º Sistema trifásico de punto neutro aislado. — En estas instalaciones suélese hacer uso de tres voltímetros electrostáticos conectados entre polo y tierra.

Una disposición menos costosa consiste en conectar dos voltímetros con arreglo al esquema figura 1. Si existe simetría entre el potencial de cada uno de los polos de línea y el de la aguja voltimétrica conectada á tierra, dicha aguja conservará una orientación fija, en el centro de la escala de cada uno de los aparatos. Si, por el contrario, el potencial de uno de los polos—A, por ejemplo—disminuye á causa de una tierra accidental, el equipo móvil del voltímetro correspondiente V_1 , se deslizará hacia la armadura sometida al potencial B. Finalmente, en el caso en que el aislamiento del polo B se debilitara, el voltímetro V_1 experimentaría una desviación hacia la izquierda, y el voltímetro V_2 una desviación hacia la derecha de la posición central.

Además, para reducir la tensión de servicio en los bornes de cada uno de los voltímetros, se intercala en derivación condensadores C_1 , C_2 , C_3 y C_4 ; pero conviene entonces comprobar la resistencia de aislamiento de los aparatos indicadores, porque la menor corriente parásita modificaría de un modo sensible la diferencia de potencial que se les aplique.

Para eliminar esta causa de error, será bueno utilizar un transformador de potencial trifásico, conforme se indica en la figura 2. La puesta en la tierra del punto neutro de este pequeño transformador, aunque atenuando el grado de aislamiento del neutro de la distribución, no tendrá influencia sobre el régimen adoptado.

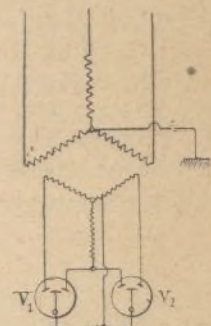


Fig. 2. — Montaje con transformador de potencial.

Tiene este dispositivo el inconveniente de originar fugas considerables, pero simétricas, entre cada polo y la tierra, sin que pueda patentizarse. Constituye, pues, un aparato indicador de las perturbaciones en el punto neutro, más bien que un detector de tierra propiamente dicho.

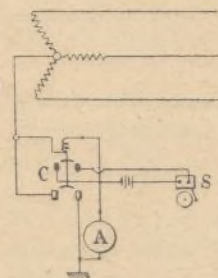


Fig. 3. — Montaje con conjuntor.

2.º Sistema trifásico de punto neutro en la tierra. — Se han propuesto diversas soluciones, que consisten en la introducción de instrumentos de medida en el circuito del alambre de tierra. Una de ellas (fig. 3) preconiza el empleo de un aparato de lectura A combinado con un conjuntor protector C,

destinado á colocarle en corto circuito en cuanto la corriente que le atraviesa alcanza un valor destructor. Esta operación es señalada por el funcionamiento consecutivo de un timbre avisador S.

Este dispositivo presenta, como el anterior, el inconveniente de no experimentar la influencia de un desequilibrio del potencial de los tres polos de distribución. Además una fuerza electromotriz armónica de frecuencia triple, engendrada en cada una de las ramas de la estrella, producirá en el dieléctrico del cable una corriente de capacidad que recorrerá la conexión neutra y falseará las indicaciones dadas por el aparato medidor.

La intensidad de esta corriente puede ser elevada; por otra parte, no recorriendo el instrumento, debido á la conexión adoptada, sino una porción de la corriente de fuga, se concibe que el error producido puede ser importante.

Para evitar estos inconvenientes es preferible reemplazar el aparato medidor de corriente alterna por un aparato de corriente continua C, conforme se indica en la figura 4. En cuanto una corriente peligrosa se produce en el conductor neutro, el fu-

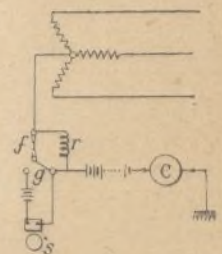


Fig. 4. — Montaje con circuito auxiliar de corriente continua.

sible f entra en fusión, intercalando de esta suerte, en el circuito del aparato, una resistencia r y poniendo en libertad la hoja del resorte g que cierra el circuito del timbre de llamada S .

Esta combinación no resuelve sino en parte los inconvenientes señalados al describir el dispositivo anterior, y tiene el de suprimir la puesta en la tierra directa del punto neutro.

* Por otra parte, cualquiera que sea la disposición adoptada, parece que el instrumento no está eficazmente protegido contra una superintensidad súbita, lo mismo por la interposición de un conjuntor que por la de un fusible.

S. ANDREU.

Cuadros de distribución para generadores de tres hilos

La disposición de los cuadros de conmutación para la protección y el manejo de los generadores de tres hilos, ofrece grandes analogías con la de los cuadros para generadoras de dos hilos. Unos y otros deben estar provistos de cortacircuitos que permitan realizar la debida protección contra las sobrecargas, y deben llevar igualmente aparatos de arranque é indicadores de corriente y de voltaje.

Las siguientes descripciones se refieren al caso de generadores funcionando en paralelo, ya que esta disposición es la hoy adoptada en la mayoría de las instalaciones:

En este caso, y tratándose de generadores de tres hilos, es necesario establecer entre éstos una doble conexión, ya que los imanes de campo, dispuestos en serie, están en relación de tal modo que los polos alternos se hallan en serie. Se forman,

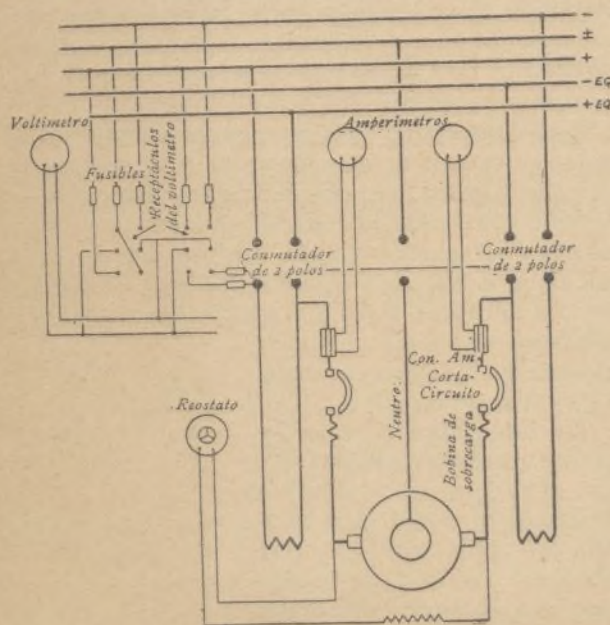


Fig. 1.—Esquema de conexiones para generadores de tres hilos.

por consiguiente, dos secciones, una de las cuales está unida al lado positivo, estándolo la otra al lado negativo del devanado. Como que hay una conexión á cada lado del generador, el potencial total de la máquina queda igualmente repartido

entre los dos. En cuanto al montaje, espacio, etc. de estas conexiones, deben seguirse las mismas reglas que para los conductores principales.

Los varios modelos de cuadros de distribución existentes difieren en el número de conductores

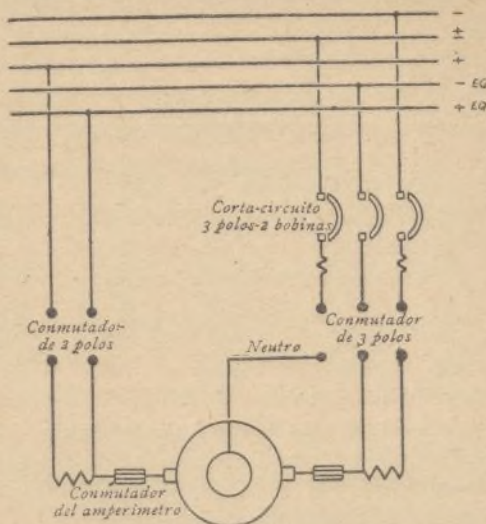


Fig. 2.—Conexión con cinco conductores del generador al cuadro.

que arrancan del generador, en el número y la situación de los cortacircuitos, y, finalmente, en la mayor ó menor comodidad que ofrecen para la conmutación. Todos, sin embargo, tienen un mismo objeto—no siempre alcanzado, por cierto:—la protección de los generadores. Para que sea efectiva esta protección, se requiere un conjunto de condiciones que se hallan reunidas en algunos sistemas que luego se describirán, y entre los cuales puede figurar, en primer término, la disposición que aparece en el esquema figura 1. La protección de los generadores, en el caso figurado, es real, siendo además fáciles las operaciones de conmutación.

Ya que existe un circuito completo, partiendo de cada lado del generador, á través del conductor neutro, es necesario que cada uno de estos circuitos esté protegido. Resulta de ello que deben disponerse al menos dos cortacircuitos y que es necesario que éstos sean solidarios uno de otro, para abrirse los dos á un tiempo. En efecto, si sólo se abriera el circuito de un lado del generador, la total carga, proviniendo del otro lado, pasaría por las bobinas de compensación y sus conexiones, con el probable resultado de ser quemadas unas y otras por la sobrecarga á que se hallarían sometidas.

Para que los cortacircuitos llenen perfectamente el fin á que están destinados, esto es, para que protejan eficazmente el generador contra una sobrecarga eventual, es menester que dependan de la corriente total originada en el aparato, y es evidente que sólo puede realizarse esta condición cuando dichos cortacircuitos están dispuestos dentro del circuito, entre el devanado y el punto de donde arranca el conductor de conexión. Delo contrario, el generador que suministrase la corriente á otro, dispuesto en paralelo con él, no estaría protegido por su propio cortacircuito, pero, en cambio, el cortacircuito del segundo podría abrirse, interrumpiendo la corriente, aunque éste no reci-

quiera ninguna sobrecarga. Es necesario, por consiguiente, disponer conductores que, partiendo de cada lado del devanado, pasen por los cortacircuitos colocados sobre el cuadro y se prolonguen hasta los imanes de campo dispuestos en serie, para volver finalmente á los colectores del cuadro. La conexión de los generadores entre sí se hace, en este caso, sobre el cuadro, en vez de disponerse en los bornes. Con esta disposición es innecesario el cortacircuito que, en otros sistemas, debe instalarse sobre el hilo neutro.

Los conmutadores del circuito principal, lo mismo que si se tratase de generadores de 2 hilos, deben ser colocados de tal modo que la serie de imanes de campo pueda ser puesta en conexión con la línea en el momento del arranque. Este resultado se consigue disponiendo un conmutador bipolar á cada lado del sistema, correspondiendo un polo á cada hilo principal y cada hilo de conexión (figura 1). Los cortacircuitos deben quedar abiertos hasta tanto que el voltaje se haya elevado hasta igualar el de la línea, pudiendo entonces cerrarse para introducir los generadores en el circuito. Si los cortacircuitos estuviesen cerrados en el momento del arranque, se originaría un corto circuito entre los varios aparatos dispuestos sobre la línea. Sobre el hilo neutro basta un conmutador unipolar para poder aislar del circuito las bobinas de compensación.

Como que existe una diferencia de corriente entre los dos lados de un circuito de tres hilos, en el cual el último de aquéllos lleva una carga no compensada, diferencia debida á la corriente del hilo neutro, es menester colocar un amperímetro sobre cada hilo principal partiendo del generador. Para que estos amperímetros indiquen la corriente total en cada lado del circuito, es necesario que estén reunidos también en circuito, en la misma forma que se describió al tratar de los cortacircuitos, esto es, que se hallen interpuestos entre la armadura y los conductores de conexión. En este caso, los aparatos de medida con sus shunts pueden montarse todos sobre el cuadro, lo que no es posible en todos los sistemas.

El voltímetro está generalmente dispuesto para que la lectura del voltaje pueda hacerse tanto en los bornes del generador como en los colectores del cuadro. Además, dada la diferencia de voltaje existente entre los dos lados del circuito, debe disponerse un medio que permita conocer el voltaje entre el hilo principal y el hilo neutro. Estas indicaciones pueden leerse en un solo voltímetro, usando receptáculos en la forma indicada en la figura 1.

Este método de conexión, que requiere siete

conductores, realiza la protección más perfecta de los generadores, pero resulta de coste excesivo en las grandes instalaciones y en aquellas en que se emplean cables de gran capacidad; en vista de ello, es preferible, en muchos casos, instalar los cortacircuitos y los amperímetros, con sus shunts, sobre un cuadro separado dispuesto cerca de los generadores, en vez de colocarlos sobre el cuadro general de distribución. Mediante esta combinación pueden suprimirse dos de los siete conductores mencionados, realizando con ello una notable economía, ya que el coste del cuadro auxiliar es mucho menor que el de dichos dos cables.

En la disposición representada por la figura 2 queda también reducido á cinco el número de conductores, aunque todos los aparatos estén montados sobre el cuadro de distribución. Es de notar que en este sistema hay un cortacircuito tripolar con sólo dos bobinas, una sobre el hilo principal y otra sobre el hilo neutro. En este caso, como en el de la fig. 1, y por la misma razón, los cortacircuitos deben ser solidarios uno de otro.

Es de observar igualmente que, cuando los cortacircuitos están cerrados sobre el campo en serie se establece, mediante ellos, un circuito á través del generador que, por esta circunstancia, no puede ser puesto en marcha con la serie en circuito, como en la disposición de la figura 1.

Los shunts deben montarse sobre el bastidor del generador y unirse en cir-

cuito, quedando interpuestos entre la armadura y el conductor de conexión, á fin de que los amperímetros indiquen la corriente total existente á cada lado del circuito. Es menester, en este caso, una disposición especial de los bloques terminales de los shunts, y deben emplearse amperímetros de calibre especial, á causa de la gran longitud de los conductores. Teniendo además en cuenta el mayor coste de cortacircuito y la menor eficacia de protección conseguida, es evidente que este método de conexión no es tan recomendable como el que representa el esquema 1, á pesar de la economía que significa la supresión de dos de los siete conductores que requiere éste.

Frecuentemente se adopta la disposición indicada en la figura 3, en la cual hay instalado un cortacircuito cuadripolar y dos conmutadores bipolares sobre el hilo principal y los conductores de conexión. Este sistema permite también reducir á 5 el número de conductores que van del generador al cuadro, pero ofrece los mismos inconvenientes que el anterior, y por otra parte el de introducir en el circuito un polo más.

Las diferentes combinaciones descritas se resuelven en una sola, en el caso de un generador que funcione aisladamente. Existiendo tres con-

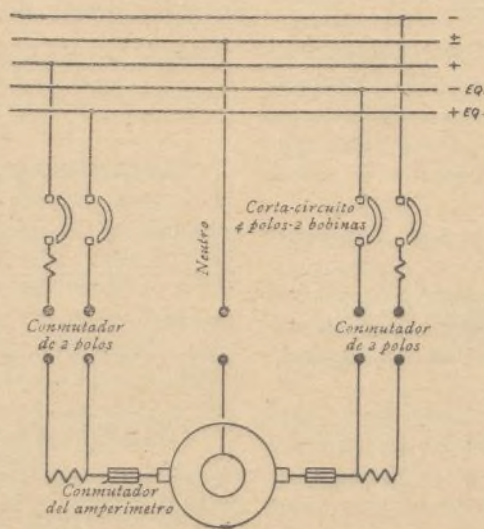


Fig. 3.—Generador de tres hilos con cortacircuito cuadripolar.

ductores, incluso el neutro, entre el generador y el cuadro, es necesario instalar un conmutador tripolar. En cada hilo principal debe disponerse un cortacircuito; los distintos cortacircuitos deben ser solidarios ó dependientes unos de otros por las razones ya apuntadas. Los aparatos de medida con sus shunts, así como los cortacircuitos, pueden montarse sobre el cuadro de distribución.

ENRIQUE AGUILAR, Ingeniero.

Cálculo del rendimiento en corto circuito en las instalaciones de corriente alterna ⁽¹⁾

Como punto de partida para este cálculo, utilizaremos el diagrama de carga de un generador de corriente alterna (fig. 1), en el cual la intensidad E en los bornes está colocada como función de la fuerza de la corriente J .

En una corriente normal J_n , la intensidad en los bornes será algo menor que cuando el valor de la corriente sea 0. Si aumenta el valor de la carga, disminuye la intensidad en los bornes hasta que, adquiriendo cierto valor, la corriente en corto circuito J_k adquiere el valor 0.

En máquinas de velocidad no muy grande, la corriente en corto circuito, en proporción con la corriente normal, es mayor que en las turbodinamos.

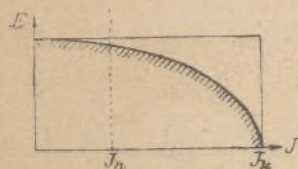


Fig. 1.

Una proporción para las máquinas que nos ocupan es la siguiente:

La corriente en corto circuito J_k es tres veces mayor que la corriente normal J_n . En los casos en que no se tenga ningún dato sobre esta proporción, puede tomarse con aproximación suficiente la cantidad 3.

En lo sucesivo no haremos uso de una cantidad fija; colocaremos en su lugar la letra m , lo cual significa que la fuerza de la corriente en corto circuito es m veces mayor que la normal.

Al principio de la interrupción de la corriente se forma un arco de luz; la fuerza de la corriente baja y la intensidad sube. Este fenómeno se halla representado en la curva (fig. 1) por un punto el cual recorre á lo largo la curva hasta que, terminada la interrupción y siendo $J=0$, la intensidad toma el valor E .

En este diagrama intervienen también otros fenómenos secundarios originados por inducción, capacidad, etc., los cuales se omitieron. Sin embargo, podemos tomar una proporción en la superficie comprendida entre la línea del diagrama y el eje de las ordenadas. Esta superficie es la cuarta parte de una elipse. En su lugar, y despreciando la constante $\frac{\pi}{4}$, colocaremos el rectángulo representado en la figura. Para corriente monofásica, será, pues, el rendimiento en corto circuito C_1 , m veces menor que el rendimiento normal L_1 ;

lo mismo ocurre con corriente de un número mayor de fases:

$$C_1 = m L_1$$

Para simplificar el cálculo, se admite que, siendo una central grande, la intensidad no varía en un punto extremo de la línea. Suponiendo una red de distribución de esta clase, la cual para carga normal tiene una de voltaje de $n\%$, resultará que en un corto circuito j de intensidad constante, se producirá una corriente delante de la resistencia que será $\frac{100}{n}$

veces la de la corriente normal. En su consecuencia, el rendimiento en corto circuito C_2 tomará el valor de $\frac{100}{n}$

veces el rendimiento normal L_2 :

$$C_2 = \frac{100}{n} L_2$$

Fundándose en todo lo supuesto, esta fórmula da á veces valores demasiado altos. En su consecuencia, es conveniente, en caso de que este cálculo entre el rendimiento y una pérdida del voltaje de $n\%$ dé un valor superior á la capacidad de la central en corto circuito, proceder al cálculo de esta última. Así, la proporción existente entre el voltaje en la central y la fuerza de la corriente en corto circuito, se obtendrá del modo siguiente:

Conforme se ha dicho, puede admitir el diagrama de rendimiento de la central como una elipse ó bien (si se prolongan las ordenadas en un tanto por ciento) como una circunferencia (véase fig. 2), en la cual las abscisas representen la fuerza de la corriente y las ordenadas las intensidades reducidas correspondientes CE .

Para la corriente en una línea de conducción, se obtiene una pérdida de voltaje por su resistencia, voltaje que toma en el diagrama la forma de la línea

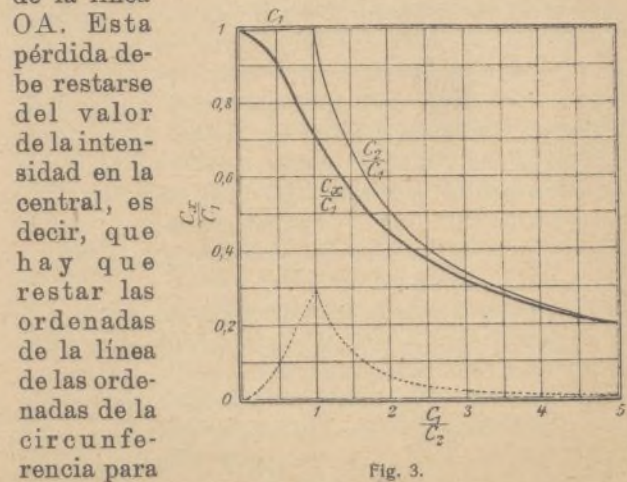


Fig. 2.

OA. Esta pérdida debe restarse del valor de la intensidad en la central, es decir, que hay que restar las ordenadas de la línea de las ordenadas de la circunferencia para obtener la intensidad en el punto de partida. A causa de esto, se obtiene la línea gruesa como diagrama de la intensidad en el punto de partida. Esta línea corta los ejes de las abscisas en los puntos en que la pér-

(1) Extracto de *Elektrotechnische Zeitschrift*.

dida de voltaje es igual al voltaje de la central. Denominando Jx á esta corriente, y al voltaje en la central CEx , obtiéndose la fórmula:

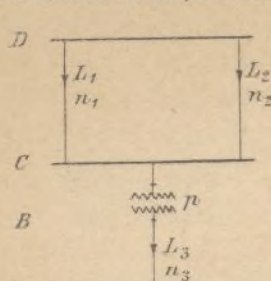


Fig. 4.

$$Jx^2 + (CEx)^2 = (mJ_1)^2$$

en la cual mJ_1 es la fuerza de la corriente en corto circuito.

En lugar de CEx , podemos poner el producto JxW . Esta resistencia W se calcula tomando por base la intensidad normal, la corriente normal de la circunferencia de

partida J_2 y la pérdida en tanto por ciento n .

La fórmula empleada es:

$$W = \frac{n}{100} \frac{E}{J_2}$$

Sustituyendo este valor en la fórmula anterior, se obtiene:

$$Jx = \frac{mJ_1}{\sqrt{1 + \left(\frac{mJ_1}{100J_2}\right)^2}}$$

y la capacidad de la línea en corto circuito es:

$$Cx = \frac{C_1}{\sqrt{1 + \left(\frac{C_1}{C_2}\right)^2}} = \frac{mL_1}{\sqrt{1 + \left(\frac{mL_1}{100L_2}\right)^2}}$$

Esta fórmula supone tanto las proporciones de la central como las de la línea.

Las proporciones existentes entre los valores que dan las fórmulas antedichas, se pueden obtener de un modo sencillo con ayuda de la figura 3, en la cual el rendimiento en corto circuito de la central y el rendimiento en corto circuito del punto de alimentación están representados por las abscisas y la capacidad en corto circuito de la central con la capacidad en corto circuito del punto de alimentación por las ordenadas.

Teniendo en cuenta la figura 4, resolveremos el siguiente ejemplo á título de aclaración de lo antedicho:

La central D tiene 10000 kw., y de ella parten dos líneas para 3000 y 5000 kw., teniendo el 2 y 2,2 % de pérdida de tensión. Estas líneas van á la estación inferior C, en la cual existe un transformador de 100 kw. con el 4 % de pérdida interior. Después de los bornes secundarios B del transformador se encuentra otra línea con un 3 % de pérdida hasta el punto A. Debe calcularse la capacidad en la estación

inferior C:

$$C_{2p} = 100 \left(\frac{3000}{2} + \frac{5000}{2,2} \right) = 377000 \text{ kw. A.}$$

$$C_2 = \frac{100}{4} \cdot 100 = 2500 \text{ kw. A.}$$

Este valor es la capacidad en corto circuito para el punto B.

Con la misma fórmula obtendremos:

$$C_2 = \frac{100}{4 + 3} \cdot 100 = 1430 \text{ kw. A.}$$

que es la capacidad en corto circuito obtenida por el punto A.

s. LOPEZ TAPIAS, Ingeniero.

Métodos de conexión de los transformadores

Como las conexiones de los transformadores trifásicos con los circuitos primario y secundario no presentan dificultad alguna, y no existen transformadores bifásicos, se tratará únicamente en el presente artículo de las conexiones de los transformadores monofásicos con los circuitos bifásicos y trifásicos.

I.—CIRCUITOS BIFÁSICOS

Prácticamente, toda línea bifásica está simplemente formada de dos líneas monofásicas distantes una de otra un cuarto de ciclo, ó 90 «grados» eléctricos. Para el suministro de corriente á aparatos de alumbrado ú otros que no sean motores bifásicos, las conexiones de los transformadores con las dos líneas se hacen exactamente de la misma manera que si se tratase de dos líneas monofásicas separadas é independientes una de otra, con la diferencia de que la carga en relación con las dos líneas debe ser dividida entre ellas lo más igualmente posible.

La figura 1 representa un sencillo circuito pri-

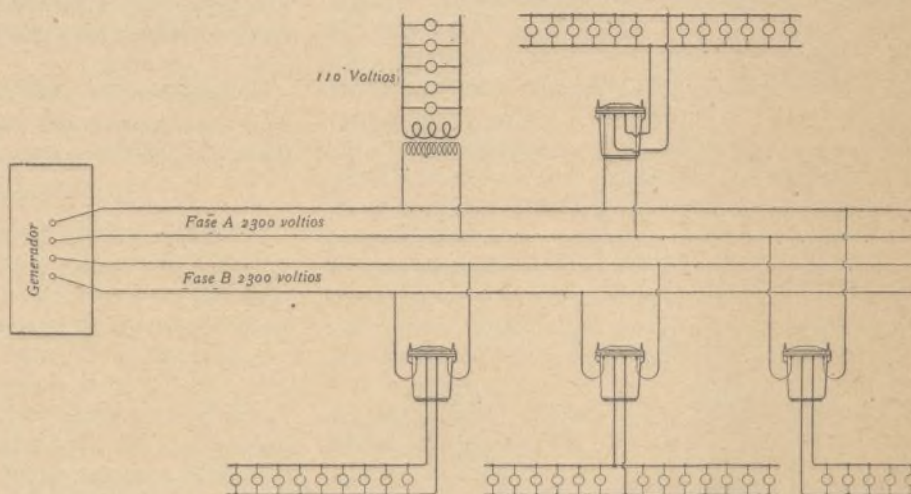


Fig. 1.—Circuito bifásico compensador, para alumbrado.

mario bifásico, con un transformador suministrando corriente á unos circuitos secundarios individuales, monofásicos naturalmente. Uno de los transformadores está representado por el diagrama convencional, en el que aparecen sus devanados primario y secundario.

Los transformadores pueden montarse sobre una de las secciones de una línea bifásica, como en un circuito monofásico, debiendo tomarse las mismas precauciones en cuanto al riesgo de polaridades instantáneas y evitar el acoplar aparatos que no sean de iguales dimensiones é idéntico tipo.

Si un motor bifásico ha de ser alimentado por medio de transformadores, el resultado deseado puede obtenerse instalando dos transformadores idénticos, cuyas conexiones se hacen en la forma que indica la figura 2.

No ejerce influencia alguna sobre los transformadores el modo cómo estén dispuestas las conexiones con los circuitos. Los conductores J y K pueden transponerse sin que surja desorden alguno en el funcionamiento de los aparatos; lo mismo puede decirse de los conductores M y N y de cada par de conexiones secundarias. Sin embargo, la transposición de estos conductores tiene por efecto la inversión del sentido de la marcha

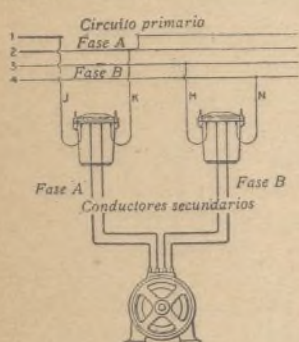


Fig. 2.—Motor bifásico con conexiones debidamente dispuestas.

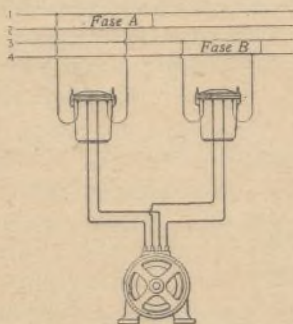


Fig. 3.—Motor bifásico y transformadores en conexión por medio de conductores secundarios cruzados.

del motor. Por ejemplo, si, estando las conexiones dispuestas como en el diagrama, el árbol del motor gira en el sentido de las agujas de un reloj, al cambiarse la posición respectiva de los conductores, es decir, haciendo la conexión de J con el circuito primario 2, y la de K con el circuito 1, quedará invertido el sentido de las revoluciones del árbol, siendo desde entonces inversas á las del reloj.

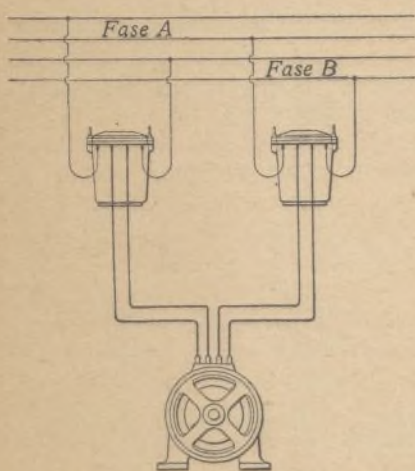


Fig. 4.—Motor bifásico y transformadores en conexión por medio de conductores primarios cruzados.

la vez dos pares de conductores de conexión, la rotación del motor continúa en el mismo sentido, porque la influencia de la transposición de los hilos de uno de aquellos pares es anulada por la

influencia contraria de la transposición de los del otro.

Al hacer las conexiones de los transformadores de un motor bifásico, debe tenerse cuidado de

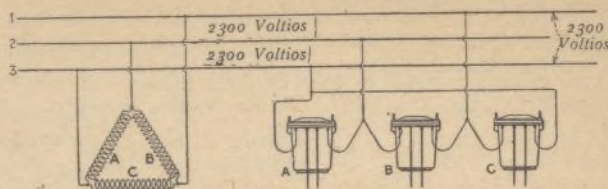


Fig. 5.—Conexión del tipo «delta» de los conductores primarios de un transformador.

montar uno de los transformadores sobre una fase primaria y el otro sobre la otra fase. La misma precaución debe observarse al hacer las conexio-

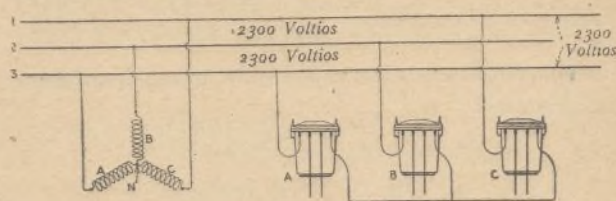


Fig. 6.—Conexión del tipo «estrella» de los conductores primarios de un transformador.

nes del motor. Si las conexiones se hicieran con fases cruzadas, tanto en los conductores secundarios como en los primarios, el motor permanecería inmóvil. En la disposición de la figura 3, por ejemplo, se presenta el caso de varias fases cabalgando una sobre otra, ya que uno de los conductores del transformador «A» realiza la conexión con el borne «A» del motor, y el otro con uno de los bornes «B» del mismo; las conexiones del transformador «B» aparecen cruzadas de la misma manera. Si se adoptara la disposición representada en el diagrama 4, estarían cruzadas las fases primarias, estando cada transformador en conexión con las dos fases del circuito de alimentación; en este caso, el motor no sería puesto en marcha ni por uno ni por otro.

Hablando en general, puede decirse que las sencillas conexiones rectas de los diagramas 1 y 2 son las más recomendables.

II.—CIRCUITOS TRIFÁSICOS

Las conexiones de transformadores con los circuitos trifásicos se hacen según el procedimiento llamado en forma de «delta», ó según el denominado en forma de «estrella».

Al primero de estos métodos se refiere la figura 5, en el cual el devanado primario aparece en la parte izquierda, y el transformador correspondiente, con las conexiones del circuito, en la parte derecha. Aunque en el diagrama las bobinas del transformador parecen estar en corto circuito, no ocurre esto en realidad, si las conexiones están debidamente hechas, porque las diferencias de fases y las polaridades momentáneas de las fuerzas electromotrices se oponen á ello. Cuando los voltajes de dos de las bobinas tienen la misma dirección alrededor del triángulo, el voltaje de la tercera es opuesto al de éstas é igual á la suma de los primeros.

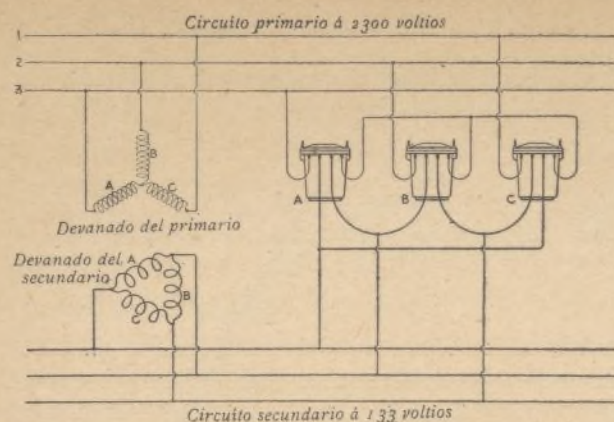


Fig. 7.—Conductores primarios con conexión «delta» y conductores secundarios con conexión «estrella». Proporción del voltaje en los bornes = $57'7 \times$ proporción de las bobinas.

En el diagrama 6 está representada la conexión en estrella. Sólo uno de los bornes de cada trans-

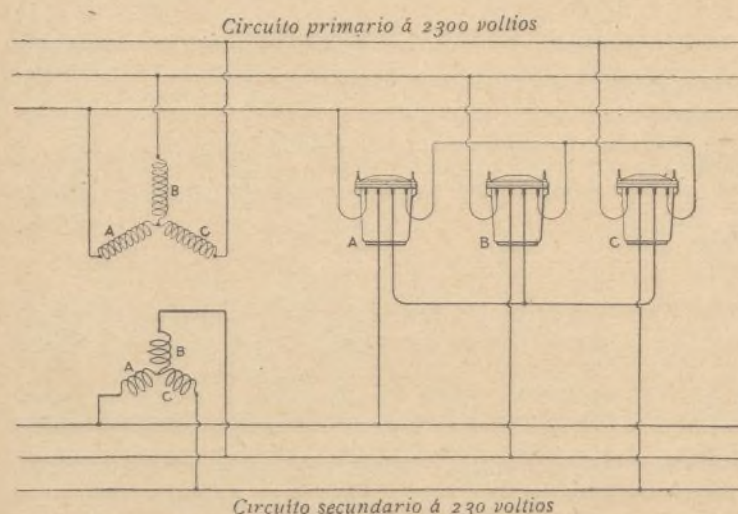


Fig. 8.—Conexión «estrella» aplicada á los primarios y á los secundarios. Proporción del voltaje en los bornes = proporción de las bobinas.

formador está en conexión con el circuito; los otros tres están conectados entre sí, formando un

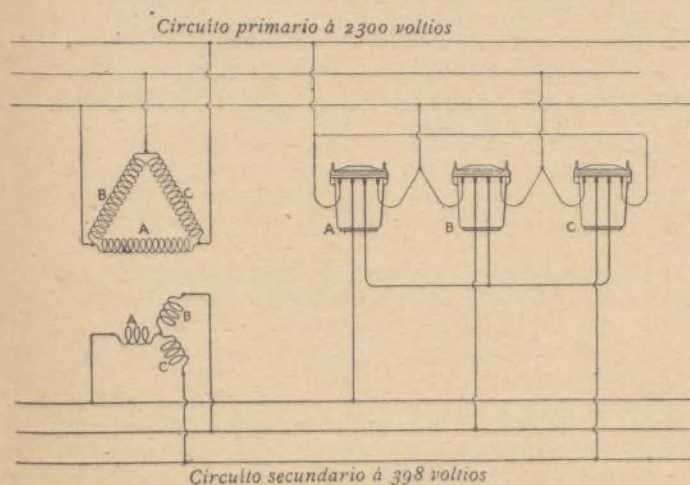


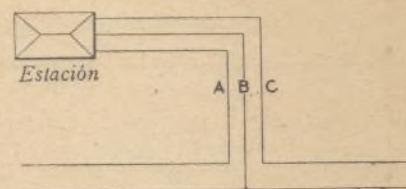
Fig. 9.—Conductores primarios con conexión «delta» y secundarios con conexión «estrella». Proporción del voltaje en los bornes = $1'732 \times$ proporción de las bobinas.

conjunto que constituye la parte «neutra» del sistema.

Empleando la conexión en delta, el voltaje de cada transformador es igual al del circuito; en la

disposición de la figura 5, por ejemplo, cada transformador recibe 2.300 voltios del circuito primario. En cambio, si se adoptara el sistema de conexiones en estrella, cada transformador recibiría en sus bornes primarios solamente el $57'7 \%$ del voltaje del circuito. Entonces, si el voltaje entre dos de los hilos primarios es 2.300, como en la hipótesis á que hace referencia el diagrama 5, la fuerza electromotriz en los bornes de cada transformador será igual á 1.327 voltios.

Esta particularidad de las conexiones en estrella de los circuitos trifásicos tiene aplicación práctica en algunos casos; por ejemplo, cuando es conveniente disponer de dos voltajes, ó poder modificar la «proporción» del transformador. Y, como que la misma regla se aplica á las bobinas



secundarias, resulta que son posibles tres combinaciones de voltaje con sólo modificar las conexiones primarias y secundarias.

El diagrama 7 representa tres transformadores cuyas conexiones están dispuestas para dar el voltaje secundario mínimo. La proporción de las bobinas de los transformadores es de 10 á 1, es decir, que el voltaje secundario de cada uno de ellos es una décima del voltaje primario aplicado á sus bornes. Con 2.300 voltios entre cada par de hilos del circuito primario, el voltaje primario de cada transformador es 1.327,

siendo por consiguiente el voltaje secundario $132'7$. Y, como que en este caso las conexiones de los secundarios son del tipo delta, este mismo voltaje existirá también en el circuito secundario que va al motor.

En la disposición del diagrama 8, las bobinas primarias y secundarias tienen sus conexiones en forma de estrella. El voltaje primario del transformador es, pues, el $57'7 \%$ del voltaje del circuito primario, ó sea 1.327 voltios; y el voltaje secundario de cada transformador ($132'7$), es el $57'7 \%$ del voltaje del circuito secundario, siendo, por consiguiente, este último de 230 voltios.

La figura 9 hace referencia á otra combinación, en la cual las conexiones de los primarios son del tipo delta y las de los secundarios del tipo estrella. El voltaje del transformador primario es 2.300 y el del transformador secundario 230, pero, debido á la influencia de la conexión en estrella, la fuerza electromotriz del circuito secundario resulta ser de $1'732 \times 230 = 398$ voltios.

No todas las combinaciones que se acaban de describir tienen aplicaciones prácticas, á causa de la obligación que entrañan de hacer pasar los conductores primarios y secundarios de los transformadores por un conmutador controlador, y esta

disposición lleva aparejados inconvenientes y peligros que no compensan las ventajas que de la misma puedan esperarse. En ciertos casos, sin embargo, las conexiones secundarias se hacen de modo que resulte fácil transformar las del tipo delta en conexiones del tipo estrella, por medio de un conmutador. Esta combinación es práctica cuando los transformadores están situados á corta distancia del conmutador; en caso contrario, resulta de aplicación difícil, ó poco conveniente, debiendo los seis conductores secundarios pasar por el conmutador.—ANTONIO VALLÉS, Ingeniero.

Hidráulica

Funcionamiento de las bombas centrifugas á régimen variable

El distinguido ingeniero L. Bergeron viene publicando, en la *Revue de Mécanique*, de París, una serie de artículos consagrados á la hidráulica. En la seguridad de que nuestros lectores nos lo agradecerán, á continuación extractamos uno de aquellos trabajos, que son lo más acabado y perfecto que conocemos acerca de la materia.

CÁLCULO DEL AGOTAMIENTO DE UNA FORMA DE CARENA

Los enormes rendimientos que son capaces de dar las bombas, la posibilidad de atacarlas directamente por los motores eléctricos, y por último el poco espacio que ocupan, han hecho que se las adopte universalmente para el agotamiento de las formas de carena.

Esta aplicación, seguramente una de las más

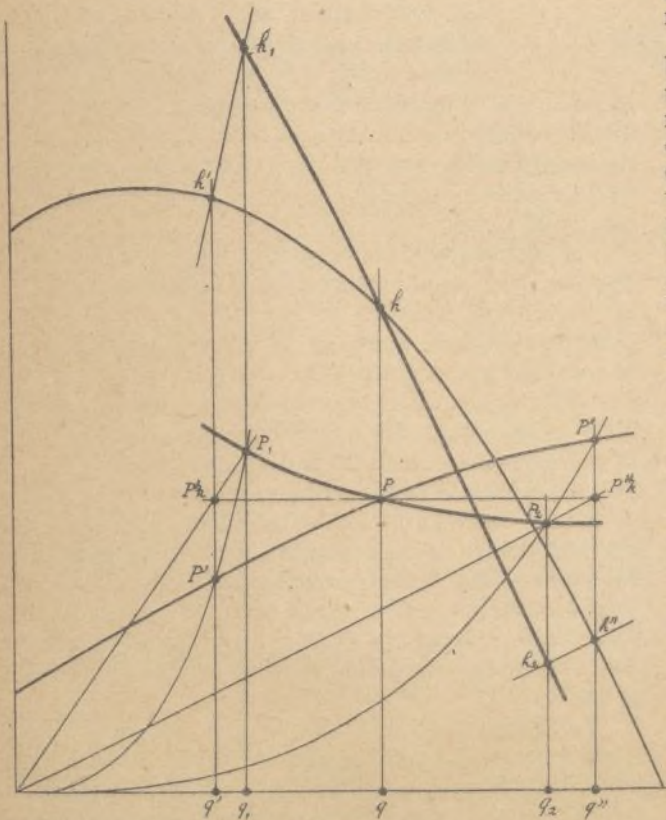


Fig. 1.

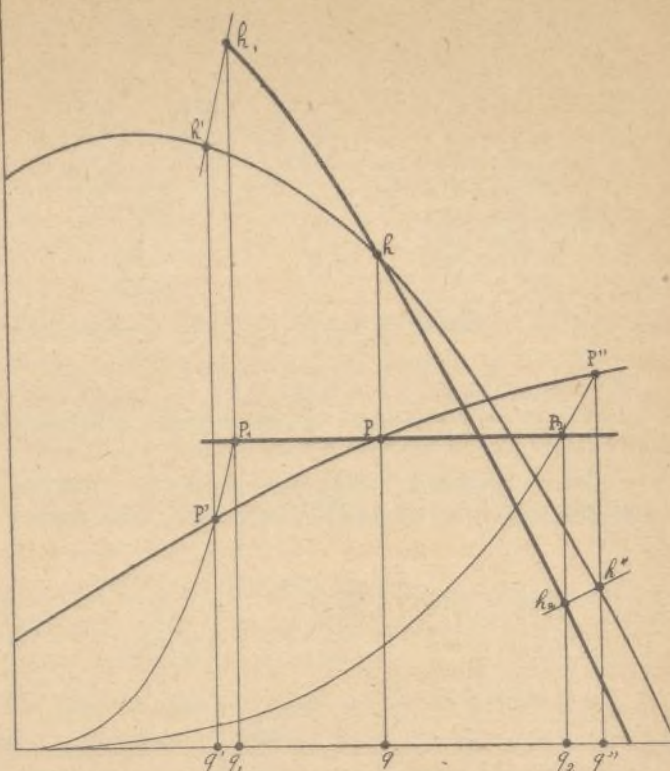


Fig. 2.

interesantes, pone al ingeniero hidráulico en presencia de un problema muy complicado, puesto que la bomba debe funcionar á todas las alturas comprendidas entre cero y el máximo; y como las garantías dadas comprenden siempre el tiempo total y los kilovatios-hora totales necesarios para el agotamiento completo, precisa tener un perfecto conocimiento del funcionamiento de la bomba á todos los regímenes para poder asegurar sin riesgos estas garantías.

En una palabra, no se podrá resolver este problema más que dotando á las bombas en cuestión, de ciertas características. El constructor es relativamente dueño de modificar la forma de estas características, en cuyo caso el problema consiste en determinar la forma de ellas más favorable, es decir, que dé el rendimiento máximo; pero, estimando que esta investigación hace entrar en juego el resultado de los experimentos particulares, y algunas veces costosos, de las casas constructoras, antes que cuestiones de teoría general, dejáremosla á un lado, para mostrar únicamente cómo se procede para efectuar el cálculo del agotamiento, dada una característica cualquiera.

El agotamiento puede realizarse según leyes distintas, correspondientes á los diversos sistemas de ataque de la bomba, y que son:

- 1.º El agotamiento á velocidad variable y esfuerzo constante, cuyo tipo es el ataque por máquina de vapor de introducción constante, ó por motor eléctrico asincrónico que marche á intensidad constante, con regulación de la velocidad por intercalación de resistencia en el motor;
- 2.º El agotamiento á velocidad variable y potencia constante, cuyo tipo es el ataque por motor eléctrico de corriente continua de intensidad constante y velocidad variable por variación de la excitación;
- 3.º El agotamiento á velocidad constante y potencia variable, cuyo tipo es el ataque por motor eléctrico asincrónico sin regulación de velocidad.

Leyes del agotamiento á marcha constante

Sea (fig. 1), para la bomba dada, una característica $h' h h''$, de las alturas á velocidad constante N , en función de los rendimientos, y una característica de las potencias absorbidas $P' P P''$ durante el mismo funcionamiento.

Supongamos que la marcha que hay que mantener constante C sea la correspondiente al rendimiento q , la altura h y la potencia P , y proporcional, por consiguiente, á $\frac{P}{N}$.

Para todas las demás potencias P' , la marcha $C' = \frac{P'}{N}$ no podrá conducirse al valor $C = \frac{P}{N}$ sino por la variación de la velocidad N . Debiendo escoger para la variación de esta velocidad una ley arbitraria, supondremos que la variación de velocidad se efectúa proporcionalmente á los rendimientos. Sabido es que, en este caso, las potencias absorbidas por la bomba están representadas por una parábola OP' cuyas ordenadas varían con la curva de los rendimientos.

Pero, á la velocidad N , el esfuerzo motor constante C da, en lugar de P' requerida por la bomba, una potencia P'_k , igual por otra parte á P . Si la velocidad varía entonces, conforme se ha supuesto, proporcionalmente á los rendimientos, el motor dará una potencia proporcional también á los rendimientos, es decir, representada por la recta OP'_k .

En el punto P_1 en que esta recta corta la parábola OP' , hay igualdad entre la potencia exigida por la bomba y la suministrada por el motor de esfuerzo constante C . Este punto P_1 será, pues, uno de los extremos buscados. Corresponderá á un rendimiento q_1 , á una velocidad $N_1 = N \frac{q_1}{q}$ y á una altura útil engendrada

$$h_1 = h' \left(\frac{q_1}{q} \right)^2$$

Volviendo á empezar la misma construcción, se puede trazar, para cualquiera de los otros puntos $P'' h'' q''$ de las características dadas, la parábola OP'' : la recta OP''_k , que en su intersección da el punto P_2 correspondiente á una velocidad

$$h_1 = h' \left(\frac{q_1}{q} \right)^2$$

tiene una altura

$$h_2 = h' \left(\frac{q_2}{q} \right)^2$$

y mismo esfuerzo C .

La sucesión de estos puntos constituirá dos nuevas características $h_1 h_2$ y $P_1 P_2$, que darán las alturas utilizables engendradas y las potencias absorbidas por la bomba, en función de los rendimientos y á marcha constante C .

La velocidad necesaria en cada punto será á la

velocidad N como la potencia en este punto es á la potencia P tomada por base.

Leyes del agotamiento á potencia constante

Las mismas características $h' h h''$ y $P' P P''$ á velocidad constante están representadas en la figura 2.

Supongamos que la potencia por mantener constante sea P , correspondiente á h y q .

No se podrá volver á conducir cualquier otro valor P' de la potencia absorbida al valor P sino por variación de la velocidad.

Supongamos, como antes, que esta variación de la velocidad se efectúa proporcionalmente á los rendimientos. La potencia exigida por la bomba estará representada por la misma parábola OP' .

En el punto de intersección P_1 de esta parábola con la recta de potencia constante P , hay igualdad entre la potencia necesaria á la bomba y la constante suministrada por el motor. Este punto P_1 , que corresponde á un rendimiento q_1 , á una velocidad

$$N_1 = N \frac{q_1}{q}$$

y una altura

$$h_1 = h' \left(\frac{q_1}{q} \right)^2$$

será, pues, un punto del funcionamiento buscado.

Repitiendo la misma construcción, se encontrará también, para cada punto $P'' h'' q''$ de las características dadas, los puntos $P_2 h_2 q_2$, correspondientes á una potencia P constante.

La sucesión de estos puntos constituirá una nueva característica $h_1 h_2$ de las alturas utilizables engendradas, en función de los rendimientos, á potencia constante P .

Para cada uno de los puntos de esta nueva característica, la velocidad resultará de la relación de las abscisas de la parábola cúbica que una dos puntos de potencia correspondientes.

Leyes del agotamiento á velocidad constante

Las características á velocidad constante no resultan entonces modificadas en manera alguna y sirven tal cuales son en el cálculo del agotamiento.

CÁLCULO DEL AGOTAMIENTO

Acabamos de ver que, cualquiera que sea el sistema de conexión de la bomba, se puede obtener dos curvas que den, para cada rendimiento, una la altura utilizable engendrada por la bomba y la otra la potencia absorbida por esta bomba, es decir, dos curvas que definan, del mismo modo en cada caso, el funcionamiento de la bomba á alturas engendradas variables.

Pero estas alturas utilizables engendradas no son las alturas útiles recogidas, porque toda instalación comprende tuberías, acueductos, clapateles, etc., que absorben una porción de la altura engendrada, porción por otra parte proporcional en general á los cuadrados de los rendimientos.

Si se representa pues (figura 3), la característica obtenida en uno de los tres casos anteriores, y el cálculo da para el rendimiento q una pérdida de carga h_p , quitando de cada altura engendrada la altura perdida relativa al rendimiento correspondiente ó igual á

$$h_p \left(\frac{q}{q'} \right)^2,$$

se puede obtener una postrer característica H_1, H, H_2 , que dará ahora las alturas útiles de elevación en función de los rendimientos.

Ahora bien; esta altura útil será, según el caso:

- 1.º La altura agotada en el receptáculo en el tiempo considerado, si la marea es nula;
- 2.º La altura agotada en el receptáculo, aumentada con la variación de la marea, en el tiempo considerado.

Podemos efectuar ahora el cálculo mismo del agotamiento en los dos casos que acabamos de considerar.

a) *Cálculo con una marea nula*
(Nivel de rechazo constante)

Una sentina de carena es, en principio, un receptáculo de sección constantemente variable. Quedaría, pues, suficientemente definida por su volumen total y su altura máxima; así que se da siempre, para determinarla, una curva que representa su volumen total para cada altura agotada, es decir, una curva cuya ecuación es $H = f(V)$.

Tenemos, por otra parte (fig. 4), la característi-

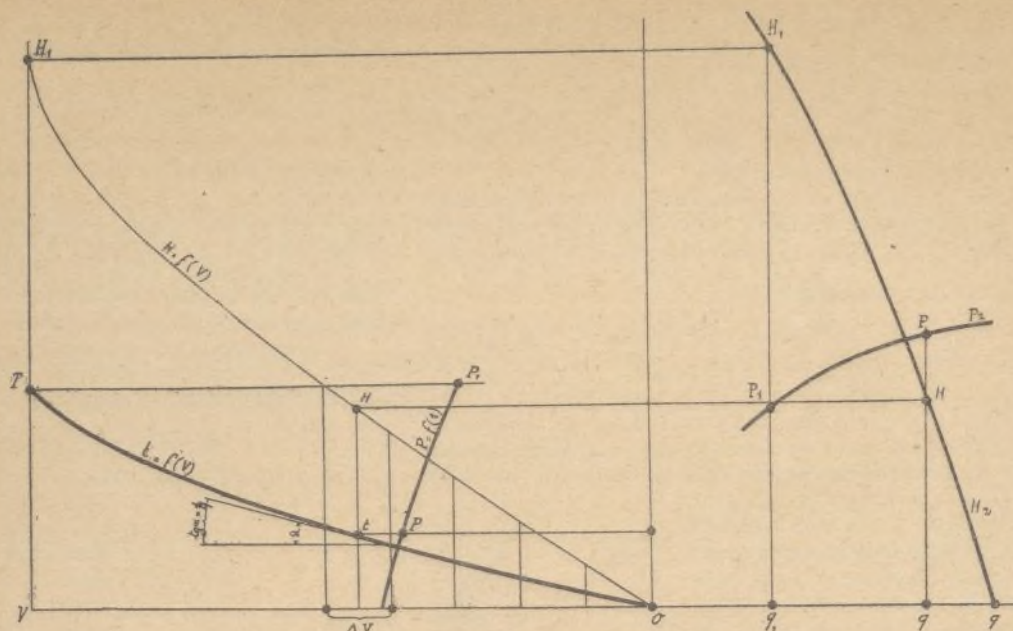


Fig. 4.

ca de las alturas útiles suministradas por la bomba $H = f(q)$, correspondientes al caso de agotamiento escogido, que se indicará con la misma escala de las ordenadas H .

Dividamos ahora la abscisa del volumen total V en un número suficiente de fracciones iguales ΔV .

Para cada una de las fracciones la curva $H = f(V)$ dará la altura media útil necesaria, altura que corresponderá á un rendimiento q en la curva $H = f(q)$ y á una potencia P en la curva $P = f(q)$.

Se tendrá entonces, para el tiempo empleado en agotar la fracción ΔV :

$$\Delta t = \frac{\Delta V}{q} = \frac{1}{q} \Delta V;$$

de donde se deduce:

$$\frac{\Delta t}{\Delta V} = \operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{q}.$$

La inclinación de la curva del tiempo $t = f(V)$

la da, pues, en cada punto el valor, conocido en este punto, del $1/q$.

Nada tan sencillo, por lo tanto, como trazar esta curva por elementos; y su ordenada final dará el tiempo total necesario para el agotamiento. Además se conocerá la potencia para cada tiempo, y podrá indicársela en abscisas, con t en ordenadas. Se tendrá así una curva $P = f(t)$ cuya superficie dará los kilovatios-hora necesarios para el agotamiento.

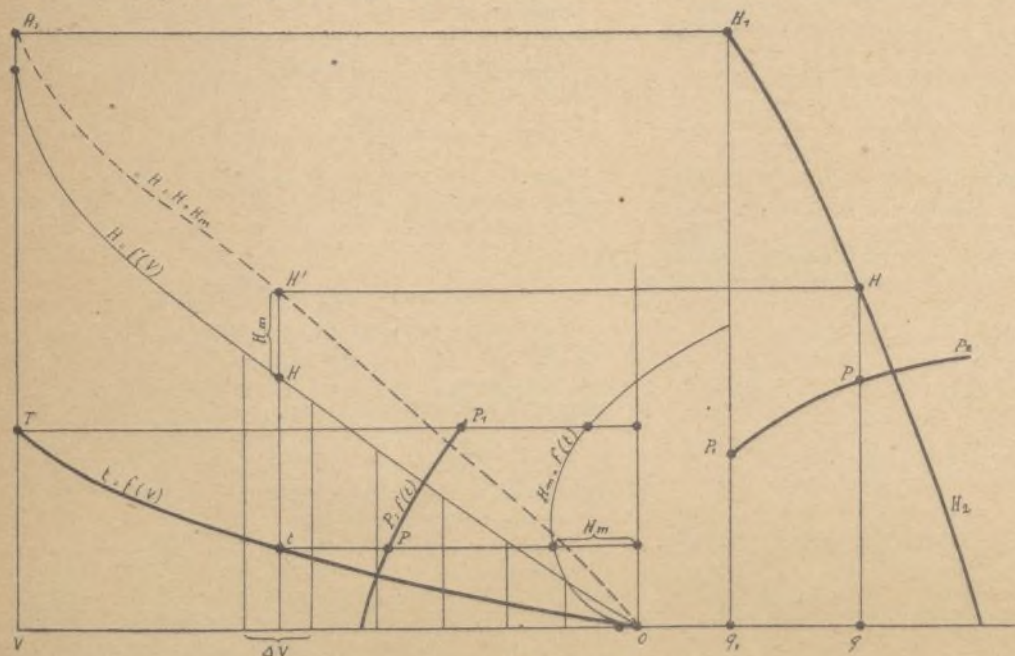


Fig. 5.

b) Cálculo con marea importante

(Nivel de retroceso variable)

En este caso la altura útil requerida en la bomba se obtiene añadiendo á la altura agotada en el receptáculo el suplemento debido á la variación de la marea desde el comienzo del agotamiento, suplemento que da la curva $H_m = f(t)$ de las alturas de marea.

Desde luego será imposible llevar cuenta matemática de tal variación; pero se tendrá sin embargo una precisión suficiente haciendo los elementos ΔV suficientemente pequeños.

Para el primer elemento ΔV la marea se supondrá muy pequeña (10 centímetros por ejemplo) y se determinará como antes el tiempo Δt .

Este tiempo Δt dará una variación de marea ΔH_m medida por $H_m = f(t)$.

Para el segundo elemento ΔV , la altura útil se obtendrá añadiendo ΔH_m á la altura media agotada H correspondiente á este elemento ΔV . Esta altura útil será $H + \Delta H_m$ y dará, como antes, el nuevo valor de q , y por consiguiente el tiempo necesario al segundo elemento ΔV .

El tiempo total, suma de los dos Δt encontrados dará para la marea un nuevo valor H_m , que se agregará á la ordenada H del tercer elemento ΔV , y así sucesivamente.

Se ve que se constituye de tal modo, por elementos, á la vez la curva de los tiempos $t = f(V)$ y la de las alturas útiles totales $H' = H + H_m = f(V)$.

Aparte esto el método es el mismo; el tiempo total y la potencia se obtienen con tanta sencillez como cuando la marea es nula.

Conclusión

Estos ejemplos bastan para mostrar cuán fecundas son las características de las bombas centrífugas de velocidad constante, así como las leyes que unen entre sí las características para velocidades distintas. El estudio de estas curvas aclara grandemente los problemas en teoría más complicados y, por extraña que sea la ley del funcionamiento de la bomba, permite encontrar con seguridad el resultado.

E. LOZANO.

Química

Fabricación de la tela encerada (1)

Aplicación de las capas de cara

Luego de tenerla de 10 á 12 horas en el secadero, la tela aprestada es vuelta á la máquina untadora, donde se le da la primera capa, llamada primera capa de cara.

Esta untura consiste en una mezcla de los productos siguientes:

Aceite resinoso.	40 kilog.
— de linaza crudo.	85 »
— inglés.	20 »
Secante especial.	25 »
Creta en polvo.	540 »

Estos productos se trituran y amasan juntos hasta formar una pasta perfectamente homogénea.

(2) Véase el número anterior de esta Revista.

La untura se practica de igual modo que el apresto ó encolado.

Pasa luego otra vez la tela al secadero, donde se la tiene 12 horas. Transcurrido ese tiempo se la vuelve de nuevo á la máquina untadora, donde se le aplica una nueva capa, llamada capa definitiva.

Esta capa definitiva consiste en una untura compuesta de:

Aceite resinoso.	30 kilog.
— de litargirio.	80 »
— de linaza crudo.	35 »
— inglés.	30 »
White spirit ordinario.	10 »
Secante especial.	20 »
Creta en polvo.	225 »
Caolín ó china clay.	225 »

Después de darle la capa definitiva, vuélvese la tela al secadero, donde, después de una permanencia de 36 horas, se aplica últimamente una capa final por el dorso, llamada capa de dorso ó *backing*.

La misión de la capa de dorso es proteger la tela que ha quedado descubierta por un lado. Se compone de la mezcla siguiente:

Aceite resinoso.	150 kilog.
— de linaza crudo.	60 »
Secante especial.	25 »
Aceite de litargirio.	15 »
Solución de lúquen.	10 »
Creta en polvo.	550 »
Ocre rojo ó verde.	50 »

Esta untura se prepara y se aplica como las anteriores, después de lo cual se vuelve la tela al secadero: 24 horas más tarde esta tela está pronta para recibir la capa y los distintos dibujos de impresión.

Digamos ahora de qué modo se preparan algunas de las sustancias mencionadas en estas fórmulas y cuya confección aun no se ha descrito.

Aceite de litargirio.—Se obtiene en las mismas condiciones que el aceite inglés.

Calientase 1000 kilogramos de aceite de linaza crudo hacia 150° y agrégaseles 20 kilogramos de litargirio en pajuelas, 20 de minio y 15 de sal de Saturno. Condúcese la temperatura á 190° y se incorpora á la mezcla 15 kilogramos de resinato fundido.

White spirit.—En el comercio se encuentra el white spirit ordinario y el white spirit ligero. Este último sirve para preparar el secante.

Secante especial.—Las bases de este producto son la resina y el aceite de madera. Es barato y de fabricación fácil y da buenos resultados. Obtíenese como sigue:

Fúndese 50 kilogramos de resina, á los que se agrega 2,50 de cal de mármol viva, y se sigue las instrucciones dadas para el aceite resinoso.

Reemplázase el aceite de linaza crudo por aceite de madera ó *wood oil*, á razón de 15 kilogramos de aceite por 50 de resina. Cuando la mezcla es perfecta, agrégase con muchas precauciones y poco á poco 4 kilogramos de litargirio y 4 de peróxido de manganeso en grano.

Continúase calentando sin cesar de agitar la masa.

Compruébase el fin de la operación depositando una gota de la masa fundida sobre una placa de vidrio. La gota se transforma por enfriamiento en un botón, que debe ser transparente y

homogéneo, duro y quebradizo bajo la presión de la uña.

Déjase enfriar entonces, y cuando la temperatura ha bajado á 60° ó 70° C., se incorpora á la mezcla, lejos del fuego y de la luz descubierta, y removiendo bien, 106 kilogramos de white spirit ligero. Déjase reposar el conjunto, y 2 ó 3 días después se puede emplear el secante.

Secado de la tela encerada

El secadero está debajo de la máquina untadora. Esta disposición permite desenrollar fácilmente piezas untadas de 3000 metros y colocarlas en forme de bolsas de 10 á 12 metros de profundidad sostenidas sencillamente por varillas de madera.

Se compone el secadero de cámaras de 40 á 50 centímetros de longitud por 8 metros de ancho y 16 de altura. Calientan estas cámaras radiadores en los que circula vapor. Los radiadores se hallan dispuestos en el suelo y cubren alrededor de 8 décimas partes de la superficie. La temperatura debe acercarse á 70° C.

A lo largo de las paredes y en el centro del local, en toda la longitud y á una altura de 14 metros del suelo, hay vías de circulación. Son á modo de pasaderas de madera cuya rampa sirve de soporte á las varillas que sostienen las bolsas de tela encerada.

La tela untada sale por debajo de la máquina y penetra por un extremo, á través de una trampa, en el secadero, por encima. Dos operarios, uno á cada lado, sostienen una vara de madera de 2,20 metros de longitud por 10 × 10. El lado que debe soportar la tela tiene los ángulos redondeados. Los operarios reciben el extremo de la tela sobre su varilla y, conforme aquélla sale de la máquina, déjanla resbalar hasta cerca 1 metro del suelo; en este momento depositan la varilla sobre la rampa, y, mientras que otros dos operarios repiten la misma maniobra con una nueva parte de tela, hacen descender esta y llegan de tal modo á formar una serie de bolsas sostenidas por varillas de madera.

Para volver á la máquina, por una disposición de rulos, la tela pasa por bajo de las bolsas y torna á ascender por el extremo opuesto, así que es la parte untada la primera que recibe las capas siguientes, de forma que el sistema representa un circuito cerrado en el que la máquina untadora sirve de contacto.

Hay siempre por lo menos dos cámaras semejantes, una para la untura y otra para el secado de las telas impresas y barnizadas.

Impresión

La capa gris amarillenta natural de la tela encerada está dispuesta bajo una capa de fondo y adornada por dibujos multicolores.

Estas aplicaciones se hacen por medio de prensas rotativas de rodillos ó con prensas de platos. Semejantes dispositivos permiten obtener dibujos de hasta 10 colores distintos. Uno y otro dan buenos resultados. Los rodillos son de madera ó de hierro y los platos de madera. Los rodillos están envueltos en una funda de gelatina especial, en la que están grabados y recortados los dibujos que se trata de reproducir. Obtíenese otras matrices de impresión encajando en la madera pequeños trozos de cobre dispuestos según las líneas del dibujo.

Para la impresión empléase los colores minerales utilizados en pintura. Estos colores se trituran cuidadosamente con aceite especial, llamado

aceite de impresión. En el momento de emplearlos se les agrega secante y un poco de white spirit.

El «aceite de impresión» se prepara con poca diferencia de igual modo que el aceite inglés, y con las siguientes sustancias:

Aceite de linaza crudo..	1000	kilog.
Minio.	16,5	»
Litargirio.	16,5	»
Sal de Saturno.	10	»

Calientase hasta 210°, hácese bajar la temperatura de 15° á 20° y luego subir de nuevo á 240°; agrégase 2 kilogramos de goma kaurie fina molida y mántiense 6 horas la temperatura de 240°.

La cantidad de aceite que hay que agregar al color en polvo varía con cada color, según el poder más ó menos absorbente.

Barnizado, secado final y almacenaje

Una vez impresas, las telas, desecadas de nuevo durante 24 á 48 horas, según la naturaleza de los colores empleados, se recubren con un barniz pálido y transparente. Los barnices rubios ó pardos no dan buenos productos, porque carecen de transparencia y empañan la pureza de los fondos blancos. La misión del barniz es proteger los colores y la tela y permitir su perfecta limpieza.

Obtíenese como sigue un buen barniz para el barnizado de la tela encerada:

Se funden 400 kilogramos de goma rubia del comercio; agrégaseles 20 kilogramos de cal de mármol y se procede como se ha dicho para el secante. Aparte se calientan 400 kilogramos de aceite holandés ó *stand olie* y se incorporan á la resina fundida. Añádese á continuación 32 kilogramos de sal de Saturno y finalmente 24 de resinato de manganeso fundido. Compruébase el final de la reacción y la homogeneidad del producto por transparencia. Se deja enfriar y, entre 50° y 60°, agrégase, lejos del fuego y de la luz, 420 kilogramos de white spirit ordinario.

Déjase reposar el barniz en grandes depósitos bien cubiertos, y se le puede emplear transcurrido 1 mes ó seis semanas.

El barnizado de la tela encerada se efectúa mecánicamente, por medio de una máquina parecida á la untadora, sin rodillos con piedra pómez y que, además, tiene detrás del cuchillo un cepillo flexible que extiende y uniformiza el barniz.

Después del barnizado, la tela encerada es vuelta al secadero, en el que basta tenerla de 24 á 36 horas para que esté perfectamente seca.

Al salir de este secadero, la mencionada tela se corta en piezas de 20 á 50 metros y se enrolla.

Durante su permanencia en el almacén, los rollos de tela deben estar de pie.

E. DE MIQUEL.

Electrotermia

El horno eléctrico de vacío y su empleo

Los antiguos hornos para las temperaturas muy elevadas (superiores á 2000°), limitábanse hace pocos años al horno eléctrico de Moissan y los diversos dispositivos que de él derivan; el principio mismo de estos hornos no permite ni tener una

temperatura uniforme en un espacio determinado ni precisar esta temperatura.

Siguieron los hornos eléctricos de resistencia, en los cuales el conductor de la corriente fué el níquel (hasta 1000°), la aleación níquel-cromo (hasta 1200°), el platino (hasta 1400°) y el iridio (hasta 2000°); pero este último es demasiado caro.

Convenía ensayar el cartón, que es la sustancia más refractaria que se conoce; pero hay que protegerle contra la acción de los gases que le destruyen con rapidez, como el oxígeno, el hidrógeno y el ázoe.

A este tipo, denominado horno eléctrico de vacío, pertenecen los aparatos de Arsem, Hutton y Patterson y Otto Ruff.

O. Gœcke ha construido un nuevo dispositivo de este género, representado en las figuras 1 y 2. Las partes llenas por rayas distancias son de bronce, las de rayas juntas de hierro, las negras de carbón y las de magnesia, así como los aislantes, tienen rayados mixtos (alternancia de rayas y puntos).

El horno figura 1 tiene una cámara inferior de temperatura poco elevada, que permite echar en ella rápidamente la materia calentada en el horno (estudio de la solubilidad del carbono en el hierro). El horno figura 2 presenta sobre el primero algunas simplificaciones ventajosas; el tubo interior de carbón está rodeado por un tubo semejante y más grueso, á fin de reducir las pérdidas por radiación; este tubo se halla aislado por láminas de magnesia dispuestas en la parte superior y en la inferior; conviene lograr un estancamiento perfecto. Se prolonga la duración del horno cortando el extremo del electrodo inferior con franjas, de manera que las tensiones que se producen en el calentamiento y el enfriamiento disminuyan. No hay que cargar el tubo interior sino cuando se ha utilizado, en tanto que el crisol debe cambiarse después de cada operación.

Los resultados obtenidos para las temperaturas de fusión, ya bajo presión reducida (2 á 5 milímetros de mercurio), ya en una atmósfera de ázoe á la presión ordinaria, son las siguientes:

Au—1071°	FeO —1419°
Mn—1247°	Fe ³ O ₄ —1538°
Cr—1514°	Fe ² O ₃ —1548°
Pt—1750°	Cr ² O ₃ —2059°
Ir—2224°	Al ² O ₃ —2020°

UC²—2425°
U⁴C³—2750°

UO²—2176°

En el vacío (bajo 8 atmósferas), la alúmina comienza á fundirse á 2035°; la anterior cifra ha sido obtenida con ázoe á la presión atmosférica. De igual manera, el uranilo UO² principia á fundirse á 2098°, pero la fusión perfecta no se produce sino á 2170°.

Gœcke ha tratado asimismo de encontrar los puntos de fusión de los asientos de los hornos de porcelana, y ha obtenido cifras de acuerdo con las anteriores. Sin embargo, hay que operar en el ázoe, porque en el vacío la alúmina de estos asientos destila rápidamente á partir de 1600°.

Con algunas arcillas el citado experimentador ha obtenido las cifras siguientes:

1. ^a Steingutton, marca B n.º 576.	1791°
1. ^a — — Ch n.º 578.	1769°
1. ^a Blanton — B n.º 577.	1726°
1. ^a Fett kaolín — F n.º 589.	1765°

Con caolines de procedencias varias, los PF suben de 1750° á 1787°.

Finalmente, Gœcke ha emprendido investigaciones acerca de la fusión y la volatilización de la alúmina, la cal y la magnesia. Para la alúmina, bajo una presión comprendida entre 3 y 8 milímetros de mercurio, la emisión de vapores es sensible á partir de 1690°, y la alúmina cristaliza en las partes frías del tubo. Hacia 1900°, esta vaporización se hace muy intensa, al paso que el sólido no vaporizado no se funde sino á 2035°. Hacia 1720°, la tensión de vapor es sensiblemente igual á la presión en el aparato (unos 6 milímetros de mercurio).

Para obtener mayor precisión en la temperatura de fusión, hay que operar en el aire á presión atmosférica. El mencionado experimentador ha encontrado, por calentamiento progresivo, que la fusión se produce á 2020°, al paso que, en estas condiciones, la vaporización no es sensible. El punto de ebullición de la alúmina es, pues, mucho más elevado.

La cal se vaporiza notablemente á 2,100°, y cristaliza en agujas en las regiones más frías; no se puede observar la fusión por efecto de la reacción del carbón sobre el óxido cuando la temperatura se eleva. Operando en el ázoe á presión atmosférica, encuéntrase la fusión hacia 1990° y, á partir de la misma temperatura, hay vaporización intensa. La temperatura aparece constante aproximadamente mientras dura el fenómeno. El triple punto de la cal parece, pues, acercarse á la presión atmosférica y á 1995°. Pero estos resultados no pueden inspirar seria confianza, debido á la gran diferencia existente entre las dos series de determinaciones, en el vacío y en el ázoe. Efectivamente, en el vacío el punto de fusión parece estar por encima de 2320°. Esta diferencia no se ha podido explicar de un modo seguro.

s. ANDREU.

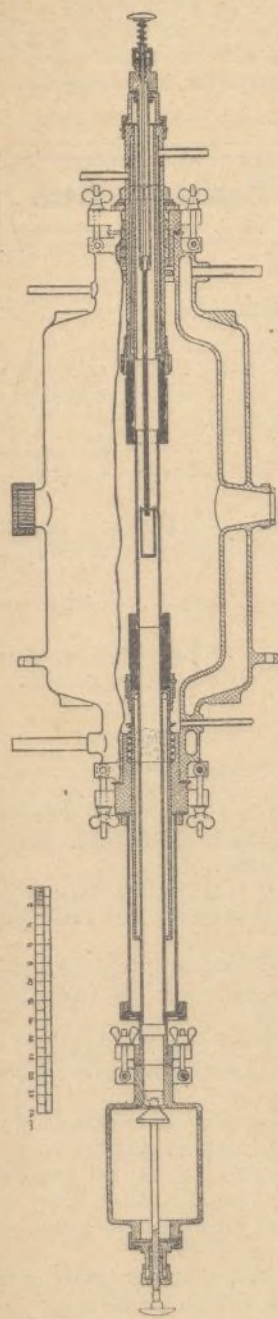


Fig. 1.

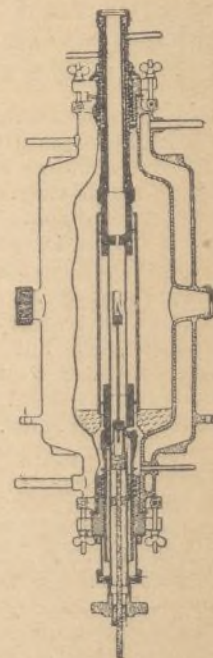


Fig. 2.

Electroquímica

Producción electrolítica de oxígeno e hidrógeno para la soldadura eléctrica

Las aplicaciones cada vez más numerosas del hidrógeno solo (aeronáutica, etc.), han determinado la instalación de numerosas fábricas, que preparan el hidrógeno y el oxígeno por electrolisis.

El elemento empleado es muy sencillo; se compone de una cubeta de hierro, que forma el cátodo, en conexión con el polo negativo de un circuito eléctrico; constituye el ánodo una cubeta perforada pendiente de la tapa de la primera y unida al polo positivo del circuito; todo es de acero poco rico en carbono, para evitar la formación de escamas esponjosas de herrumbre. Un saco de amianto fijo en la junta hidráulica de la tapa divide este elemento en dos compartimientos y hace de él una verdadera pila de diafragma. El electrolito empleado es una solución de sosa cáustica en agua destilada. Soportan el conjunto pies aislantes de porcelana.

El diafragma de amianto impide que se mezclen los dos gases producidos; éstos son muy puros; el hidrógeno, sobre todo, no contiene sino 0,30 por 100 de impurezas.

Dos barbotadores llenos de agua y colocados sobre la tapadera del elemento permiten hacerse cargo á cada instante de la marcha del desprendimiento gaseoso.

Según los ensayos del Laboratorio Central de Electricidad, 1 kilovatio-hora produce 3,54 pies cúbicos ingleses de oxígeno y 7 de hidrógeno. Se necesita para cada pila algo más de 2 voltios y de 300 á 400 amperios.

Una corriente de 350 amperios produce diariamente 65 por 100 de oxígeno y 130 de hidrógeno.

Estos aparatos no necesitan ninguna vigilancia; no ocasionan más gastos que los de corriente eléctrica. En Nueva York, el precio global varía de 15 á 25 céntimos de peseta por kilovatio-hora, según la importancia de la instalación. Este precio baja mucho en las fábricas que producen por sí mismas su energía eléctrica; en South Chicago, por ejemplo (M. S. Steel Corporation), no es sino de $\frac{1}{4}$ de céntimo por kilovatio-hora. La segunda fuente de gastos es la preparación del agua destilada para la alimentación de las pilas.

Respecto de las ventajas relativas de los sopletes oxhídricos y oxiacetilénicos, son comparables, conservando á cada uno su especialidad; el primero da una temperatura más baja y se regula más fácilmente que el segundo, por lo cual se aplica de preferencia cuando se trabaja palastros delgados, sobre todo en la fabricación de utensilios de cocina y recipientes destinados á contener líquidos y que se ha de esmaltar, así como en la soldadura de metales como el aluminio, el cobre, el bronce, etc. El soplete oxiacetilénico conviene perfectamente para la soldadura de las piezas de grandes dimensiones. Generalmente se admite que este método de corte es aproximadamente cinco veces más lento que el del soplete oxhídrico. En ambos casos el metal se recalienta primeramente con ayuda de la llama debida á la combustión de la mezcla gaseosa; luego se dirige sobre el metal en fusión únicamente el chorro de oxígeno; el corte propiamente dicho se debe, por tanto, á la formación de óxido de hierro que quema el metal hasta el rojo en un chorro de oxígeno. No debe olvidarse que el oxígeno empleado no ha de contener una

proporción notable de gases inertes. A continuación damos los resultados de ensayos efectuados por S. M. Morchead, de Chicago, ante el «New-York Railroad Club», con tubos de oxígeno de distintos grados de pureza.

Pureza del O (por 100).	99,3	96,4	8,33
Velocidad de corte (segundos).	272	360	855
Consumo de oxígeno (en cm ³ 02831).	7,5	11,3	18,9

La sección cortada con el oxígeno á 99,30 era perfectamente comparable á la obtenida con la ayuda de una sierra, al paso que con proporción creciente de impurezas se tornaba más rugosa y llena de escorias.

Problemas y Soluciones

OFICINA TÉCNICA

EL MUNDO CIENTÍFICO — INVENTOS MODERNOS

23.—Luis Surroca (Barcelona).—Su «aviette» puede dar resultado, pero en nuestro concepto tendría usted que modificar algo.

No le aconsejamos gaste mucho en ello, pues es este asunto de los que se reputan «castillos en el aire».

24.—M. A. Rocha (Jalapa).—Debe usted haber recibido directamente los catálogos y precios que pidió.

Díganos si le sirven y ténganos al corriente de los resultados.

25.—Miguel A. (Pamplona).—La dinamo tendrá que tener, según los datos que usted manda:

Voltaje.	110 voltios
Intensidad.	140 amperios

Use usted cables de cobre recubiertos.

26.—Raimundo Vilaclara (Barcelona).—No conocemos lo que usted pide. Hay sin embargo quien se dedica á construir pilas eléctricas, pero creemos le resultarán más caras.

27.—S. R. B. (Barcelona).—Su asunto debemos tratarlo á título de reclamo. Diga si le interesa y procuraremos un arreglo.

28.—Faustino Paluzie (Barcelona).—Hace falta saber qué clase de acumulador es (de qué marca, capacidad y constante).

Como voltaje bastan 10 voltios, instalando una resistencia antes de la entrada al conmutador.

29.—Ramiro F. C. (Hortas).—Si las condiciones son aceptables, podemos publicar un desmontable de su máquina, siempre y cuando la máquina sea de interés para el público. Los desmontables los haremos nosotros, basándonos en un plano general que se nos remita.

30.—Jacinto Marin (Bilbao).—Para metales no magnéticos, el coeficiente de autoinducción es:

$$L = 2 \cdot l \left(\log_e \frac{2l}{r} - 0,75 \right)$$

y para metales magnéticos:

$$L = 2l \left(\log_e \frac{2l}{r} - 0,75 + K \right)$$

teniendo presente que la sección del conductor sea circular.

En las formulas que apuntamos es:

l = longitud del conductor;

r = radio de su sección

y K , una constante cuyo valor oscila entre 20 y 30 para el hierro y el acero.

Talleres tipográficos de EL MUNDO CIENTÍFICO-INVENTOS MODERNOS.

tinua-
cuados
«New-
eno de

4 8,33
855
3 18,9
30 era
con la
oración
rosa y

es

iette»
cepto

pues
tillos

haber
s que

te de

ten-
ada:

o co-
oargo
pero

emos
eresa

fal-
qué

lando
nmu-

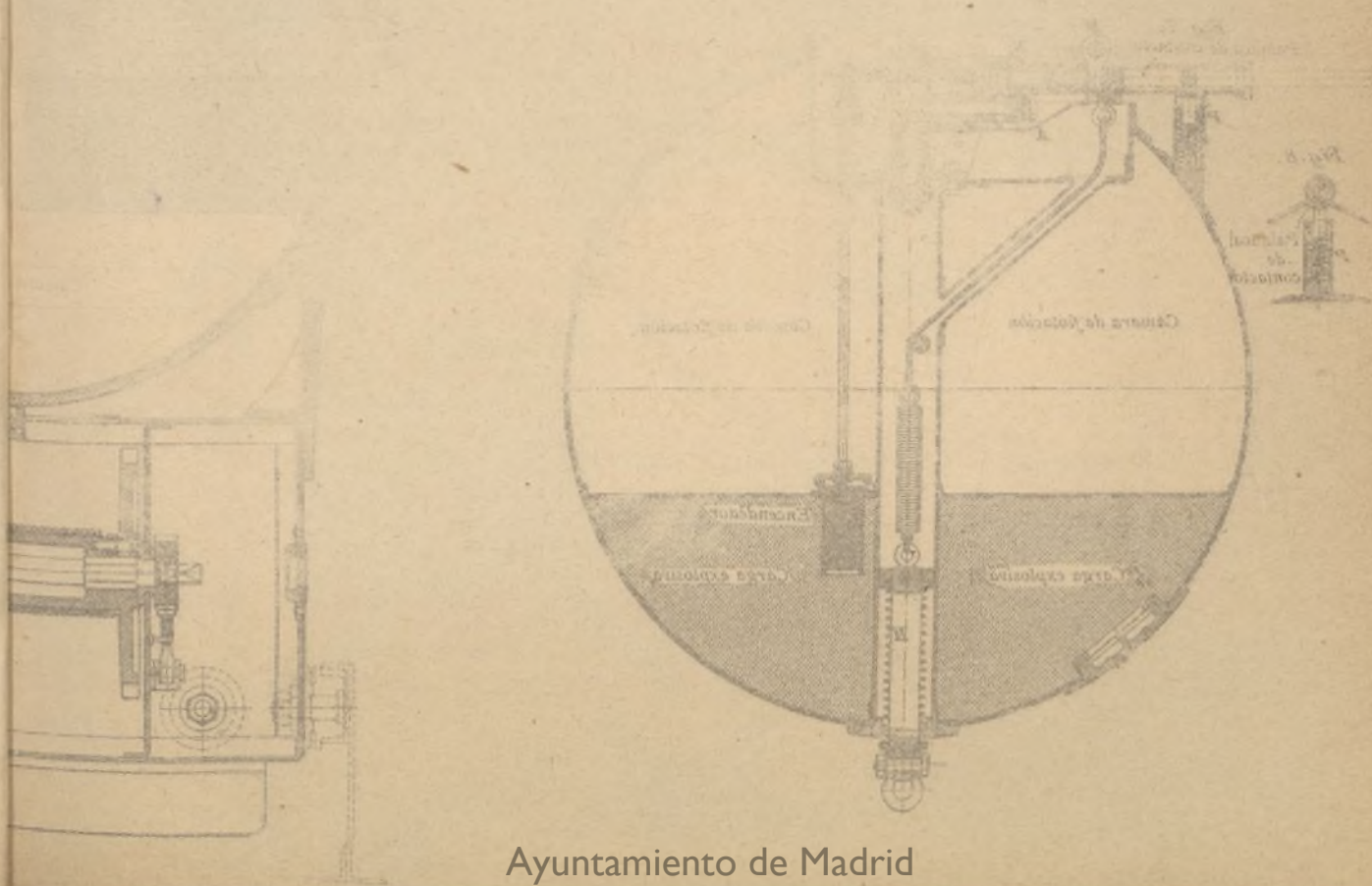
iones
table
ea de
s ha-
neral

es no
s:

actor

entre

ERNOS.



MINAS SUBMARINAS ELIA

(Sistema Vickers-Breguet)

Fig. 1.

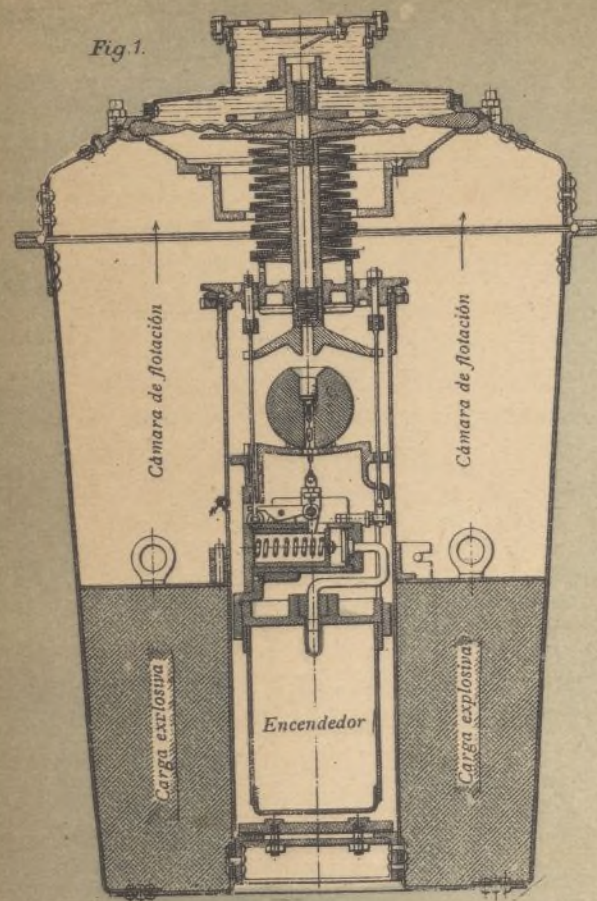


Fig. 2.

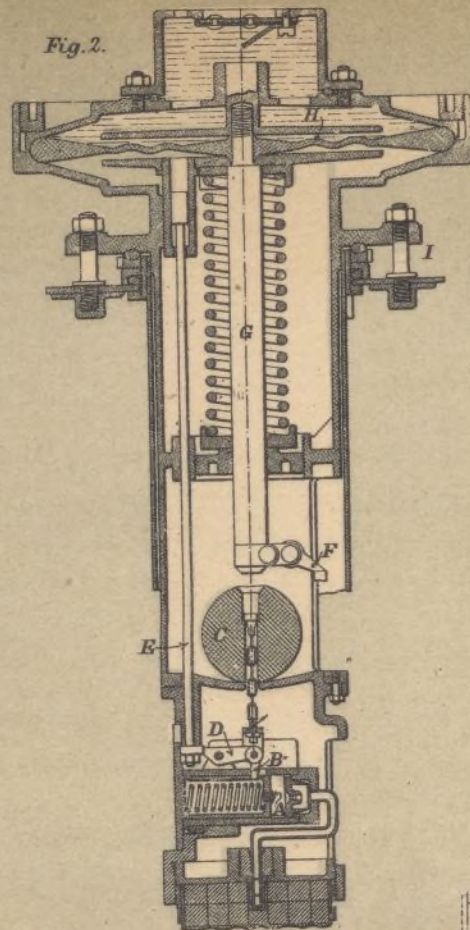


Fig. 3.

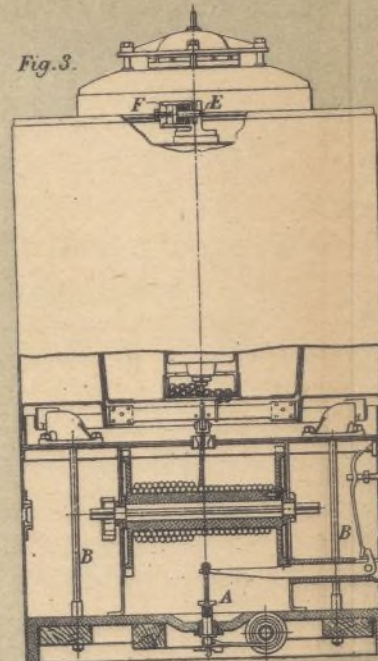


Fig. 4.

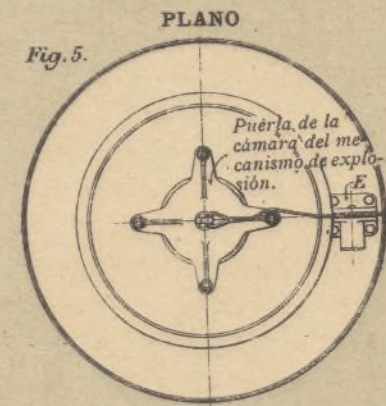
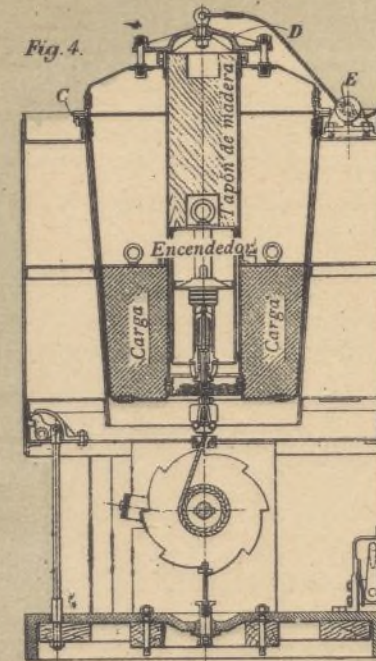


Fig. 6.

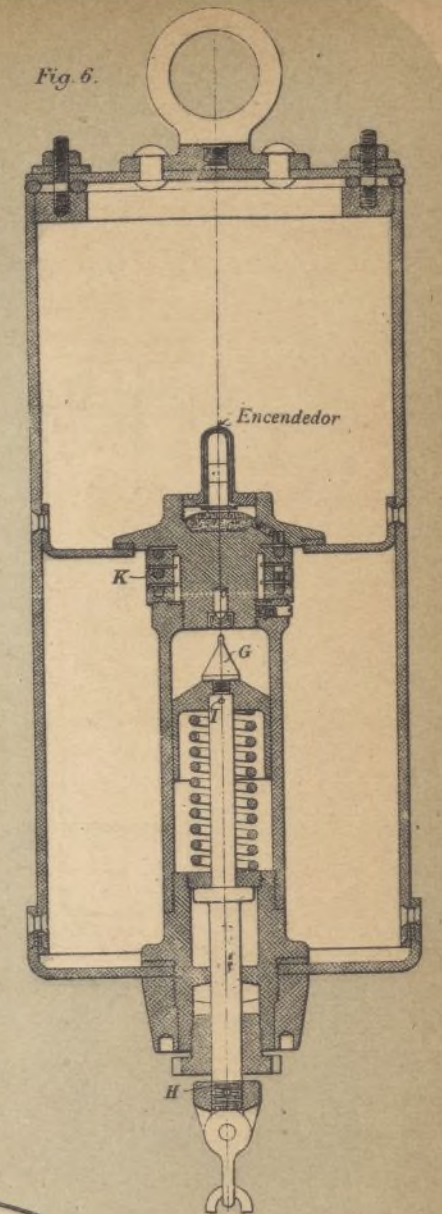


Fig. 7.
Palanca de contacto

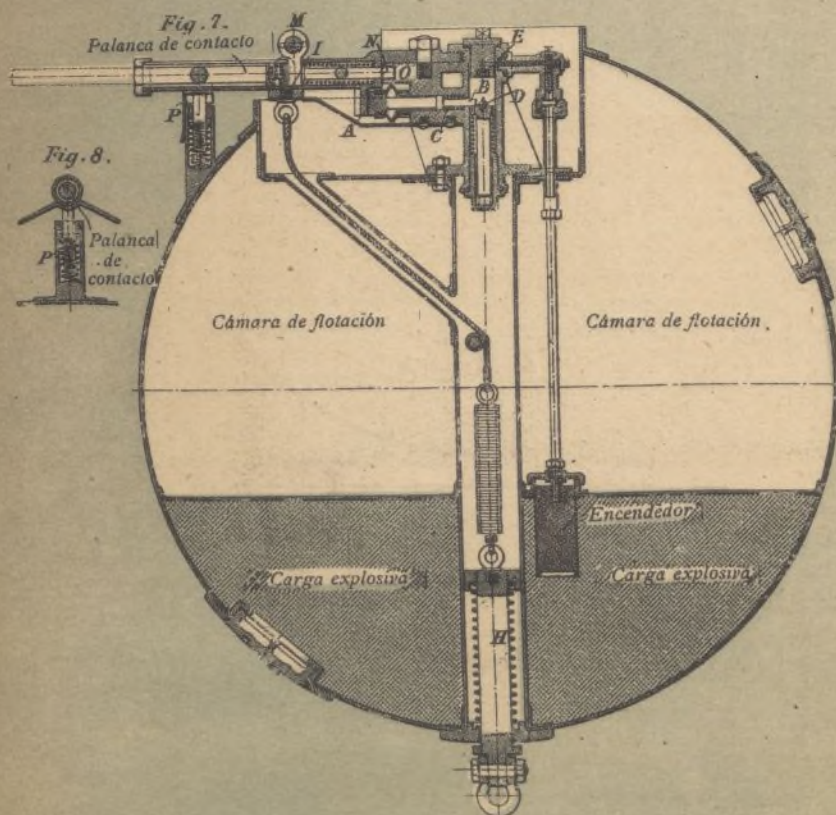


Fig. 8.

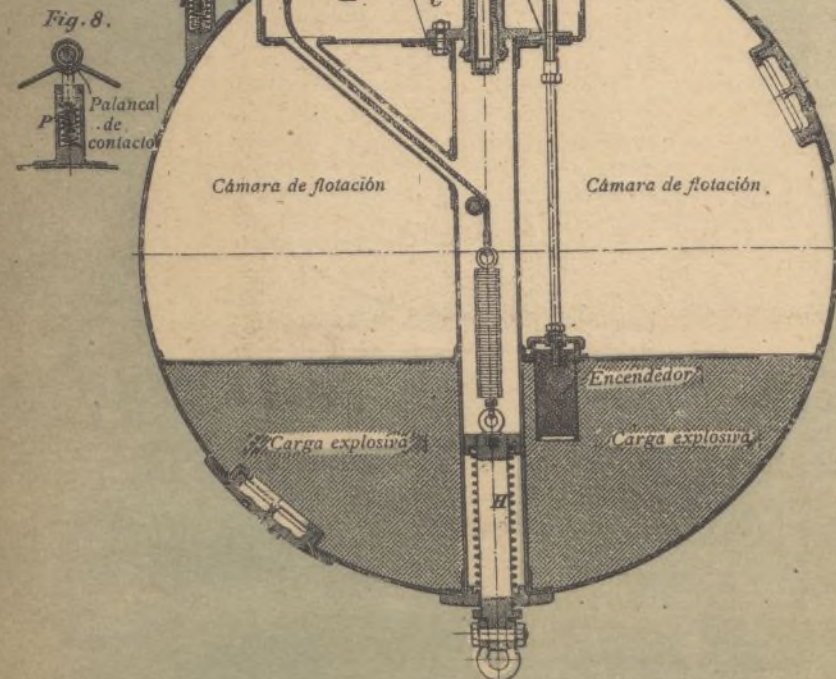


Fig. 9.

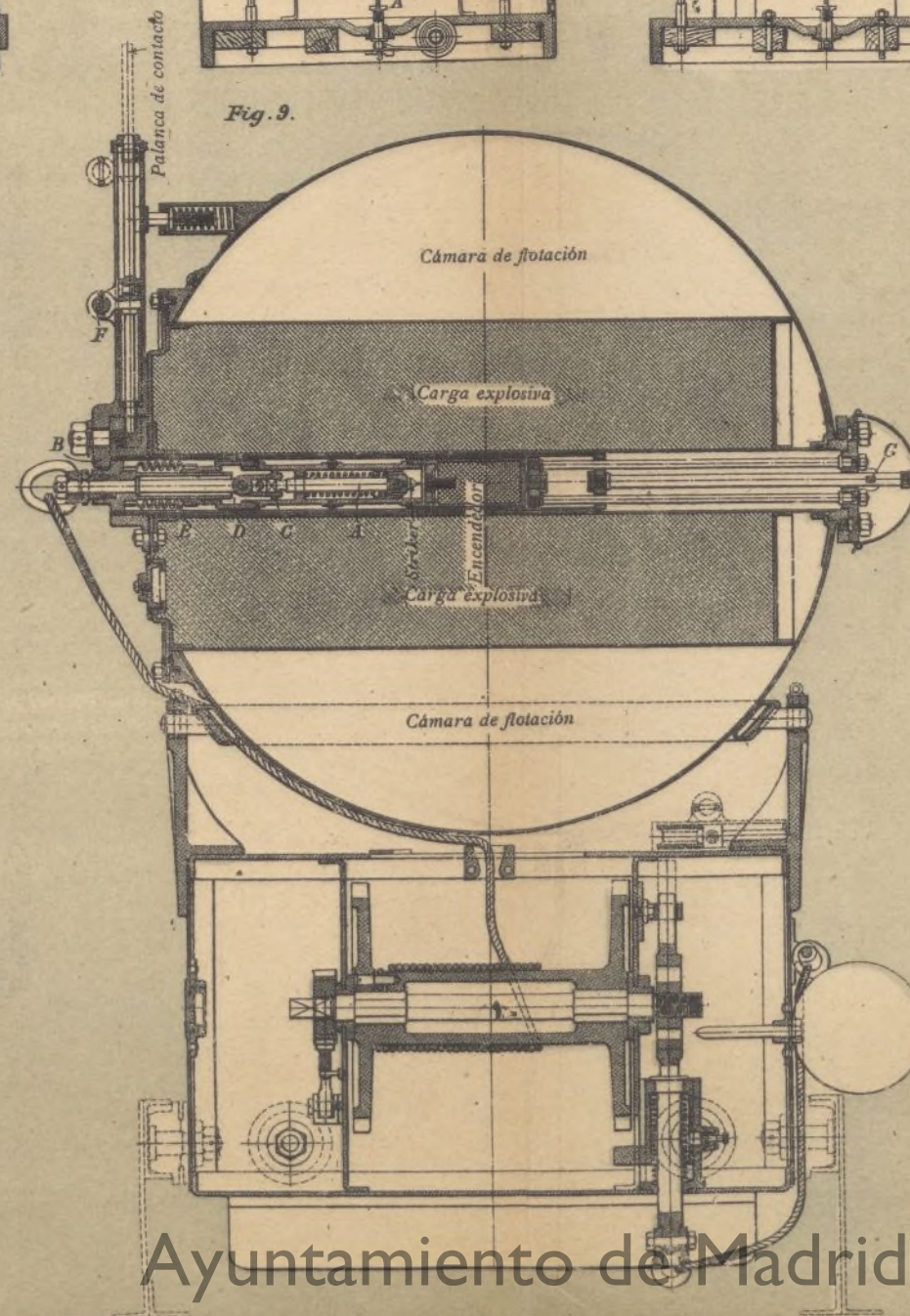
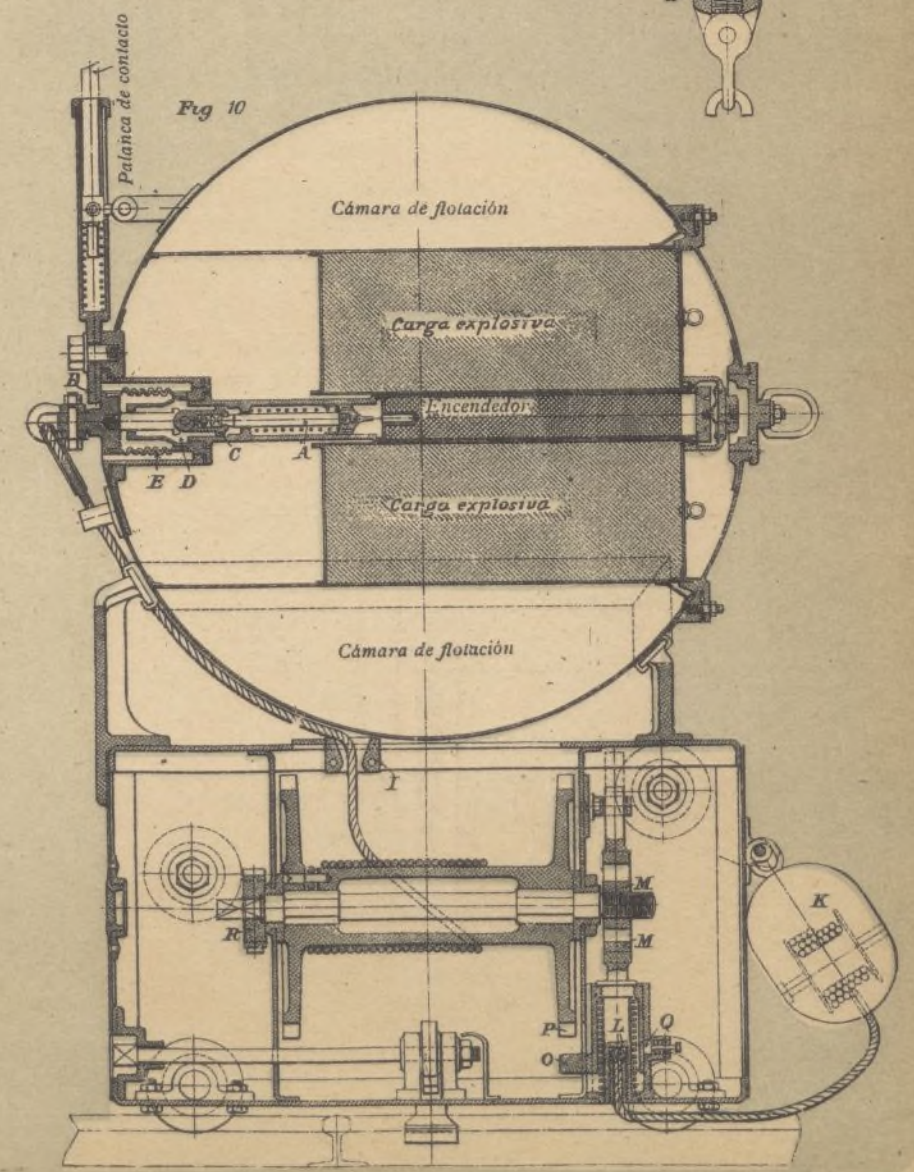
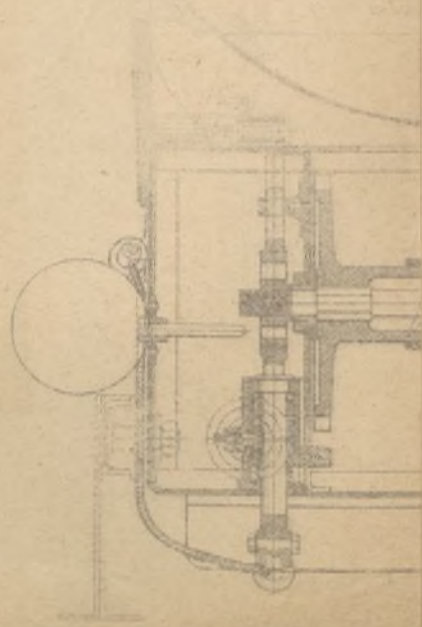
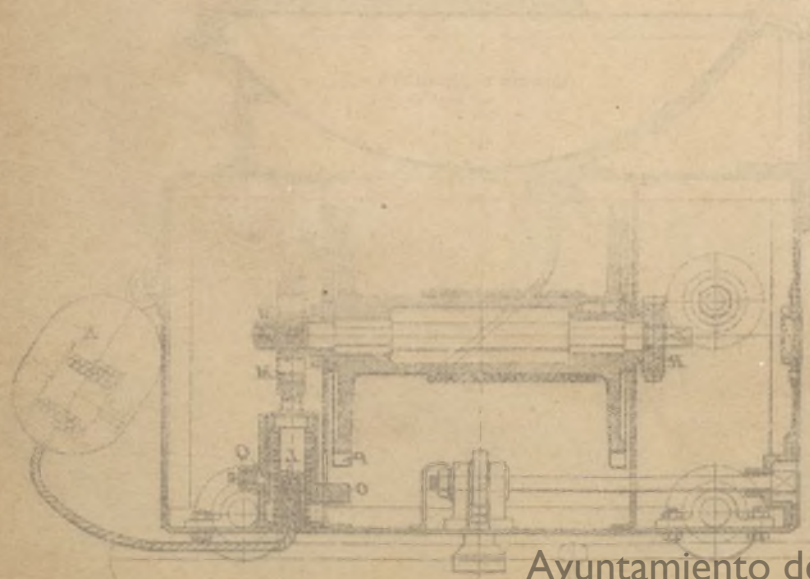


Fig. 10.





AUTOMÓVIL HISPANO-SUIZA

CHASSIS 15/20

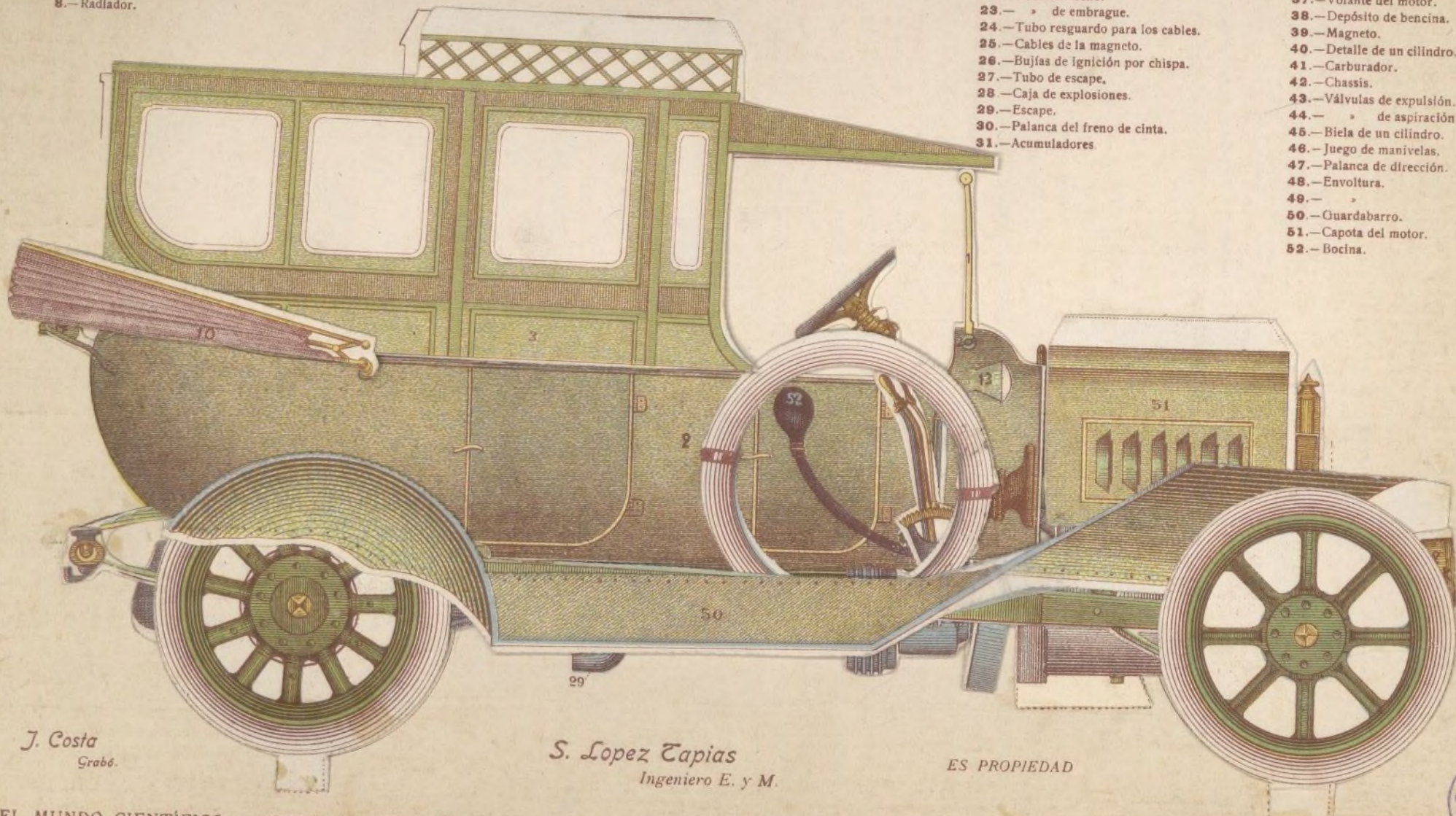
- 1.—Cristal delantero.
- 2.—Carrocería torpeda (Turismo).
- 3.— » Limousin (suplementaria).
- 4.—Palanca de freno.
- 5.— » para cambio de marcha.
- 6.—Volante de dirección.
- 7.—Acelerador.
- 8.—Radiador.

- 9.—Manivela de puesta en marcha.
- 10.—Capota.
- 11.—Farol trasero.
- 12.—Faros delanteros.

- 13.—Faroles delanteros.
- 14.—Portacapotas.
- 15.—Diferencial.
- 16.—Juego á la Cardan.

- 17.—Arbol motor.
- 18.—Freno de pedal.
- 19.—Embrague.
- 20.—Caja para el cambio de marcha.
- 21.— » » » » »
- 22.— Pedal de freno.
- 23.— » de embrague.
- 24.—Tubo resguardo para los cables.
- 25.—Cables de la magneto.
- 26.—Bujías de ignición por chispa.
- 27.—Tubo de escape.
- 28.—Caja de explosiones.
- 29.—Escape.
- 30.—Palanca del freno de cinta.
- 31.—Acumuladores.

- 32.—Asientos suplementarios.
- 33.—Neumático de reserva.
- 34.—Tubo de entrada del agua al radiador.
- 35.— » de salida »
- 36.—Ventilador.
- 37.—Volante del motor.
- 38.—Depósito de bencina.
- 39.—Magneto.
- 40.—Detalle de un cilindro.
- 41.—Carburador.
- 42.—Chassis.
- 43.—Válvulas de expulsión.
- 44.— » de aspiración.
- 45.—Biela de un cilindro.
- 46.—Juego de manivelas.
- 47.—Palanca de dirección.
- 48.—Envoltura.
- 49.— »
- 50.—Guardabarro.
- 51.—Capota del motor.
- 52.—Bocina.



J. Costa
Grabó.

S. Lopez Tapias
Ingeniero E. y M.

ES PROPIEDAD

EL MUNDO CIENTÍFICO • INVENTOS MODERNOS

Ayuntamiento de Madrid

MODELOS DEMOSTRATIVOS DESMONTABLES



