

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

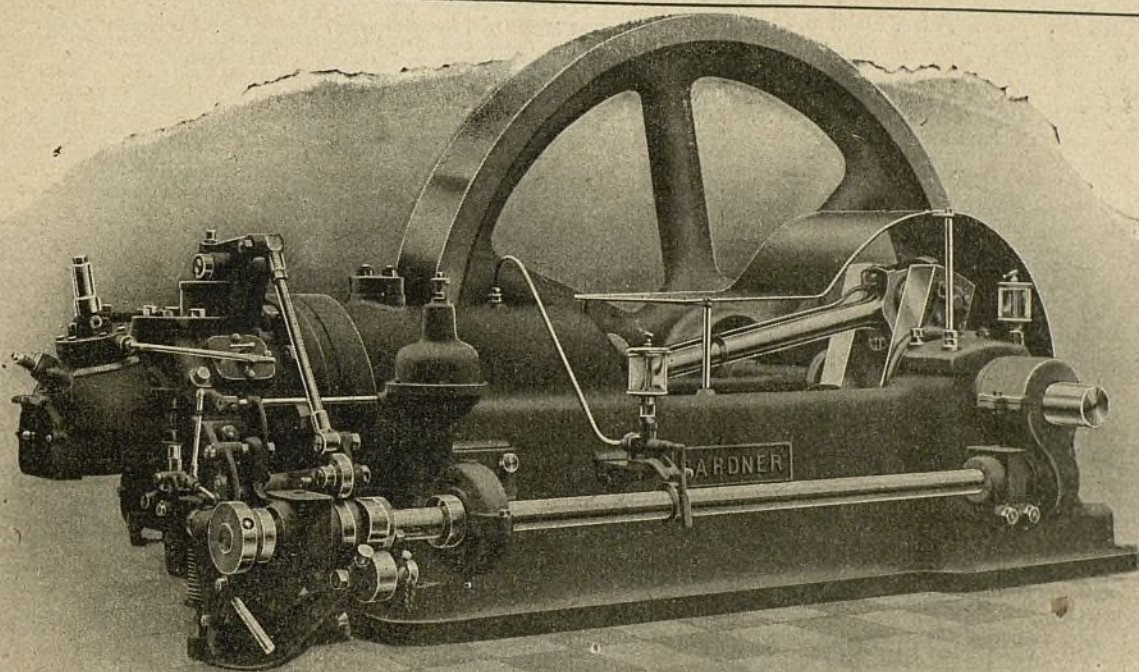
EXTRANJERO

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.

Motores "GARDNER" á aceites pesados



Tipos desde 11 a 60 HP. para industria y electricidad.

Arranque por aire comprimido. = Emplazamiento reducido
Escaso consumo de agua. = Engrase por presión

Son los motores de más facil manejo, por ser su puesta en marcha rapidísima, y no exigir durante su funcionamiento cuidado alguno.

Consumiendo combustibles españoles, resulta el caballo-hora entre 4 y 7 céntimos, según los tipos.

PARA DETALLES Y REFERENCIAS DE INSTALACIONES EN ESPAÑA:

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

A los amantes de la Ciencia aplicada

A los ingenieros mecánicos y electricistas

A los montadores electricistas y mecánicos

La necesidad, cada día más creciente, de simplificar las métodos de consulta en la maquinaria en general y de otra parte poder proporcionar a los ingenieros, mecánicos y montadores toda clase de detalles que integran la construcción de los más modernos tipos de motores, dinamos, alternadores, etc., etc., nos ha inducido á publicar una serie de **MONOGRAFÍAS** en las cuales se describen y estudian todos los mecanismos de que está compuesta cada máquina.

Dará más amplia idea de su importancia el **Índice de materias** que a continuación detallamos:

La Dinamo, por A. Ferrer Dalmau, Ingeniero.

SUMARIO. — *Dinamos.* — Generalidades: Inducción. Dinamo elemental. Clasificación. — *Dinamo Gramme o de anillo:* Inductor. Inducido. Variantes del tipo Gramme. Ventajas e inconvenientes de las dinamos de inducción en anillo. — *Dinamo Siemens:* Inductor. Inducido. Devanado. Colector. Porta-escobillas y su mecanismo de deslajaje. — *Dinamo con polos auxiliares.* — *Excitación de las dinamos.* — *Montaje de una dinamo.* — *Accidentes y modo de corregirlos.* — *Cálculo de una dinamo con inducido en anillo.*

El Alternador, por A. Ferrer Dalmau, Ingeniero.

SUMARIO. — *Generalidades sobre las corrientes alternas:* Definiciones. Representación geométrica de una corriente alterna. Clasificación de las corrientes alternas. Causas que modifican la corriente alterna. Valores de la intensidad efectiva en caso de existir causas perturbadoras. Potencia de las corrientes alternas. Corrientes trifásicas. Valores de la fuerza electro motriz e intensidad en los acoplamientos antes citados. Potencia de una corriente trifásica. — *Alternadores:* Estudio de las partes fundamentales de un alternador. Excitación de los alternadores. Comparación de los diferentes sistemas de excitación. — *Tipos principales de alternadores.* — *Alternador Gramme:* Disposición triángulo. *Alternador Labour.* — *Alternador Kapp.* — *Alternador Ganz-Zipernowsky.* — *Alternador homopolari:* Modo como se forma la corriente inducida. — *Manejo de los alternadores:* Acoplamiento de alternadores. Puesta en marcha de dos alternadores acoplados en paralelo. Regulación de tensiones. Regulación automática. Determinación de la concordancia de fases. Sincronización. Igualación de cargas. — *Marcha para el cálculo de un alternador.* Datos prácticos.

Motor asincrónico de corriente trifásica, por A. Ferrer Dalmau, Ingeniero.

SUMARIO. — *Principio fundamental de los motores asincrónicos.* — Teoría fundamental. Métodos usuales para el arranque. Factor de potencia. Regulación de la velocidad. Cambio de sentido de la rotación. — *Descripción de un motor asincrónico.* Instalación. Puesta en marcha. Paro de un motor asincrónico de inducción trifásica. — *Determinación de las fórmulas necesarias para proceder al cálculo:* Cálculo del estator. Rotor. Rotor bobinado. Rotor en corto circuito. — *Diagrama de Heyland.* — *Marcha general para el cálculo de un motor:* Estator. Rotor. — *Cálculo de un motor asincrónico con rotor bobinado:* Estator. Rotor. — *Cálculo de un motor en corto circuito:* Estator. Rotor.

Sub-estación transformadora de corriente trifásica, por A. Ferrer Dalmau, Ing.

SUMARIO. — *Sub-estaciones transformadoras:* Elementos necesarios para la instalación de una sub-estación transformadora. Elementos fundamentales. Construcción de un transformador elemental. Marcha a seguir para el cálculo de un transformador. Transformadores industriales. Transformador trifásico con baño de aceite. — *Cálculo de un transformador:* Ejemplo numérico. Bobinas secundarias. Bobina primaria. — *Elementos accesorios:* Interruptores. Desconectores. Fusibles. Cajas de fusibles e interrupción. Conductores y aisladores. Otras piezas accesorias. Elementos de seguridad. Bobinas de self-inducción. — *Esquemas normales de sub-estaciones.*

El motor Diesel fijo, por Alfredo Menendez Caballero, Ingeniero.

SUMARIO. — *El motor Diesel fijo:* Origen. Resumen histórico y evolutivo. Factores de superioridad. Combustibles. Motores fijos: clasificación y estudio comparativo. Principio del motor Diesel. Esquema orgánico y funcional del motor de aceite a presión constante, de cuatro tiempos. Ciclo funcional de cuatro tiempos. — *Teoría y cálculo:* Ciclos. Rendimientos. Rendimiento volumétrico. — *Órganos:* Zócalos. Armazones. Cilindros. Diámetro del cilindro y curso del pistón. Árboles de manivelas. Bielas. Émbolos. Volantes. Culatas. Válvulas. Pulverizadores. Distribución. Bomba de combustible y regulación. Compresores. Depósitos de aire comprimido. Tuberías. — *Descripción del modelo desmontable.*

El motor Diesel marino, por Alfredo Menendez Caballero, Ingeniero.

SUMARIO. — *El motor Diesel marino:* Definición. Resumen histórico y evolutivo. Estudio comparativo. El motor de dos tiempos. Esquema orgánico y funcional del motor de aceite a presión constante, de dos tiempos. Ciclo funcional de dos tiempos. — *Teoría y cálculo:* Ciclos. Trazado de politropos. Rendimientos. — *Órganos:* Zócalos. Soportes de reacción. Armazones. Cilindros. Árboles de manivelas. Émbolos. Culatas. Válvulas. Cambio de marcha. Bombas de limpieza. — *Descripción del modelo desmontable.*

Las Locomotoras modernas, por J. B. de Aguilar-Amat, Ingeniero.

SUMARIO. — *Reseña histórica.* — *Clasificación de las locomotoras.* — Órganos esenciales de las mismas. — *Su funcionamiento.* — *Descripción de una locomotora compound articulada.* — *Modelo desmontable,* su explicación.

Frenos para ferrocarriles, por A. Ferrer Dalmau, ingeniero.

SUMARIO. — Principios generales en que están fundados. — *Clasificación.* — Frenos a mano. — Frenos automáticos. — Frenos eléctricos. — Estudio detallado del freno Clayton a vacío. — *Instalación y funcionamiento de ambos.* — *Acción eléctrica de los frenos automáticos.* — *Válvula electro-pneumática Chapsal.* — *Su instalación y funcionamiento.*

Motor de gas pobre, por A. Ferrer Dalmau, Ing.

SUMARIO. — Principios fundamentales en que están fundados. — *Su clasificación.* — *Combustibles empleados:* Gas del alumbrado. Gas pobre. Aceites y bencinas. — *Estudio del ciclo de Carnot.* — *Trabajo indicado del calor producido.* — *Tiempos de la aspiración.* — *Compresión, combustión, expansión y expulsión.* — *Determinación de las dimensiones principales para una potencia nominal dada.* — *Fórmulas especiales.* — *Fórmulas prácticas.* — *Descripción de los tipos fundamentales:* Motor Korting. — *Cálculo de un motor:* Zocalo. Cilindro. Émbolo. Aros. Manivela. Biela. Válvulas. Distribución. Regulador. Eje. Volante. — *Accesorios.* — *Refrigeración.* — *Instalación de un motor a gas.*

El Cañón Krupp y el Schneider de 75 milímetros, por A. Ferrer Dalmau, Ingeniero.

SUMARIO. — *Clasificación moderna de los cañones:* Cañones de plaza y sitio. Cañones de campaña. Cañón de montaña. — *Cañón Krupp de 75 milímetros.* — *Cañón:* Cierre. Funcionamiento del cierre y del disparador. — *Cureña:* Cuerpo de la cureña. Aparato de puntería en dirección. Aparato de puntería en altura. Freno hidráulico y recuperador. Freno de marcha. Asientos sobre el eje. Eje y ruedas de movimiento. Armón. — *Carrro de municiones.* — *Municiones.* — *Cañón Schneider de 75 mm.* — *Cañón propiamente dicho:* Freno hidro-pneumático. Cureña. Projectiles. — *Construcción de los cañones:* Fabricación del cañón.

Ametralladoras, por A. Ferrer Dalmau, Ingeniero.

SUMARIO. — *Ametralladora Gatling.* — *Id. Montigny.* — *Id. Norde feld.* — *Id. Gardn. r.* — *Id. Maxim.* — *Id. Bergmann.* — *Id. Skoda.* — *Idem Schwarzlose.* — *Id. Hotchkiss.* — *Id. Puteaux.* — *Empleo táctico de las ametralladoras.*

Minas submarinas y Torpedos, por Antonio Ferrer Dalmau, Ingeniero.

SUMARIO. — *Minas submarinas y torpedos:* Torpedos fijos o minas submarinas. Minas mecánicas o de percusión. Minas Elia. Mina mecánica Bustamante. Empleo de las minas submarinas. Minas submarinas eléctricas. Minas eléctricas automáticas. — *Descripción de las principales minas eléctricas:* Mina Mathiesen. Mina eléctrica Lahimer-Clark. Flotante. Mina Melen dreas Lars. — *Uso y conservación de las minas submarinas.* — *Fondeo de las minas eléctricas.* — *Torpedos automóviles.* — *Aparatos lanza torpedos.*

El Aeroplano militar, por Alfredo Menendez Caballero, Ingeniero.

SUMARIO. — *El aeroplano de guerra:* Definición, carácter e importancia. — *Descripción de los principales tipos de aeroplanos militares:* Monoplano «Rumpler». Biplano «Mars». Biplano «Albatros». Monoplano «Taube». Monoplano «Erich» (modelo desmontable). — *Torpedos aéreos.* — *Las flotas aéreas francesas alemanas.* — *Descripción del modelo desmontable.*

Submarinos, por Alfredo Menendez Caballero, Ing.

SUMARIO. — *Resumen histórico.* — *Submarinos y sumergibles:* Sus caracteres diferenciales y clasificación. — *Sistemas submarinos:* Submarinos americanos: Sistema Holland. Sistema Lake. Sistema Electric Boat C. — Submarinos ingleses: Sistema Vickers and C. — Submarinos franceses: Sistema Mangas. — *Sistemas sumergibles:* «Laubeuf», francés. «Lau'ente», italiano. «Germania-Krupp», alemán. «Whitehead», inglés. — *El submarino como máquina de guerra.* — *Descripción del modelo desmontable.*

Precio de cada volumen: 3 pesetas

Pídanse estas obras en todas las librerías de España y América y directamente a la Librería de FELIU Y SUSANNA, Ronda San Pedro, 36, Apartado 480, Barcelona, remitiendo el importe de la misma en Libranza, Giro Mutuo o Giro Postal. Para los envíos de España debe añadirse 50 céntimos por franqueo certificado y para los de América, 1 peseta por gastos de paquete postal.

Las aplicaciones industriales del principio giroscópico

Una peonza de niño, animada de un rápido movimiento de rotación alrededor de su eje, parece, a primera vista, inmóvil. Su forma exterior no cambia de aspecto; cada elemento de su masa no abandona el lugar que ocupa sin que sea reemplazado por un elemento idéntico. Posee, no obstante, propiedades muy diferentes de las que tendría en estado de reposo: si, después de haber emplazado la punta en un dedal fijo, abandonamos esta peonza a la acción de la gravedad, observaremos que el eje en lugar de caer verticalmente, conserva una inclinación constante y comienza a describir un cono alrededor de la vertical pasando por la punta.

¿Cuál es, en este experimento banal, la causa capaz de neutralizar de tal modo la acción de la gravedad? No basta decir: la rotación desarrolla fuerzas centrífugas que obran sobre el eje. Estas fuerzas centrífugas ejercen acción igualmente en todos los sentidos y son, por lo tanto, incapaces de impedir la caída.

Si el eje no cae es porque, en el momento que su dirección viene a cambiar, nacen nuevas fuerzas llamadas, en mecánica, *fuerzas centrífugas compuestas*, y el papel que representan es precisamente el de poner obstáculos a la gravedad. El cálculo muestra que estas fuerzas exigen, para obrar así, el desplazamiento cónico del eje, desplazamiento al cual se da el nombre de *precesión*, y ello es lo que se comprueba en los experimentos porque, impidiendo se produzca la precesión, hácese caer inmediatamente el eje, e inversamente, obrando sobre el eje de modo que se acelere la precesión, se ve al eje enderezarse cada vez más.

Estas curiosas propiedades de la peonza pueden generalizarse, con lo que se llega a la noción del efecto giroscópico, llamado efecto girostático por algunos autores. Se entiende por efecto giroscópico lo siguiente: si un sólido de revolución, es decir, un cuerpo enteramente simétrico por relación a un eje, gira rápidamente alrededor de este eje, un punto del cual es mantenido fijo, y si se aplica una fuerza en un punto cualquiera de este eje, se ve cómo este eje se desvía, pero no en el sentido de la fuerza sino en una dirección perpendicular con una velocidad que, en circunstancias iguales, se halla en razón inversa de la velocidad de rotación.

El eje es, pues, tanto más estable cuanto la rotación es más rápida, y, además, se desplaza lateralmente en vez de obedecer directamente a la presión que sobre él obra.

Puede hacerse, desde este punto de vista, un experimento sorprendente. Tomemos un anillo macizo cuyo eje sea soportado, en sus extremidades, por una chapa de cualquier forma, y después de haber dado a este anillo una gran velocidad de rotación intentemos inclinar el soporte. En este momento experimentaremos la misma sensación que si una mano extraña, invisible-

asiese el aparato y, al mismo tiempo que nosotros, le imprimiese un violento movimiento de torsión perpendicular al que nosotros deseamos imprimir. Es probable que un salvaje, llamado a practicar fortuitamente este experimento, creeríase en lucha con una divinidad misteriosa.

El aparato conocido bajo el nombre de *balanza giroscópica* permite poner en evidencia, con más precisión que la peonza ordinaria, los efectos de la rotación (fig. 4). Está constituida del modo siguiente: una varilla AB es móvil en C alrededor de un eje horizontal. Este eje puede desplazarse alrededor de un eje vertical CD, de suerte que la varilla AB es susceptible de tomar todas las posiciones alrededor del punto C. En su extremidad superior, termina por una chapa circular AA', la cual sirve de soporte a un

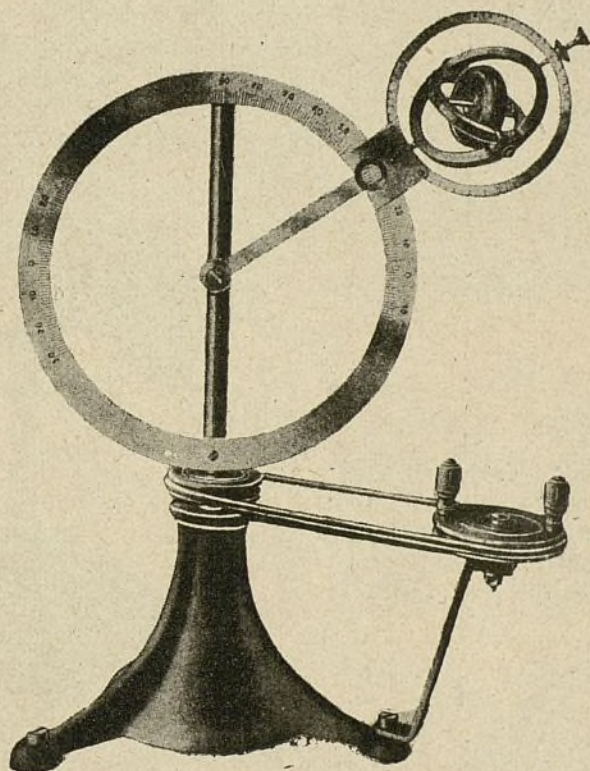


Fig. 1.—Aparato giroscópico que permite comprobar la teoría de la rotación terrestre.

toro T, es decir, a un anillo macizo cuyos pernos se hallan en A y A', sobre la prolongación de AB. En su extremidad inferior B, se halla suspendido un pequeño recipiente R que se puede cargar más o menos con limaduras de plomo o con arena. Si, después de haber puesto en movimiento el toro, se abandona el aparato a sus propias fuerzas, se observa que, como en la peonza, el eje BA toma un movimiento de precesión cónico alrededor de la vertical CD. La velocidad de precesión es independiente de la inclinación de la varilla y tanto más débil cuanto el centro de gravedad del conjunto se halla más aproximado al punto fijo C. Cuando este centro concuerda con C, la precesión desaparece. Según se halla encima o debajo del punto fijo, la precesión se efectúa en un sentido o en el otro. Supongamos que el recipiente R contiene arena que vaya manando a través de un pequeño orificio practicado en la base. Al principio, lleno

el recipiente, el centro de gravedad es más bajo que C y el eje gira, por ejemplo, de izquierda a derecha. A medida que la arena se escapa, el centro de gravedad sube y la precesión se hace lenta. Al cabo de un cierto tiempo, se anula y invierte, y el eje, sin variar de inclinación, empieza a girar de derecha a izquierda con una velocidad creciente.

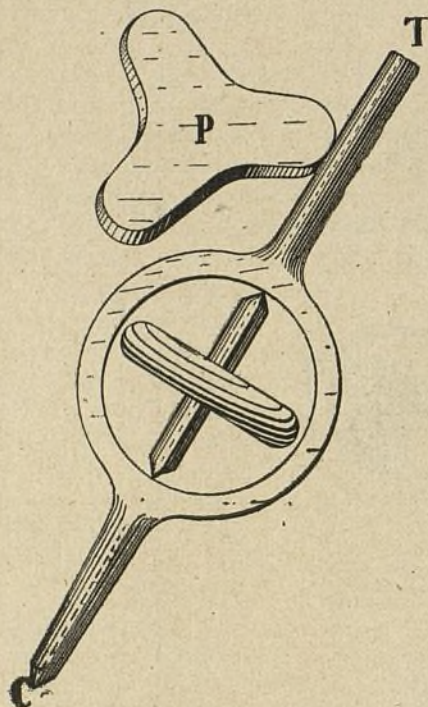


Fig. 2.—Politropo de Sire.

El *politropo* de Sire (fig. 2) muestra otra consecuencia del efecto giroscópico. Está constituido esencialmente por un giróscopo cuya varilla CT es puesta en contacto con una placa horizontal P presentando un contorno sinuoso; se comprueba que esta varilla se

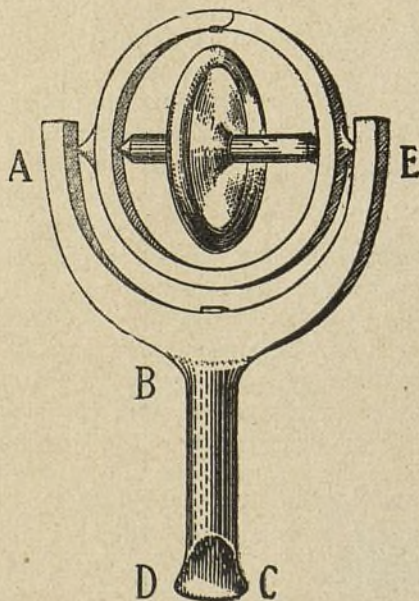


Fig. 3.—El pie equilibrista.

desplaza deslizándose por lo largo de este contorno, sin jamás separarse de él; sigue fielmente todas las ondulaciones penetrando en los huecos lo mismo que si se hallase bajo la acción atractiva de una fuerza magnética.

Sin necesidad de recurrir a aparatos de gran coste, con un giróscopo barato de juguete, como los que se pueden comprar en cualquier bazar, podremos hacer toda suerte de ensayos, tan divertidos como instructivos. Podremos especialmente, después de haber puesto en movimiento la parte giratoria del aparatito, colocar éste de nuevo dentro de su caja de cartón y colocar ésta sobre una mesa apoyándola solamente sobre uno solo de sus cantos. La caja conserva el equilibrio en esta posición eminentemente inestable.

Otro juguete, conocido bajo el nombre de *pie equilibrista* (fig. 3), es un giróscopo sostenido por una varilla recurvada ABDCE, presentando en su parte inferior una parte plana DC. Si se aplica esta parte plana sobre una mesa, el aparato se mantiene derecho. Pero, mirando con atención, veremos que DC está animado de un movimiento continuo de oscilación sobre el plano horizontal; colocando DC en una hendidura de modo que se impida este movimiento de oscilación, la caída del aparato es inmediata.

Tomando simplemente un huevo de madera o de piedra, fácil es poner en evidencia una consecuencia no menos interesante del efecto giroscópico. Coloquemos

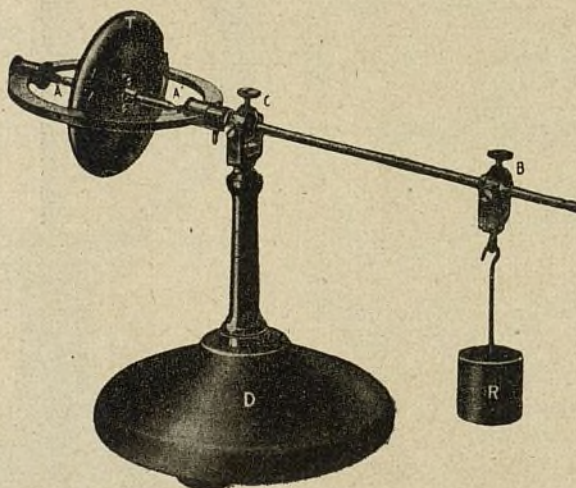


Fig. 4.—La balanza giroscópica.

mos este cuerpo ovoide sobre una mesa después de haberle dado un vivo movimiento de rotación alrededor de su eje: veremos este eje, sea cual fuere su posición inicial, levantarse hasta que el huevo reposa sobre uno de sus extremos, situación evidentemente inestable desde el punto de vista estático. Aquí, el enderezamiento es debido al frotamiento del cuerpo sobre la mesa, como lo prueba el hecho de que, si la superficie del cuerpo no es rugosa, el experimento no tiene éxito.

Andrés Gray, profesor de la Universidad de Glasgow, dió el 14 de febrero de 1914 una conferencia en la «Royal Institution of Great Britain», interesando vivamente a sus auditores el funcionamiento de toda especie de aparatos giroscópicos. Entre los más ingeniosos merece citarse un giróscopo que, adaptado a una bicicleta, maniobra el volante con tanta habilidad como el ciclista más consumado.

La misma naturaleza se ha encargado de realizar, con la majestad que le es propia, el experimento del giróscopo. Sabido es que la tierra, cuando aún poseía el estado flúido, tomó, bajo la acción de la fuerza cen-

trífuga debida a su rotación, la forma de un elipsoide aplanado en los polos e hinchado en el ecuador. Si esta peonza enorme no hubiese estado sometida a ninguna influencia externa, su eje conservaría una dirección invariable. Las observaciones astronómicas muestran que, en realidad, este eje posee un movimiento de precesión alrededor de la perpendicular al plano de la eclíptica, es decir, al plano de la órbita descrita por la tierra

alrededor del sol. El movimiento es de tal modo lento que la vuelta completa exige 26.000 años, pero su existencia es indubitable y tiene como consecuencia el fenómeno de la precesión de los equinoccios descubierto por el astrónomo griego Hiparco. También aquí nos hallamos en presencia de un efecto giroscópico. La fuerza perturbatriz es la atracción ejercida por el sol (y también por la luna) sobre el hinchamiento o

paso, el fenómeno de las estaciones desaparecería en el mismo momento; pero como la tierra gira, el enderezamiento

de la línea de los polos se halla transformada en precesión cónica.

Puédese objetar que, si bien es cierto que la tierra gira, su rotación es muy lenta, pues no completa una vuelta hasta al cabo de 24 horas, pero, no conviene olvidarlo, todo en este mundo es relativo, todo se limita a una cuestión de escala.

En este caso se trata de una escala astronómica: si la velocidad de rotación de la tierra se expresa por una cifra pequeña cuando se toma por unidad de tiempo el segundo, este número se hace grande

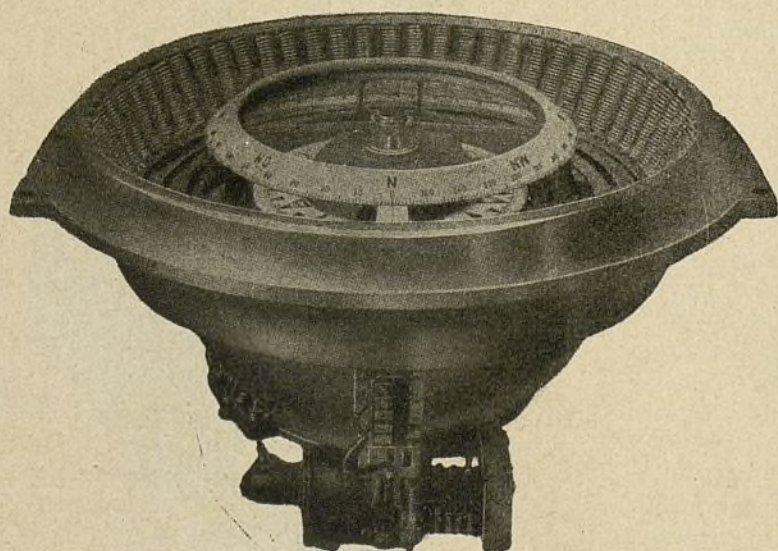


Fig. 6.—El girocompás Anschütz para navíos.

anillo protuberante ecuatorial. Si la tierra no girase, esta atracción, haciéndose sentir especialmente sobre la parte del ecuador que más aproximada se halla al sol, obligaría a la línea de los polos a enderezarse perpendicularmente a la eclíptica y, aunque sea dicho de

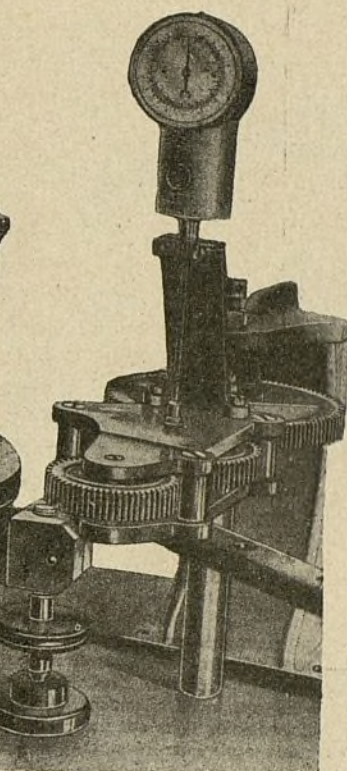


Fig. 5.—El Barogiroscopo Gilbert.

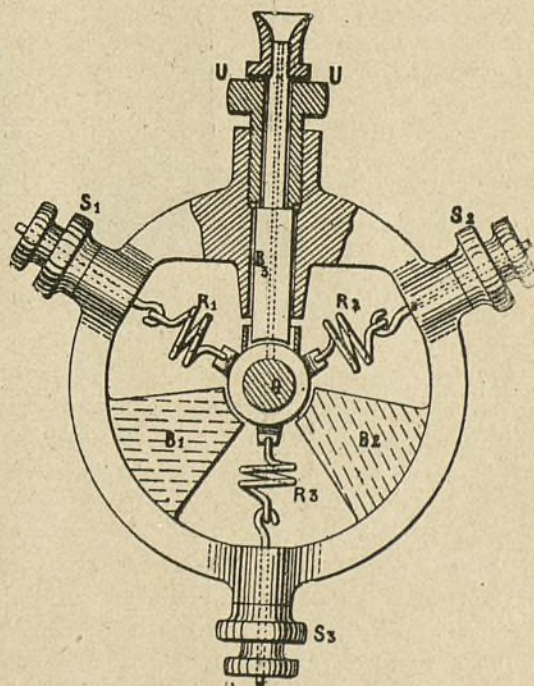


Fig. 7.—Árbol rígido de una turbina del sistema Leblanc:

R^1, R^2, R^3 , resortes antagónicos;
 S^1, S^2, S^3 , tornillos de regulación.

cuando la unidad de tiempo es el año. El mismo cambio de unidad hace apreciable la influencia perturbatriz del sol que, de otro modo, sería absolutamente

insensible. En resumidas cuentas, el cálculo nos conduce al mismo resultado que la observación, de suerte que la precesión de los equinoccios y el fenómeno de las estaciones que de la misma depende constituyen, a los ojos de los mecánicos, una de las pruebas más decisivas de la rotación terrestre.

Esta rotación puede, de otra parte, ser demostrada por un experimento directo, basado igualmente sobre las propiedades giroscópicas. El giróscopo construido por Foucault a tal efecto es un aparato de alta precisión centrado con el mayor cuidado. Si, después de haberle comunicado por medio de un tren de engranajes una gran velocidad de rotación, se le abandona a sí mismo, tomando las precauciones necesarias para que el eje, en el primer instante se halle inmóvil a los ojos del observador, este eje parece ponerse a su vez en movimiento y, por el contrario, puede comprobarse que en realidad permanece constantemente apuntado

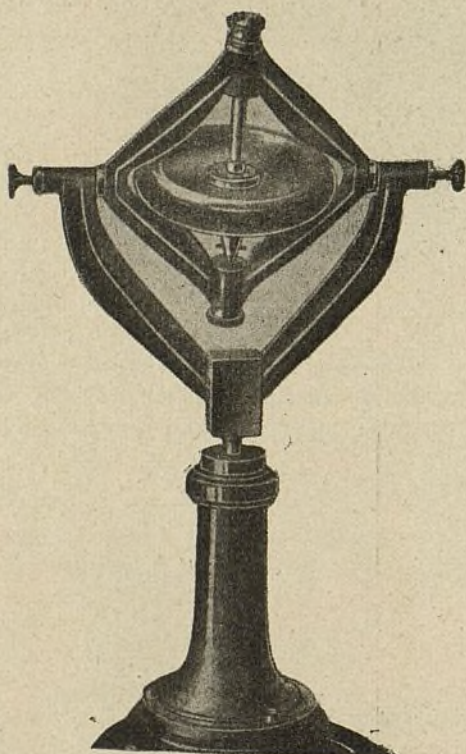


Fig. 8.—Giróscopo de demostración empleado en la Escuela Politécnica de París.

hacia el mismo sitio. Así, pues, por consecuencia de las precauciones tomadas para eliminar la acción de la gravedad, es cierto que el eje no puede cambiar de dirección. Si apunta siempre hacia el mismo sitio del aparato, es que este punto, señalado por una estrella, no se mueve y, por consiguiente, el movimiento de la esfera terrestre no puede ser más que una apariencia debida a la rotación de la tierra.

El giróscopo de Foucault se presta a efectuar otro experimento. Obliguemos al eje a no separarse de un plano horizontal: encontraremos entonces que se desvía progresivamente y acaba por tomar la dirección norte-sur. El hecho se explica notando que el plano horizontal, arrastrado con la tierra, ejerce a cada instante sobre este eje una presión vertical, la cual, según el principio del efecto giroscópico, debe traducirse por un desplazamiento horizontal del eje. El desplazamiento persiste hasta que el eje se halla en la posición ca-

paz de anular la presión, y esta posición no puede corresponder más que a la dirección norte-sur. Se realiza de este modo una verdadera brújula, difiriendo de la

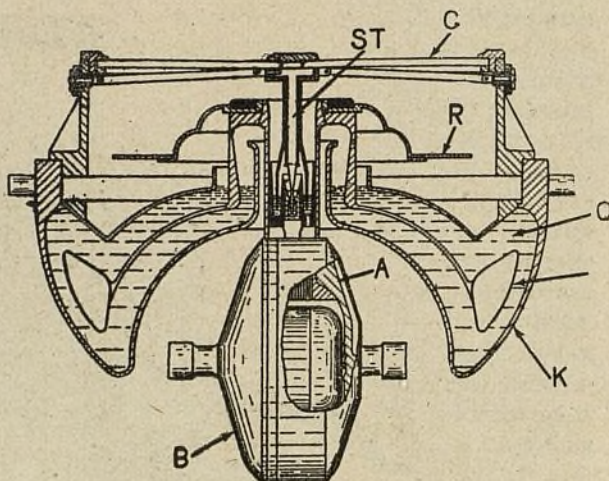


Fig. 9.—El giróscopo Anschütz.

En un recipiente de hierro K lleno de mercurio Q, se sumerge un flotador S que soporta el peso de un giróscopo A contenido en la caja B y de una rosa de los vientos R. La energía eléctrica da al giróscopo una velocidad de 20.000 revoluciones por minuto.

brújula ordinaria en que esta última indica el norte real y no el norte magnético. Esta especie de brújula tiene la ventaja de ser insensible a la influencia de las masas de hierro o acero próximas y su empleo es de todo punto indicado a bordo de los navíos de guerra, pero por desgracia su realización práctica es difícil.

En vez de mantener el eje en un plano horizontal guíemole de modo que no abandone el plano vertical

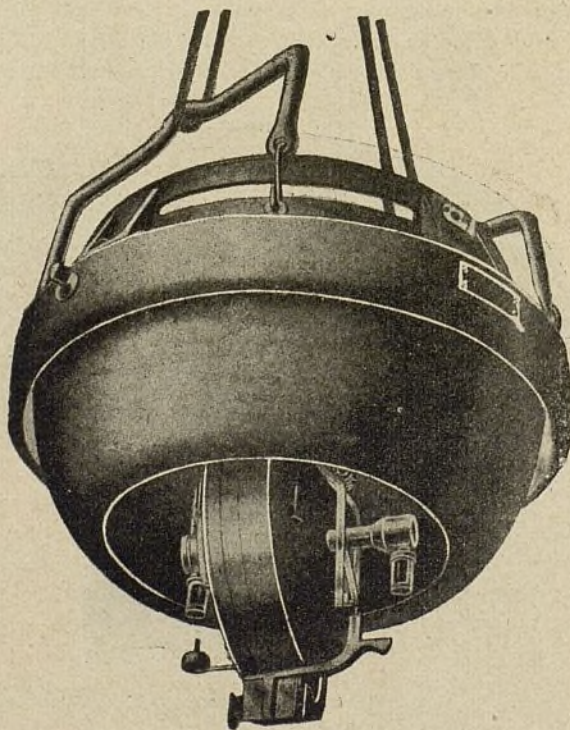


Fig. 10.—El amortiguador de oscilaciones.

paralelo a la línea de los polos, es decir, el plano meridiano; el cálculo y la práctica experimental demuestran que toma entonces la misma inclinación que la lí-

nea de los polos y da a conocer, por consiguiente de modo perfecto, la latitud del lugar donde se encuentra.

El efecto giroscópico interesa particularmente a los artilleros, en razón de su influencia sobre la trayectoria de los proyectiles. Sabido es que, para disminuir la resistencia del aire, se ha llegado a reemplazar el antiguo proyectil esférico por el ojival, pero es necesario que éste marche con la punta contra el aire. Se puede conseguir gracias a la estabilidad giroscópica y, para ello, se da al proyectil un rápido movimiento de rotación alrededor de su eje, rayando convenientemente el ánima de la pieza; pero, si no se tuviese cuidado, el fin propuesto podría traspasarse. Es preciso que el eje no permanezca, durante la carrera, paralelo a sí mismo, sin lo cual trazaría un ángulo creciente con la trayectoria que es curva, y el proyectil caería finalmente la punta al aire, que es la posición que ocupa al salir del cañón. En el vacío, así sucedería. Pero contra el aire, la resistencia que éste ofrece se encarga de corregir la posición. Esta resistencia tiende constantemente a levantar la punta; en virtud del efecto giroscópico, este movimiento se halla reemplazado por una rotación alrededor de una recta situada en el plano de tiro y el cálculo muestra que, en resumidas cuentas, se pueden elegir factores tales que el ángulo del eje con la tangente a la trayectoria no traspase un límite bastante débil. Por el contrario, el eje se inclina sobre el plano de

del plano vertical pasando por la tangente inicial. El sentido de la derivación depende del de las rayas. Con

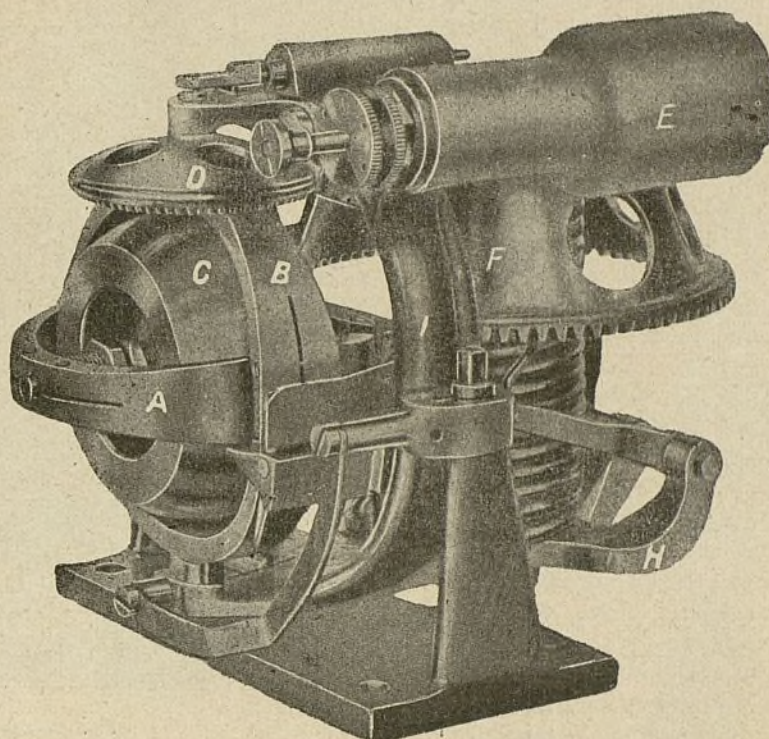


Fig. 11. — Aparato autodirector giroscópico Obry para torpedos automóviles.

Un potente resorte, que se desarrolla automáticamente en el momento del lanzamiento de torpedo, imprime, por medio de la campana dentada F, una rotación rápida (2.400 revoluciones por minuto) a un volante giroscópico. El eje de este volante posee una suspensión de Cardan constituida por los cuadros A y B.

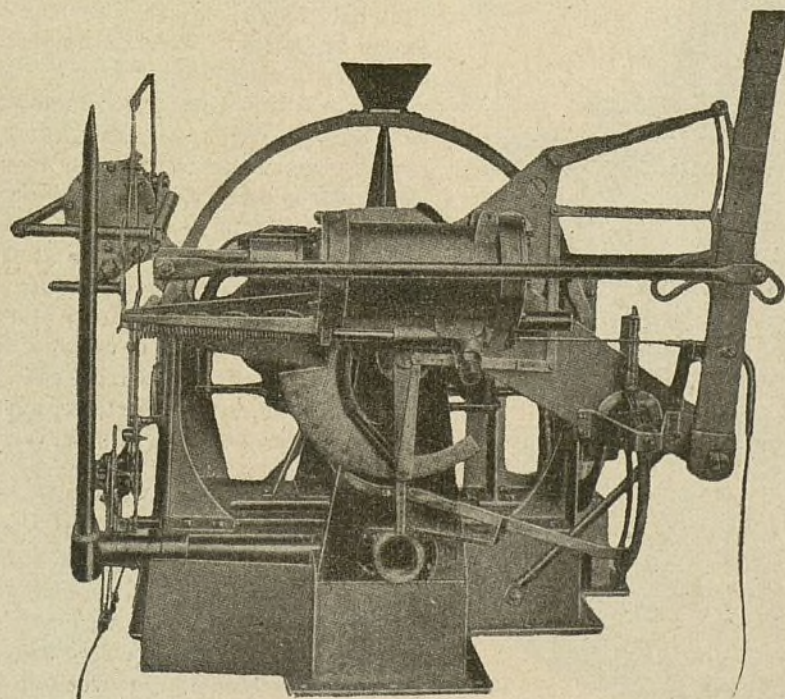


Fig. 12. — Estabilizador automático Sperry-Curtiss para aeroplanos.

tiro y resulta de ello una *derivación*, por consecuencia de la cual el proyectil se aparta progresivamente

las piezas de artillería de tierra, la derivación se efectúa hacia la derecha; con las piezas de artillería de mar, rayadas en sentido inverso, la derivación es hacia la izquierda. En todos los casos, la derivación obedece a leyes perfectamente regulares conocidas para cada tipo de fuerza y las cuales se tienen fácilmente en cuenta durante el funcionamiento.

Un torpedo lanzado al mar se halla en condiciones bastante análogas a las de la bala. Su masa es demasiado importante para que resulte fácil darle un movimiento de rotación, pero se le puede proveer interiormente de un giroscopo que accione un timón situado en la parte trasera; tal es el principio de la autodirección de los torpedos.

La construcción de las turbinas de vapor, hace intervenir, desde un punto de vista diferente, el efecto giroscópico. Las turbinas llamadas *de acción*, en las cuales el vapor procedente de las calderas es expandido hasta la presión atmosférica, no pueden tener un buen rendimiento más que a condición de girar con gran velocidad: 400 revoluciones por *segundo*, por ejemplo. Concíbese que no es fácil realizar tamañas velocidades en la práctica. Es preciso ante todo que la turbina sea construída

con materiales elegidos y que su forma sea estudiada con vistas a poder resistir la fuerza centrífuga. Es pre-

ciso, además, que el aparato se halle centrado con el mayor cuidado; pero por mucho que se haga jamás puede llegarse a un centraje matemático y, de este hecho, resultan esfuerzos que tienden a quebrar el árbol. El ingeniero sueco De Laval, que fué el primero que se propuso construir turbinas de esta clase, durante mucho tiempo vió neutralizados sus esfuerzos por esta dificultad. En vano reforzó el eje: las rupturas persistían, y no cesaron hasta que ideó emplear un eje flexible. Un eje de esta naturaleza se dobla, pero no se rompe; y la turbina, muy estable, se comporta como una «peonza durmiente». En realidad su eje es agitado por estremecimientos invisibles que, a pesar de su débil amplitud, son producto de una considerable fuerza. Si ningún obstáculo encuentran a su expansión se desarrollan normalmente y sin consecuencias, pero, como el vapor por ejemplo, si se les opone un obstáculo se exasperan, por decirlo así, y producen efectos desastrosos. En estos últimos tiempos, Mauricio Leblanc ha perfeccionado de modo notable la construcción de las turbinas y otras máquinas de gran velocidad de rotación.

Se inclinó hacia el eje rígido, pero sostenido éste por

automáticos esencialmente constituidos por toros huecos llenos de mercurio; bajo la acción de la fuerza cen-

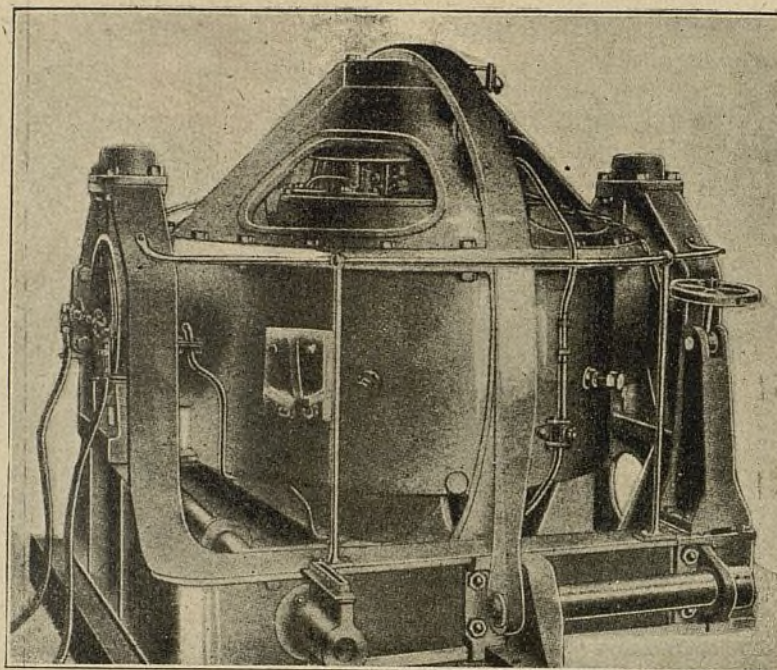


Fig. 13. — Amortiguador giroscópico del Doctor Schlick.

trífuga el mercurio toma una forma tal que corrige automáticamente los pequeños defectos de centraje.

La bicicleta estabilizada por el giroscopo es, a decir verdad, más que un invento de orden práctico, una curiosidad; pero en el mismo orden de ideas, se han podido obtener resultados susceptibles de recibir una aplicación seria.

Citaremos en primer lugar el monorail Brennan, experimentado con éxito en Inglaterra. Como su nombre lo indica, es constituido por un vagón que rueda sobre un solo carril; en el interior de este vagón hay un giroscopo cuyo eje, en su posición media, es perpendicular al plano de simetría longitudinal. Tan pronto el vagón se inclina en un sentido o en otro, el eje del giroscopo, que tiende a guardar una dirección invariable, ejerce una presión sobre guías que posee el vagón y tiende, así, a combatir la inclinación. Al propio tiempo, toma un desplazamiento perpendicular a esta presión. El cálculo muestra que, en estas condiciones, puede conseguir un estado estable, oscilando ligeramente el vagón alrededor del carril mientras que el eje del giroscopo oscila en un plano paralelo al de los ejes de las ruedas del vagón. En la práctica, hay necesidad de algo más, sin lo cual el vehículo, cada vez que una acción un poco brusca lo separa de su posición normal, no podría recobrar ésta. Se obtiene el enderezamiento acti-

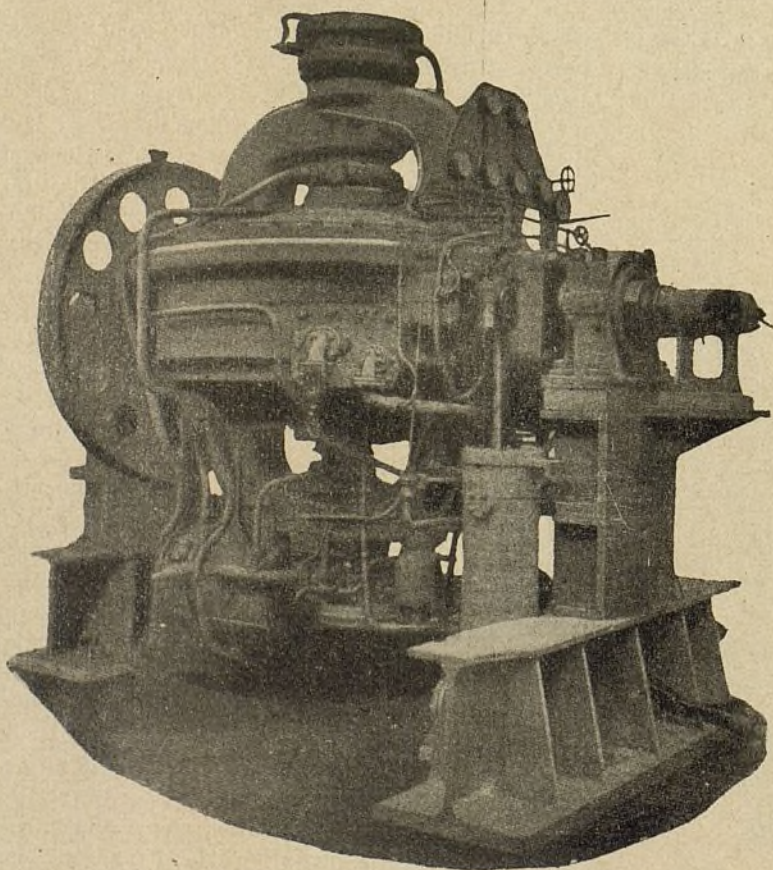


Fig. 14. — Otro modelo del estabilizador Schlick, para navíos.

resortes de fácil recambio en caso de necesidad; mejoró también el equilibraje recurriendo a *equilibradores*

vando los movimientos de precesión del giroscopo por medio de un motor auxiliar que interviene auto-

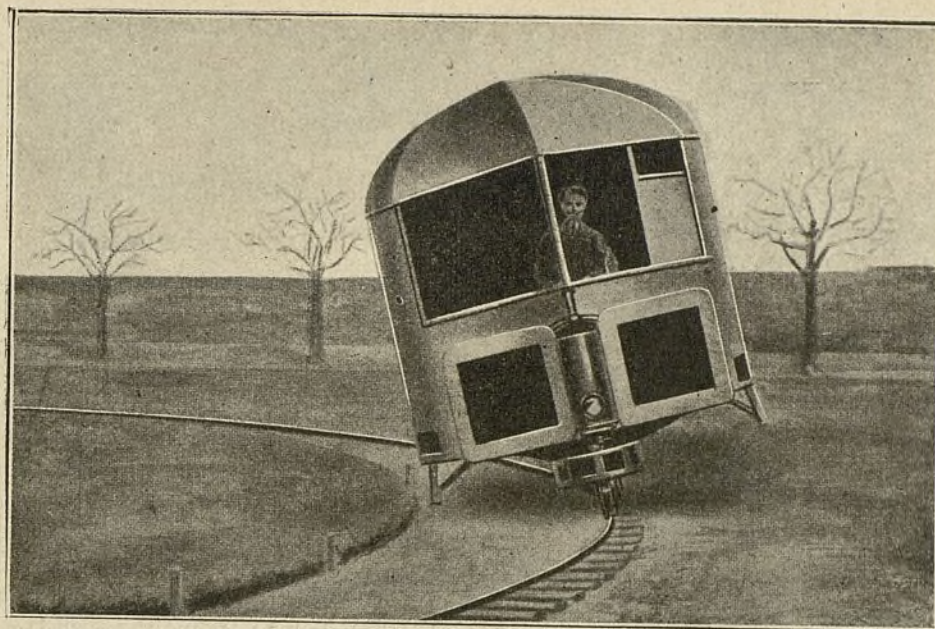


Fig. 15.—Un coche de ferrocarril monorraíl Brennan, en una curva.

máticamente en el momento oportuno. Se utiliza el giróscopo para estabilizar los aeroplanos y no hay duda

que su empleo se generalizará extraordinariamente en lo futuro.

L. LECORNU. (De La Science et la Vie).

La Trisección del ángulo

Métodos prácticos para dividir un ángulo en tres partes iguales

PRIMER MÉTODO

Sea (fig. 1) el ángulo dado A. Sobre la prolongación de uno de sus lados cualesquiera, tomaremos la longitud arbitraria fa y luego trazaremos la recta acd perpendicular al otro lado. Tómese luego una regla en forma de **T**, por ejemplo un gramil, señalando antes en la barra que forma el travesaño dos puntos g y k que disten del centro o las magnitudes:

$$ok = vg = ac.$$

Si colocamos el gramil o escuadra en **T**, de modo que los puntos k y g coincidan con los lados del ángulo y que el otro lado de la escuadra pase por el punto a , que antes hemos determinado, se obtendrá el punto o que será el centro de la circunferencia que pasará por los puntos k, g, a . Trazando finalmente esta circunferencia y con centro f el vértice f , describiremos el arco mn . Dividiendo finalmente el ángulo $ao b$

en dos partes iguales mediante la bisectriz fe , cada una de estas partes será igual al tercio del ángulo dado.

En efecto: las cuerdas ad y kg son iguales, por ser cada una de ellas igual al duplo del sen ac , correspondiente al ángulo boa y como que cuerdas iguales de una misma circunferencia equidistan del centro, se tendrá:

$$oc = ov.$$

Por otra parte, el punto o está situado en el punto de intersección de las perpendiculares levantadas por los puntos medios de las cuerdas y por lo tanto será el centro de la circunferencia $kgda$ y como que el ángulo dado A es exterior del triángulo ofa , podrá escribirse:

$$A = B + C$$

pero como $B = 2toe$ y $C = \frac{got}{2} = boe$ resultará:

$$B = 2boe + boe = 3boe$$

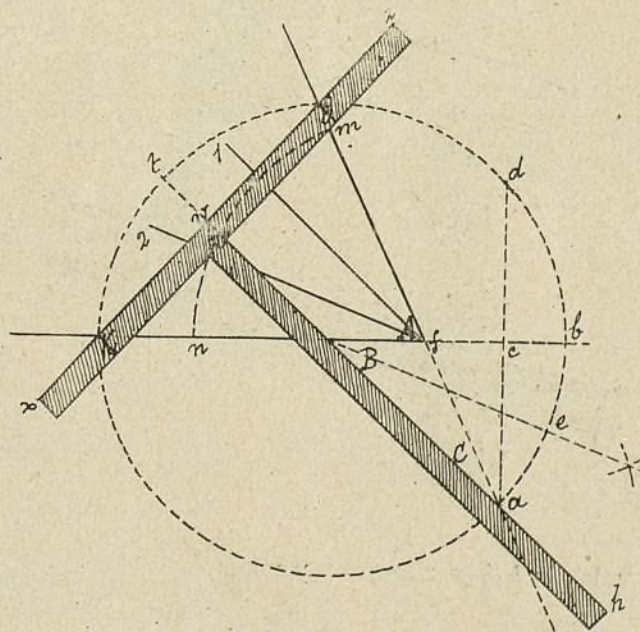


Fig. 1.

o bien:

$$b o e = \frac{B}{3}.$$

SEGUNDO MÉTODO

Sea el ángulo $a o b$ (fig. 2), que nos proponemos trisecar. Haciendo centro en el vértice y con un radio

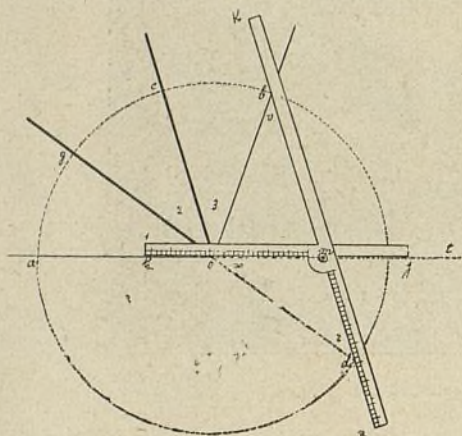


Fig. 2.

arbitrario, trazaremos una circunferencia que cortará a los lados los puntos $a b$.

Uniendo este último punto b con otro d , de modo que la cuerda $b d$ tenga el segmento $m d = m o$, para lo cual usaremos una escuadra de lados móviles y graduados, y colocándola de modo que pasando constantemente por b , resbale el otro lado sobre el diámetro determinado por el otro del ángulo dado, se hará girar la regla $K R$ hasta obtener una posición en que:

$$o m = m d$$

obtenido lo cual se señalará el punto d de la circunferencia, punto que unido con el o determinará el diámetro $d g$, que formará el ángulo $o a g$ igual al tercio del total, siendo suficiente pasar la recta $o c$ paralela a la regla $K R$ para que la trisección sea lograda.

En efecto: $o c$ resulta paralela a $b d$, por lo que y como:

$$3 = v$$

por ser alterno interno:

$$2 = z$$

por correspondientes, y:

$$1 = \alpha$$

por opuestos por el vértice, y como que:

$$v = x = z$$

se tendrá que:

$$1 = 2 = 3$$

que es lo que deseábamos probar.

TERCER MÉTODO

Sea $b a c$ el ángulo dado, uno de cuyos lados, el $b a$ (fig. 3) ha sido prolongado hacia s , y sobre el cual tomaremos una distancia arbitraria $a r$. Si trazamos la recta $d e$ perpendicular por el punto medio de $a r$, sobre ella estará un punto o que será centro de una circunferencia de radio $o a$, de modo que el arco interceptado por el lado $a c$ sea duplo del que corresponde a la cuerda $a r$. Este punto o se hallará a igual distancia del lado $a c$ que de otra cuerda tal como la $a q$ que converge con la primera en el punto a .

Para hallar dicho punto o centro, usaremos dos escuadras análogas a las indicadas en la figura 3, uno de cuyos lados es graduado.

Poniendo una de ellas sobre el lado $c a$ y la otra de modo que su lado $g f$ pase por a y que su prolongación $m f$ lo haga por r , y moviendo cuidadosamente las dos escuadras, conservándose la primera constantemente sobre $c a$ y la otra por los puntos a, y , hasta que se obtengan las divisiones de $z x$ igual a las de $m f$, en cuyo instante el punto de encuentro o será el centro buscado, que determinará el arco $g a r$; con el mismo radio y haciendo centro a trazaremos el arco

$l p$ siendo suficiente tomar sobre el mismo la cuerda del arco $a u$, mitad del $a r$, para que quede dividido en tres partes iguales:

$$l k = k o = o p.$$

En efecto: los triángulos $o a x$ y $o a f$ son rectángulos e iguales por tener la misma hipotenusa y ser iguales los catetos:

$$o x = o f$$

esta igualdad permite escribir:

$$\alpha o a = a o f$$

o bien:

$$\text{sen } \alpha o a = \text{sen } a o f \\ a f = a \alpha$$

$$a \alpha = \alpha q$$

se tendrá:

$$\text{sen } a f = \frac{1}{2} a q$$

y como que el seno de un arco es igual a la mitad de la cuerda del arco duplo, se deduce que el arco $q a$ es

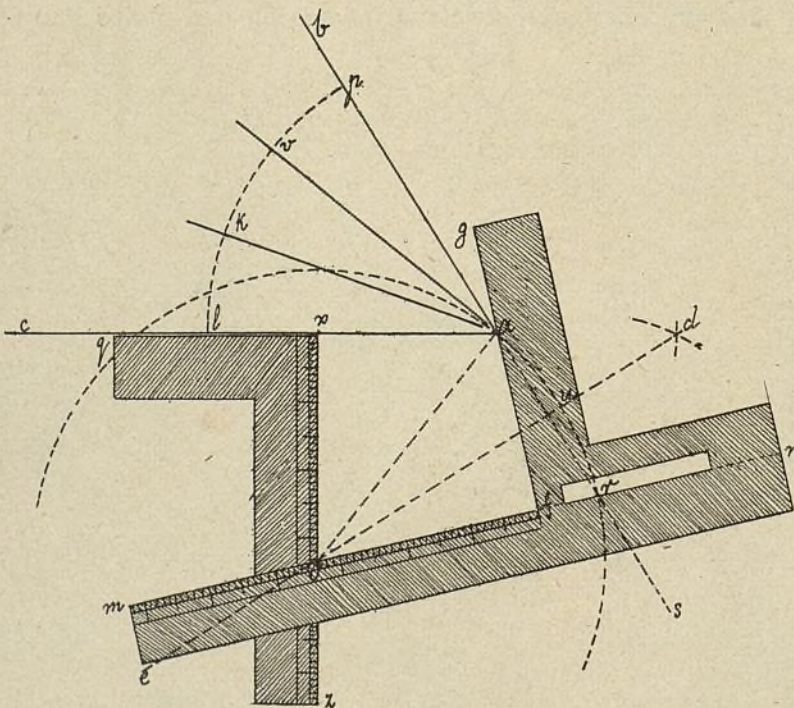


Fig. 3.

duplo del arco ar , y por lo tanto:

$$bac = \frac{aq + ar}{2}$$

pero:

$$aq = 2ar$$

se tendrá:

$$bac = \frac{2ar + ar}{2} = \frac{3ar}{2} = \frac{3ar}{2}$$

y como que:

$$\frac{ar}{2} = au$$

se tendrá finalmente:

$$bac = 3au$$

y:

$$au = \frac{bac}{3}$$

CUARTO MÉTODO

Sea el ángulo que tenemos que trisecar el foe (fig. 4). Haciendo centro en o y con un radio arbitra-

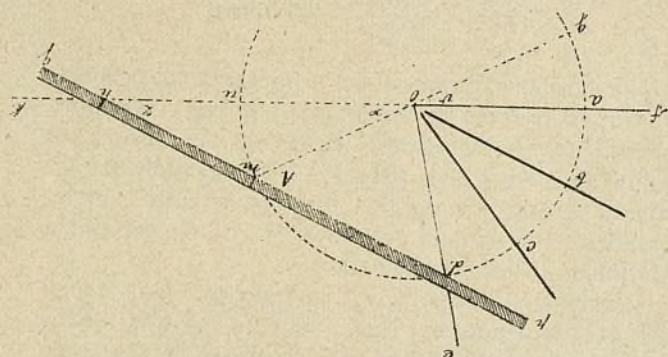


Fig. 4.

rio oa trazaremos una circunferencia que cortará a los lados en los puntos a y f y en u a la prolongación del lado of . Trácese luego por d una recta secante a la circunferencia de modo que su parte exterior mn sea igual al radio, para lo cual marcaremos sobre una regla la longitud:

$$mu = ou$$

y luego apoyándola sobre el punto d la moveremos hasta lograr que corte a la ok en el punto u y que la parte señalada sea exterior a la circunferencia en cuya posición interceptará el arco um que será el tercio del comprendido por el ángulo dado o sea:

$$um = ab = bc = cd = \frac{ad}{3}$$

Esta construcción es consecuencia inmediata del teorema primero, ya expuesto en otro artículo (página 184).

Casos particulares.—1.º Puede darse el caso que la secante que hemos dicho que tenía que trazarse por el punto d se transforma en tangente (fig. 5). Al ocurrir ello el ángulo doe será el tercio del ángulo dado.

En efecto: siendo od un radio será a su vez perpendicular a la tangente du por lo que el triángulo odu será rectángulo e isósceles, lo que nos permitirá escribir:

$$\varphi = z = 45^\circ$$

siendo $\varphi = 45$ el aod valdrá:

$$aod = 180 - \varphi = 135^\circ$$

y como que:

$$\frac{135}{3} = 45$$

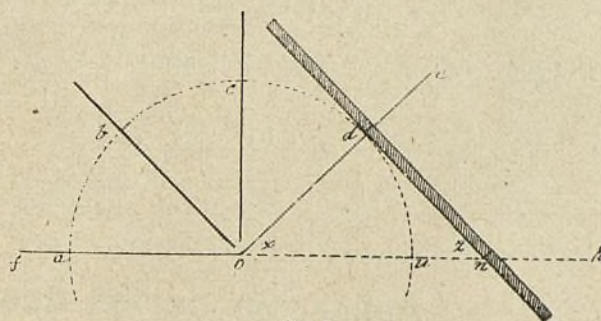


Fig. 5.

se tendrá que:

$$\frac{aod}{3} = \varphi$$

2.º Si el ángulo dado es mayor de 135° tal como el soo (fig. 6) procederemos análogamente al caso general trazando una circunferencia con centro o y radio oa arbitrario, levantaremos por o una perpendicular dh al lado so , y trazaremos luego la secante nq de modo que su parte exterior pq sea igual al radio. Si finalmente se toma desde a un arco af cuya cuerda sea igual al radio, resultará el arco fp que será el tercio del adn por lo que bastará tomar:

$$am = mr = rn$$

iguales a fq para obtener los puntos mn que unidos con el vértice o den:

$$aom = mou = nor = \frac{1}{3} aon$$

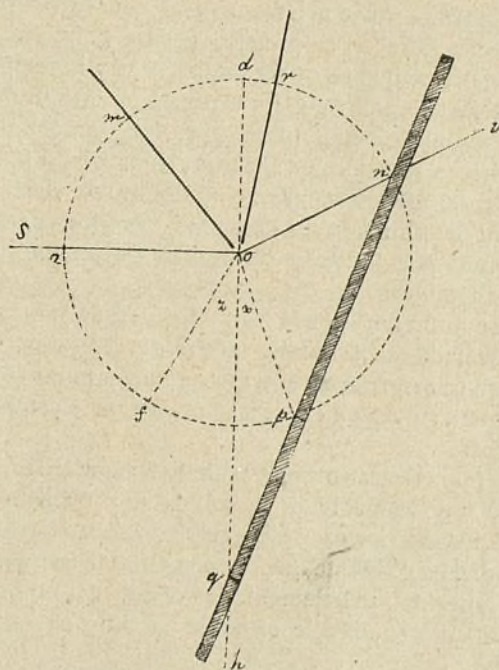


Fig. 6.

En efecto: uniendo f y p con el centro tendremos que seguir el caso general:

$$\varphi = \frac{1}{3} doe \quad (1)$$

Además como que:

$$z = 90 - aof$$

y como que *aof* es el arco correspondiente a un lado del exágono regular y por lo tanto vale 60° se tendrá

$$z = 90 - 60 = 30^\circ$$

pero el ángulo *aod* = 1 recto = 90 luego

$$z = \frac{1}{3} aod \quad (2)$$

Sumando ordenadamente (1) y (2) se tendrá:

$$\varphi + z = \frac{1}{3} dou + \frac{1}{3} aod$$

o bien:

$$fop = \frac{1}{3} aon$$

que es lo que era necesario probar.

ANTONIO FERRER, Ingeniero.

Aplicación de los acumuladores en telegrafía

Las fuentes de energía eléctrica que tienen su origen en los procedimientos químicos, están comprendidas en dos grandes clasificaciones: *baterías primarias* y *baterías secundarias*.

Corresponden a la primera todas las pilas que como la Daniell son activas de por sí, en virtud del proceso químico que se opera en sus elementos constitutivos. Las baterías secundarias, que reciben la denominación de *acumuladores*, se caracterizan por su falta de actividad propia y no pueden emplearse como fuentes productoras de energía, sino después de haber recibido una carga previa, ya sea proveniente de una dinamo o de cualquier otra fuente en estado de actividad.

De ahí dimana el nombre de *acumulador*, siendo de advertir, no obstante, en obsequio a la exactitud de la terminología técnica, que las expresiones *acumular corriente*, *almacenar corriente*, etc., admitidas por convencionalismo, no se avienen con el concepto que en rigor debe merecer el proceso electro-químico, químico-eléctrico, que se opera en la carga y descarga de las baterías que nos ocupan; expresiones que inducen a error al principiante (para quien escribimos), desde que le hacen presuponer al acumulador como una especie de depósito o recipiente en donde se vierte una cantidad determinada de corriente eléctrica, para ser recuperada más tarde, a semejanza de un cuerpo líquido cualquiera.

El acumulador puede ser considerado como una pila reversible, en donde la energía eléctrica de la carga se transforma en energía química, para convertirse ésta a su vez en energía eléctrica al efectuarse la descarga.

La fuerza electro-motriz de los acumuladores se aprecia prácticamente en 2 voltios por elemento. Su resistencia interior es despreciable, especialmente en telegrafía. La corriente que pueden suministrar depende de la capacidad del elemento, es decir, del número de amperios-horas que le es dable admitir en su carga máxima.

Conocido el consumo de corriente (intensidad = I) y la capacidad de la batería (amperios-horas = A), el tiempo en que se efectúa la descarga (horas = H) está dado por:

$$H = \frac{A}{I}$$

Supondremos una batería con capacidad para 90 amperios-horas y que deba suministrar corriente con intensidad de 2 amperios: la descarga habría terminado a las:

$$H = \frac{90 (A)}{2 (I)} = 45 \text{ horas.}$$

La constancia práctica de la fuerza electro-motriz durante el proceso de la descarga y la baja resistencia interna de los elementos, hacen del acumulador la fuente de energía ideal para los usos telegráficos, por cuanto permite atender los diversos circuitos de las grandes centrales con una sola batería de capacidad apropiada (batería universal).

Decimos una sola batería, aunque en rigor deben ser dos, teniendo en cuenta que la mayoría de los aparatos de la telegrafía moderna utilizan en su trabajo los dos signos de la corriente (doble corriente), y es sabido que la disposición de *batería universal* no admite la inversión de los signos, siendo necesario recurrir al montaje de doble batería para obtener los polos positivo y negativo, independientemente.

Ahora bien: si en las utilizaciones telegráficas se hiciera uso de un voltaje determinado y único en el suministro de energía, ya sea que se trate de circuitos largos, cortos o locales, la aplicación de los acumuladores resultaría de una sencillez suma, como ocurre con su aprovechamiento en el campo industrial, donde las lámparas o máquinas están fabricadas para que se adapten al voltaje de la respectiva fuente de energía; mientras que en la telegrafía son los voltajes los que deben adaptarse a las *máquinas* y circuitos a fin de obtener el paso de la intensidad requerida.

Para utilizar la disposición industrial en el suministro de corriente a los aparatos telegráficos, se hace necesario reducir la energía a fuerza de resistencias que se intercalan entre la fuente y los aparatos, máxime si los circuitos son locales o de corta extensión. Esta disposición no exige mayores atenciones, ni encarna peligro alguno para la vida de los acumuladores, desde que la descarga es uniforme en todos los vasos, sin que sea menester recurrir a procedimientos de conmutación; pero en verdad no es racional su empleo en telegrafía. Hoy se preconiza la conveniencia de trabajar con el más bajo voltaje posible para obtener el mayor rendimiento y la función regular de los aparatos de alta velocidad, evitando las chispas de ruptura,

las inducciones y demás efectos perniciosos de las tensiones exageradas. Para conseguir este propósito se hace necesario reducir a su expresión mínima todo lo que signifique resistencia, sea la interior de una batería o la adicional intercalada entre la fuente y los aparatos. Se admite como perjudicial todo lo que exceda de tres ohmios por voltio.

En el montaje de *batería universal* es muy difícil satisfacer plenamente esta condición, máxime si se trata de acumuladores, pero es menester acercarse en lo posible al término propuesto, tomando de la fuente dos, tres o más voltajes distintos para utilizarlos como más convenga a la naturaleza de los circuitos telegráficos.

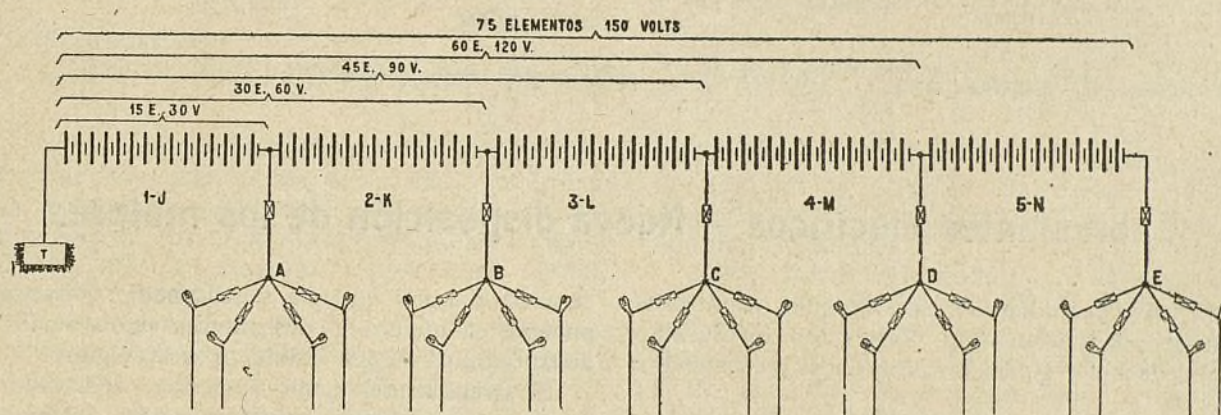
Empleando diversos voltajes, la descarga de los acumuladores no se produce uniformemente, y por tanto su manipulación se hace complicada. Hay que

Lámparas del grupo A = 60 ohms c/u.

| | | | | | |
|---|---|---|---------|---|---|
| » | » | » | B = 120 | » | » |
| » | » | » | C = 180 | » | » |
| » | » | » | D = 240 | » | » |
| » | » | » | E = 300 | » | » |

Observando el esquema precedente, se nota a simple vista que la sección 1, además de suministrar corriente a las derivaciones de A, debe hacerlo a las de B, C, D y E; la sección 2, además de las de B, a las C, D y E, etc., de donde se infiere que las secciones no se descargan uniformemente y de no adoptarse el procedimiento de conmutación de las secciones, ocurriría que la sección 1 llegaría a agotarse, en tanto que las 5, 4, 3 y 2 conservarían en orden proporcional decreciente una cantidad de energía utilizable.

La permutación periódica de las diversas secciones,



adaptar a la batería un sistema de conmutación que permita variar periódicamente la posición de las distintas secciones al objeto de obtener la uniformidad requerida en la descarga final.

Para que el procedimiento resulte práctico, el número de voltajes no debe exceder de tres: cincuenta, cien y ciento cincuenta voltios por ejemplo. Haciendo frecuentes las conmutaciones periódicas, es dable obtener la uniformidad de la descarga a su finalización.

Para tratar con más amplitud el tema y a fin de someter el período de conmutaciones a la rigurosidad del cálculo, tomaremos como ejemplo una batería de acumuladores de 150 voltios, distribuida en cinco voltajes a 30 voltios de progresión, como se ve en el esquema que ilustra esta página.

Los números 1, 2, 3, 4 y 5 indican las secciones que deben ser permutadas en la conmutación. Las letras J, K, L, M y N, indican la posición relativa que deben ocupar las secciones en los diversos períodos. Las letras A, B, C, D y E determinan el punto en donde se bifurcan las derivaciones de distribución, correspondiendo cada lámpara a una pila. Las cruces representan fusibles.

La capacidad de la batería se supone de 90 amperios-horas.

A fin de prevenir los efectos de los corto-circuitos y advertir su presencia, las lámparas deben ser de una resistencia tal para cada sección que en ningún caso permitan un paso de intensidad mayor a 0,5 de amperio (medio amperio), lo que equivale a una resistencia de 2 ohmios por voltio como se ve en el cuadro siguiente:

que ha de permitir la uniformidad en la descarga, debe ajustarse a las indicaciones del siguiente cuadro:

| | | POSICIÓN | | | | |
|-------------|-----------|----------|---|---|---|---|
| | | J | K | L | M | N |
| 1.º período | Secciones | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2.º | » | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 |
| 3.º | » | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 |
| 4.º | » | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 |
| 5.º | » | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 |

El tiempo en que debe fijarse la duración de los períodos, depende de la cantidad de corriente que se suministre a cada serie de derivaciones y de la capacidad de la batería.

Veamos el ejemplo, fijando la capacidad en 90 amperios-horas y el paso de intensidad por las derivaciones en:

| | |
|-------------------|-----------------|
| Derivaciones de A | = 0,650 amperes |
| » B | = 0,350 » |
| » C | = 0,250 » |
| » D | = 0,100 » |
| » E | = 0,100 » |

Ahora bien: como el grupo o sección 1 de acumuladores debe suministrar corriente a las series de A, B, C, D, E, y la sección 2 a las de B, C, D, E, etc., como se ha dicho, es necesario para los fines del cálculo, establecer el consumo real de cada una de las secciones, lo que en nuestro ejemplo daría el resultado siguiente:

| | | |
|-----------|---------------------|---------------|
| Grupo 1 = | A + B + C + D + E = | 1,450 amperes |
| » 2 = | B + C + D + E = | 0,800 » |
| » 3 = | C + D + E = | 0,450 » |
| » 4 = | D + E = | 0,200 » |
| » 5 = | E = | 0,100 » |

Considerado este consumo, el agotamiento de cada grupo o sección se habría efectuado en el tiempo que a continuación se expresa:

El grupo 1 se descargaría totalmente en

$$\begin{aligned} \frac{90}{1,450} &= 62 \text{ horas} \\ \text{» » 2 en } \frac{90}{0,800} &= 112 \text{ horas} \\ \text{» » 3 en } \frac{90}{0,450} &= 200 \text{ horas} \\ \text{» » 4 en } \frac{90}{0,200} &= 450 \text{ horas} \\ \text{» » 5 en } \frac{90}{0,100} &= 900 \text{ horas} \end{aligned}$$

El tiempo que correspondería a los períodos de permuta, a fin de obtener la descarga total y uniforme en las cinco secciones, se establece empleando la siguiente fórmula, en donde el número 90 indica la capacidad de la batería:

$$\frac{90}{1,450 + 0,800 + 0,450 + 0,200 + 0,100}$$

o sea:

$$\frac{90}{3,000} = 30 \text{ horas.}$$

Es decir que cada 30 horas habría que efectuar una conmutación en el orden que se determina en el cuadro respectivo; y siendo cinco el número de secciones a permutarse, resultaría que la descarga total de la batería completa se habría producido a las ciento cincuenta horas.

RICARDO LÓPEZ.

Revista Telegráfica (Buenos Aires).

Cabrestantes eléctricos — Nueva disposición de los motores

El nuevo procedimiento descrito en la «Elektrische Zeitung» por el señor Aug. Rasmussen consiste en el empleo de motores para corriente constante dispuestos

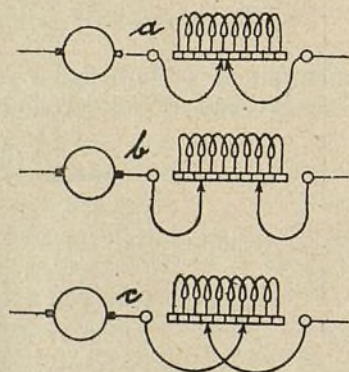


Fig. 1.—Método de reglaje.

en serie por grupos de dos y funcionando con voltaje variable. A cada grupo de dos motores corresponden dos generadores contruados también para corriente constante.

La regulación del funcionamiento de la instalación se hace mediante uno de los tres métodos siguientes:

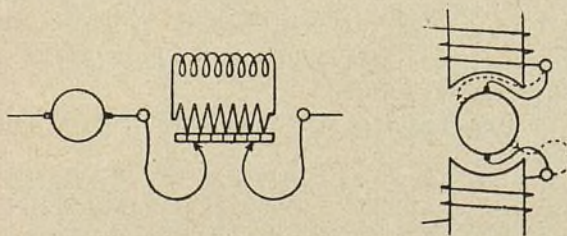
Primer método (fig. 1).—Diferentes puntos del devanado están conectados con las distintas secciones de una barra de contacto a lo largo de la cual se deslizan en direcciones opuestas dos piezas de contacto, bastando el sencillo movimiento de una palanca para poner el motor en una u otra de las tres posiciones siguientes: *a* (posición neutra), *b* y *c* (posiciones correspondientes respectivamente al enrollamiento del cable sobre el cabrestante y a su desenrollamiento). Puesto que la corriente que pasa por el motor es aproximadamente constante e independiente de la carga, el esfuerzo que tiende a desarrollar dicho motor, por cada posición determinada del mecanismo de reglaje, es también constante. En caso de hallarse sobre-

cargado, el motor se para sencillamente, volviendo a ponerse en marcha al desaparecer el obstáculo, sin destrucción de ningún fusible, ni avería alguna.

El arranque del motor se obtiene apartando los contactos uno del otro hasta determinar un refuerzo suficiente (esquema *b*). Luego, se reduce nuevamente el intervalo que separa dichos contactos hasta realizar la velocidad deseada. Si la puesta en marcha del motor tiene por objeto reducir la carga (esquema *c*) los contactos han de ser llevados, cada uno, algo más allá del punto en que se cruzan, de modo que determinen un esfuerzo en sentido opuesto que sea suficiente para contrarrestar la fricción. Si la carga fuera suficiente para poner en movimiento el mismo cabrestante, los contactos volverían a la posición *b* y el motor funcionaría entonces como generador, devolviendo energía a la red de distribución. El reglaje no requiere sino un movimiento de palanca, siendo por lo demás automático.

Segundo método de reglaje (fig. 2).—Es en principio, el mismo que el anterior y solo difiere de él por la presencia de una resistencia dispuesta en paralelo con el devanado y conectada con las delgas de contacto.

En cuanto al tercer método (fig. 3), el más sencillo



Figs. 2 y 3.—Métodos de reglaje.

de todos, puede emplearse con un motor de corriente continua en el cual esté asegurada la conmutación. En este caso, el reglaje se efectúa sencillamente por des-

plazamiento de las escobillas. La posición cero está indicada en el esquema por las líneas continuas, mientras que la posición correspondiente al envolvimiento

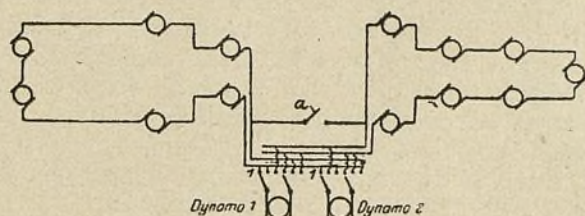


Fig. 4.—Disposición de los cabrestantes y generadores.

del cable sobre el cabrestante está figurada por las líneas punteadas.

El conjunto de la instalación de cabrestantes y ge-

neradores está representado esquemáticamente por la figura 4. Hay dos generadores de corriente continua de 100 kw. y 225 amperios; cada uno de estos puede ser conectado en una u otra de las posiciones siguientes: (1) Para todos los cabrestantes en serie; (2) Para grupos de cabrestantes dispuestos en la mitad anterior del puente; (3) Para grupos de cabrestantes en la mitad posterior del puente.

La fuerza electromotriz de cada generador de 100 kilovatios y 225 amperios varía entre cero y 440 voltios. Este último voltaje puede parecer muy elevado, tratándose de aparatos instalados a bordo de barcos, pero debe tenerse en cuenta que dicho voltaje no es el de un motor, sino la suma de los de todos los motores. Cada uno de éstos está construido, en efecto, para una fuerza electromotriz de 100 a 150 voltios.

Locomotora compound de tipo 2-8-8-8-2 (Véase modelo desmontable)

Como complemento del estudio que en números anteriores publicamos, de la más moderna de las locomotoras tipo compound, el modelo desmontable de este número representa en su conjunto y en sus más salientes e importantes detalles dicha locomotora.

Está construida en Filadelfia, en los talleres de Baldwin, y consta esencialmente de treinta órganos.

La caldera (1) pertenece al tipo de calderas con el hogar y la caja de fuegos anchos y su cuerpo está formado por secciones tronco-cónicas que encajan unas en otras y están unidas por remaches herméticos; estas secciones están construidas con planchas de acero de 46,5 mm. de grueso y en su parte inferior, en la línea de apoyo de los soportes, están reforzadas con nervios, también de acero y de un grueso de 19 mm. La longitud total del cuerpo de la caldera es de 6,5 metros, el diámetro máximo es de 2,5 metros y el mínimo de 2,3 metros.

La caja de humos (2) va colocada, como en todos los tipos, en la parte delantera y está formada por planchas del mismo grueso que el cuerpo de la caldera con el que forma un todo; en su parte superior lleva la chimenea, y su pared posterior está formada por una placa llena de orificios en los que terminan y ajustan los tubos de fuego; en la parte exterior lleva un orificio (14) que permite su limpieza en todos los casos que sea conveniente lo cual puede efectuarse automáticamente. En esta caja desemboca el tubo de tiraje encima de una plancha o placa de desviación cuya anchura es regulable y también puede aumentarse o disminuirse la abertura de dicho tubo según lo exijan las condiciones de la marcha. La mínima abertura es de 177 mm. \times 76 mm. y la máxima de 177 \times 228 milímetros.

La chimenea (3) va colocada en el centro de la parte superior de la caja de humos, es muy corta, pues el tiro forzado no exige longitud alguna a este órgano; está construida de palastro y tiene un diámetro de 55 milímetros.

La tubería de extracción o toma del vapor (4) parte de la cúpula, corre hacia la parte anterior de la locomotora, atraviesa la caja de humos y baja

hasta empalmar con los tubos de alimentación de los cilindros (5) que corren exteriormente a lo largo del cuerpo de la caldera y van a parar a cada uno de los cilindros.

Estos (6) son de fundición y de un mismo tipo, tienen un diámetro exterior de 914 mm. y están revestidos interiormente con una placa de metal Hunt-Spiller de 19 mm. de grueso; van fijos mediante pernos y rebordes apropiados a los asientos labrados el chasis sobre que descansa la caldera y que lleva los ejes y ruedas de la locomotora.

Los émbolos (7) son de acero forjado, rodeados por un anillo de fundición que por su parte anterior se apoya en un par de salientes que rodea la cabeza del émbolo y por la parte posterior está ajustado y mantenido en su centro por un anillo de contención, en forma de cuña y sujeto por una arandela de 6,35 mm. de grueso; el vástago o varilla del émbolo es de acero, de 114 mm. de diámetro que aumenta en los extremos hasta llegar a 127 mm., y que en su extremo va unido a la cruceta (8) que con sus guías imprime el movimiento al mecanismo de biela y manivela (9) que transforma su movimiento alternativo en movimiento circular y dan empuje a las ruedas (10) que son también de acero fundido y macizas; un eje igualmente de acero se apoya sobre cojinetes (11) empotrados en el chasis, forrados de bronce y formados por dos piezas unidas por pernos y que abrazan entre ellas al eje de las ruedas.

El chasis o marco sobre el que se apoya la locomotora (12) está dividido en dos secciones formadas por vigas de acero al vanadio fundido, de 152 mm. de grueso y de una altura de 177 mm. sobre los cubos de las ruedas y de 279 mm. junto a los cilindros para poder dar apoyo a las sillas donde van colocados dichos cilindros y en la parte delantera forma una plataforma (13) con tres escalones y rodeada por una barandilla de barras de cobre que da acceso a la parte anterior de la locomotora enfrente de la caja de humos y permite la abertura de la puerta de limpia de la misma (14).

El vapor de escape sale conducido por el tubo (15) que lo lleva al exterior pasando antes a través

del recalentador; las juntas de dicho tubo están formadas por collares de bronce sobre los que se colocan arandelas de amianto para evitar las pérdidas de vapor.

Los ejes de las ruedas van unidos al marco mediante poderosos resortes de ballesta (16) formados de gruesas láminas de acero templado y colocados en la parte interna del marco con la lámina maestra en la parte baja.

La unión de la caldera con el marco se verifica mediante los soportes (17) que sirven de punto de apoyo y que se enlazan al cuerpo de la caldera (1) mediante pernos que se atornillan a los nervios de que se ha hecho mención al describir dicho cuerpo. Estos soportes, algunos de los cuales sirven de apoyo a los cilindros, son de acero fundido y en su parte superior presentan la forma adecuada para que sobre ella pueda descansar perfectamente la caldera que es de forma tronco-cónica; en su parte lateral llevan también dispuesto el encaje en que deben colocarse los cilindros.

El cambio de marcha (18) está formado por un conjunto de palancas, que movidas por el maquinista mediante un largo vástago, invierten la distribución del vapor en los cilindros y hace que el movimiento giratorio de las ruedas pueda verificarse en sentido contrario.

Los tubos de la caldera (19) son de cobre, tienen una longitud de 6 metros y forman un conjunto de 53 elementos por los que el vapor pasa antes de ser llevado a los cilindros.

La cúpula de toma de vapor (20) situada aproximadamente a la mitad del cuerpo de la caldera, es de plancha de acero de un grueso de 19 mm. de forma rebajada y unida mediante remaches a la plancha del cuerpo de la caldera.

A cada lado del cuerpo de la caldera y a lo largo y encima del chasis hay una plataforma (21) cuyo objeto es facilitar el acceso a las partes exteriores de la locomotora para su inspección, limpieza y reparación.

En la parte baja y posterior del cuerpo de la caldera está situado el cenicero (22) que es del tipo de tolva honda y está dividido en tres departamentos longitudinales, de los cuales el tercero se encuentra entre el tercer y el cuarto par de ruedas motrices del grupo central; cada departamento o tolva secundaria lleva una puerta de descarga que se abre o cierra a voluntad mediante palancas manejadas por el fogonero.

Este y el maquinista dirigen y manejan la locomotora desde la cabina (24) directamente sobre el chasis del que la separa una plataforma de palastro (30). La cabina es de plancha metálica, con ventanas gemelas laterales, sin puerta ni pared en la parte posterior, con escalerilla de acceso y con el techo abovedado y muy poco más alto que la parte más alta del cuerpo de la caldera.

La parte anterior de la cabina está compuesta por la pared posterior del hogar (27) o cámara de combustión, formada por placas laterales de 12 mm., una placa superior de 16 mm. de grueso y otra posterior de donde arrancan los tubos de fuego (28) de 14,5 mm. de grueso; todas estas placas están unidas por remaches de 22 mm. Los tubos de fuego son de acero, de 57 mm. de diámetro y están empotrados entre dos placas, una que forma la pared anterior de la cámara de combustión y otra la posterior de la caja de humos.

En la parte inferior de la primera sección del hogar se encuentra el emparrillado o regilla (26), colocado directamente sobre el cenicero con una ligera inclinación hacia delante y alimentada de combustible por un cargador mecánico. La superficie es de 0,27 m.². En la parte posterior se encuentra la puerta del hogar (29) y encima de ella el inyector de vapor (23) para obtener el tiro forzado y que es del tipo corriente, lo mismo que el regulador de expansión (25) colocado al lado del chasis sobre el aparato de cambio de marcha.

J. B. DE AGUILAR-AMAT, Ingeniero.

Turbo-generador de 6250 kilovatios (Véase lámina plano central)

III

El tope *o* puede también zafarse mediante la empuñadura que se ve en las figuras 15 y 16 y entonces la válvula de paso queda instantáneamente parada. Esta válvula y su asiento son de acero al níquel y su caja es de acero dulce fundido; el asiento de la válvula está sujeto por medio de pernos provistos de un tapón de cobre introducido en una ranura de su extremo de modo que evita todo escape; esta disposición está indicada en *y* y la varilla de la válvula va provista de una empaquetadura metálica. Como se ve en las figuras 12 y 14 una válvula auxiliar está unida al espacio *m* de la rama de descarga de la válvula y tiene por objeto facilitar la operación de abrir la válvula de paro mediante el volante movido a mano. Esta válvula *m* está colocada de modo que cuando el vapor a alta presión llena y pasa a través del espacio *m*, la mantiene sobre su asiento. Cuando se vuelve a abrir la válvula principal, la presión en *m* disminuye por la abertura de la válvula

auxiliar, de manera que con el volante debe vencerse sólo la presión del resorte.

El regulador es del tipo centrífugo y, como se ve en la figura 7, está accionado mediante una varilla giratoria y un engranaje helizoidal; está dispuesto de modo que mantenga la velocidad de la turbina constante con una variación del 2 por 100 y que esta velocidad pueda variar si conviene en un 5 por 100 cuando el turbo-generador esté en marcha. Para esto la presión del resorte del regulador puede variarse mediante un volante, como se ve en la figura 9.

La válvula reguladora es accionada por un elevador de aceite, cuyas válvulas de reglaje se ajustan mediante la manivela de la figura 8, y es del tipo patentado hace poco tiempo por la Brush Company. Consiste en esencia de una tobera cónica *p*, cuya abertura puede cerrarse con el cilindro corredero *q*. La velocidad del vapor es relativamente grande en el extremo de la to-

de la
del tipo
tamen-
se en-
ruedas
mento o
ga que
tas ma-

a loco-
obre el
palastro
venta-
d en la
con el
a parte

mpuesta
cámara
ales de
e grue-
bos de
s estas
m. Los
de diá-
as, una
e com-
nos.

ción del
la (26),
on una
ada de
super-
se en-
e ella el
forzado
el regu-
l chasis

geniero.

vencerse

o se ve
arilla gi-
uesto de
na cons-
sta velo-
0 cuan-
a esto la
irse me-

elevador
median-
atentado
nsiste en
a puede
idad del
de la to-

III.-Turbo - generador de 6250 kilowattios

N.º 47.

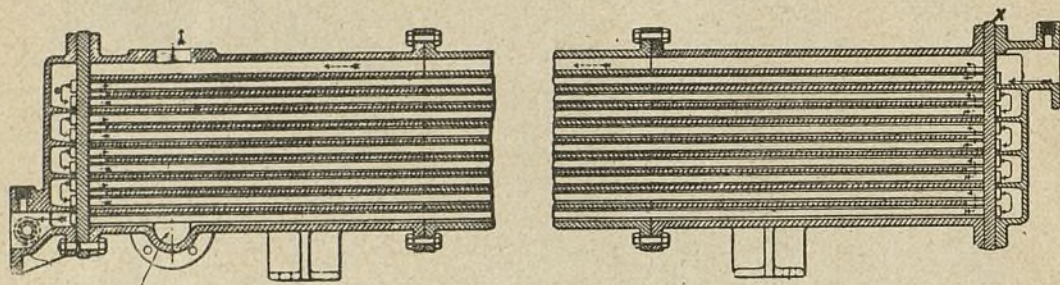


Fig. 21

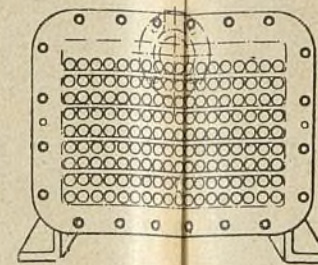


Fig. 23

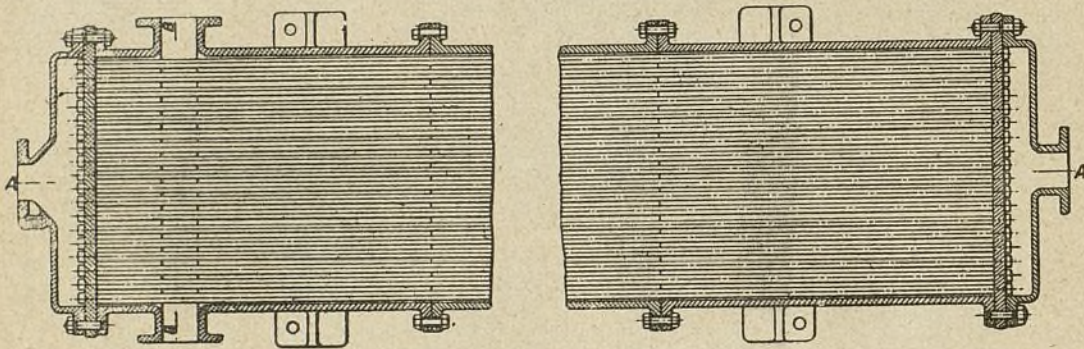


Fig. 22.

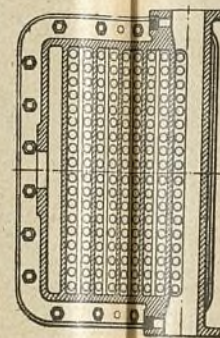


Fig. 24

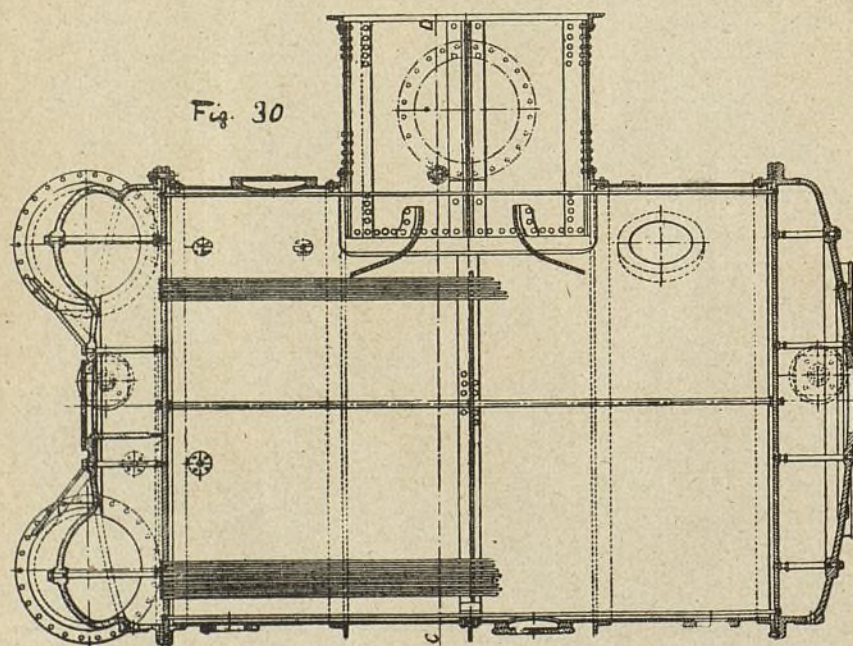


Fig. 30

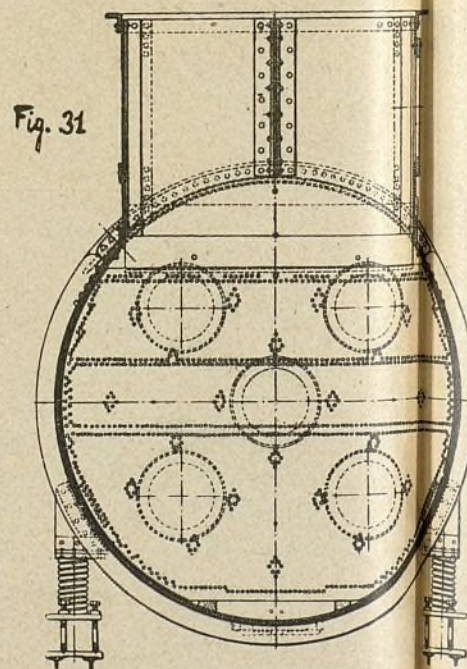


Fig. 31

Fig. 21.—Refrigerador de aceite, corte por AA—las flechas punteadas indican el recorrido del agua, y las llenas el del aceite.

Fig. 22.—Refrigerador de aceite: planta.

Fig. 23.—Refrigerador de aceite: vista del extremo X.

Fig. 24.—Refrigerador de aceite: corte por BB.

Fig. 25.—Bomba auxiliar de aceite: alzada y corte por BB (fig. 27).

Fig. 26.—Bomba auxiliar de aceite: corte por AA (fig. 25).

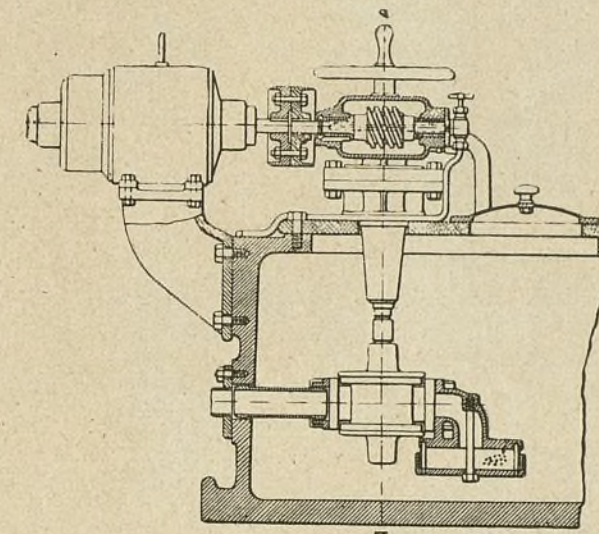


Fig. 25

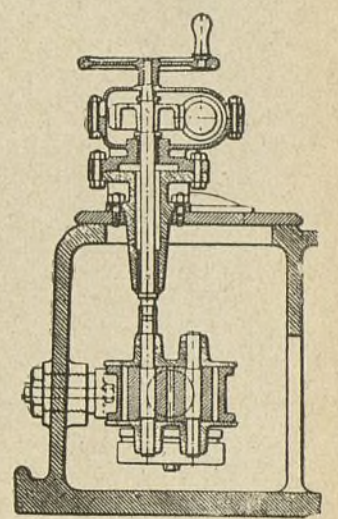


Fig. 26

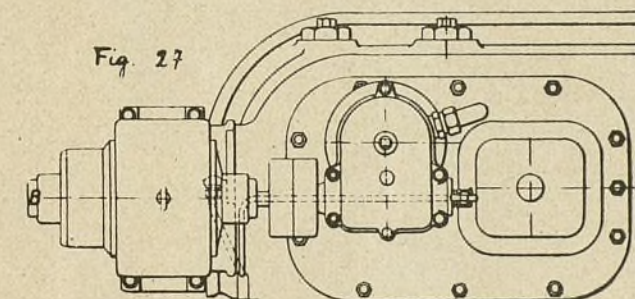


Fig. 27

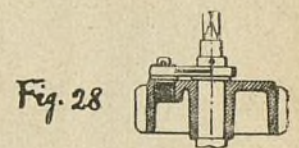


Fig. 28

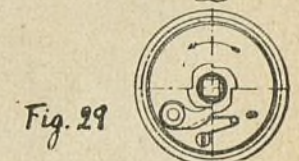


Fig. 29

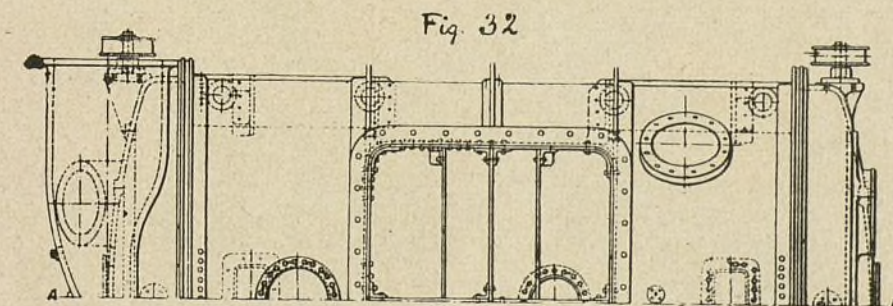


Fig. 32

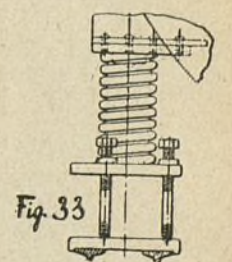


Fig. 33

Fig. 27.—Bomba auxiliar de aceite: planta.

Fig. 28 y 29.—Bomba auxiliar de aceite: detalles.

Fig. 30.—Condensador: corte por AB (fig. 32).

Fig. 31.—Condensador: corte por CD (fig. 30).

Fig. 32.—Condensador: alzada.

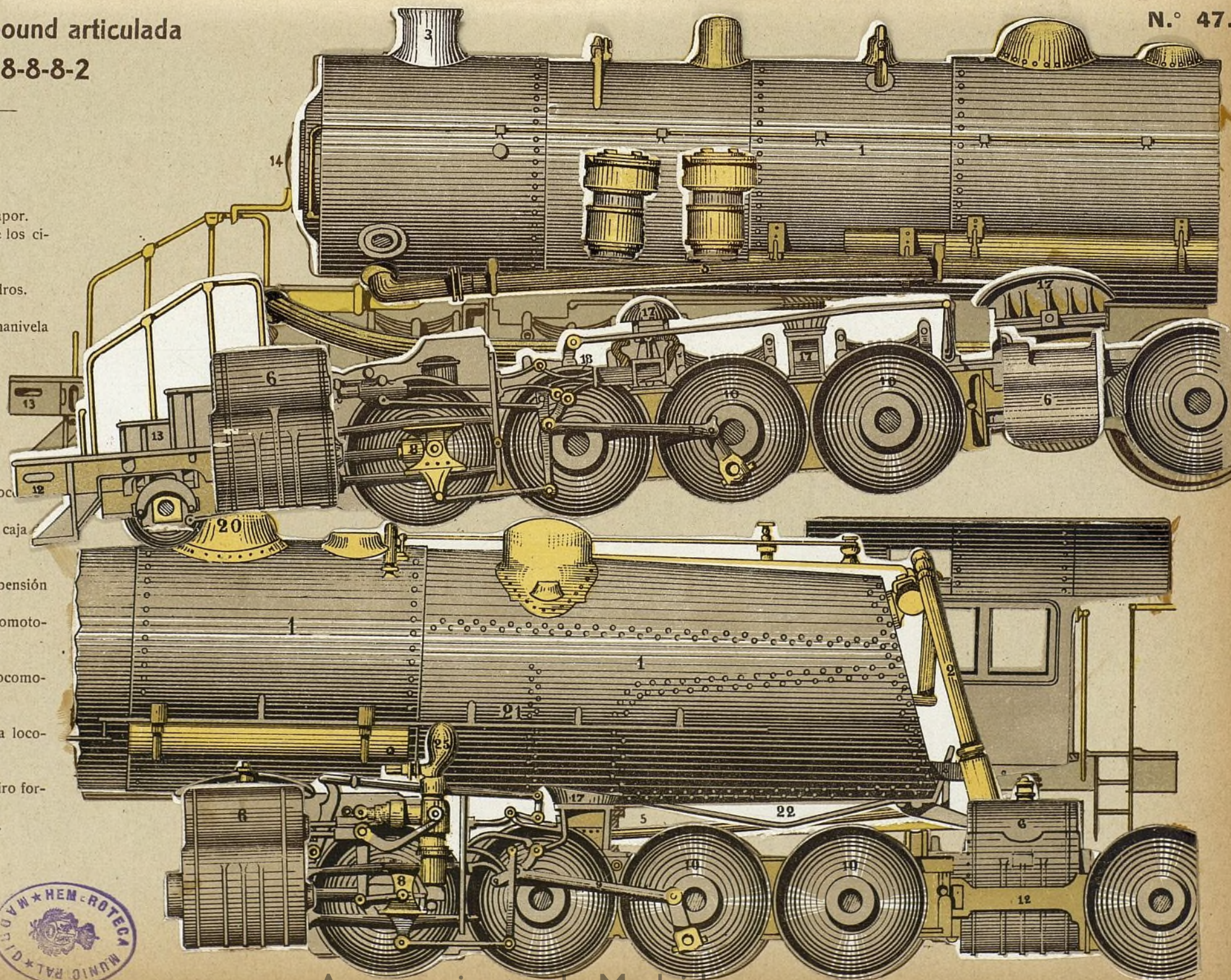
Fig. 33.—Condensador: detalle de los resortes de unión a la turbina.

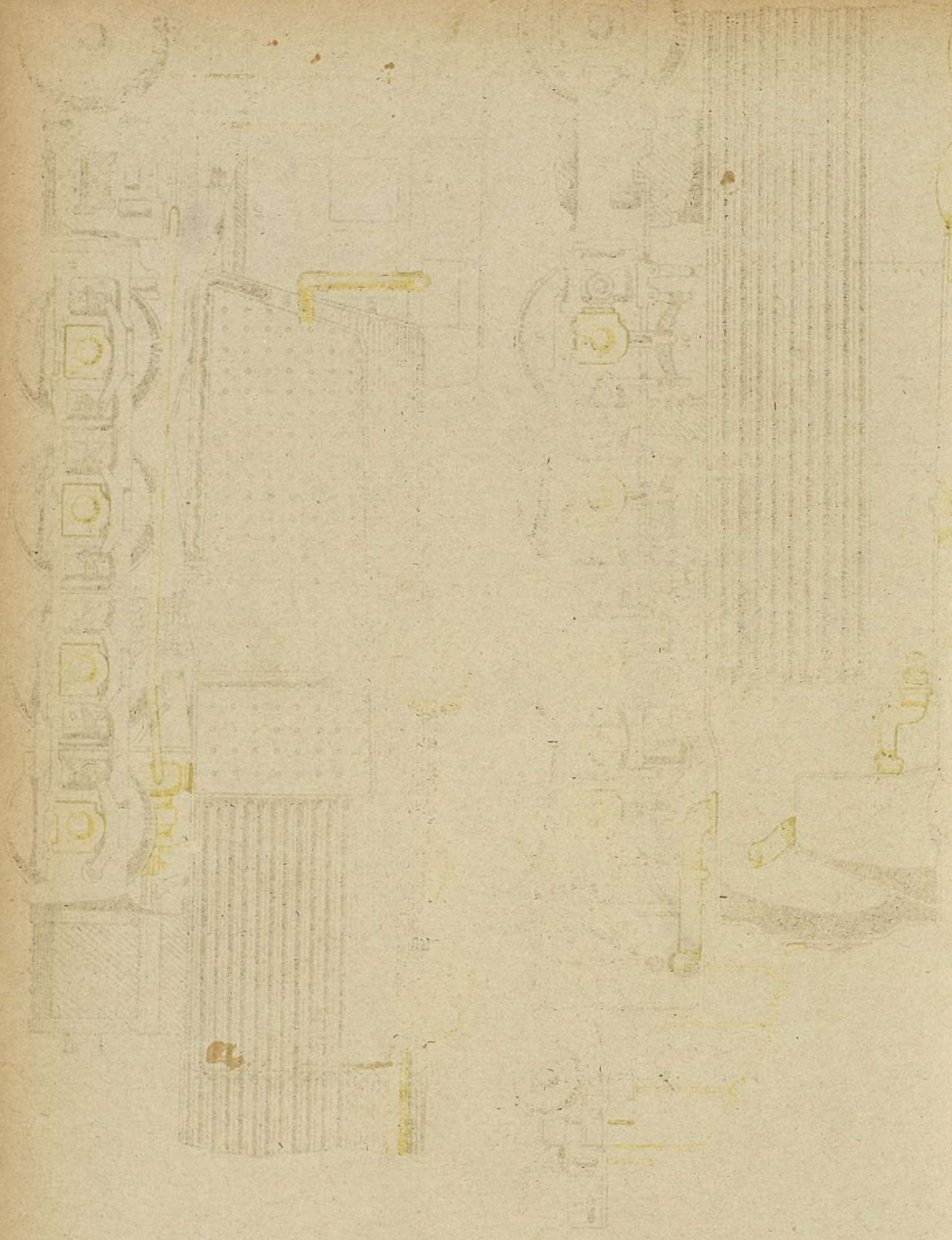


Locomotora compound articulada del tipo 2-8-8-8-2

N.º 47.

- 1.—Cuerpo de la caldera.
- 2.—Caja de humos.
- 3.—Chimenea.
- 4.—Tubería de extracción del vapor.
- 5.—Tuberías de alimentación de los cilindros.
- 6.—Cilindros de la locomotora.
- 7.—Émbolo de uno de los cilindros.
- 8.—Cruceta y guías.
- 9.—Mecanismo de biela y manivela transmisor del movimiento.
- 10.—Ruedas.
- 11.—Cojinetes de suspensión del eje de las ruedas.
- 12.—Marco o chasis de apoyo de la locomotora.
- 13.—Plataforma anterior de la locomotora.
- 14.—Orificio para la limpia de la caja de humos.
- 15.—Tubo de escape del vapor.
- 16.—Resortes de ballesta de suspensión de los ejes de las ruedas.
- 17.—Apoyos del cuerpo de la locomotora sobre el marco o chasis.
- 18.—Cambio de marcha.
- 19.—Tubos de la caldera de la locomotora.
- 20.—Cúpula de toma de vapor.
- 21.—Plataforma a lo largo de la locomotora.
- 22.—Cenicero.
- 23.—Inyector de vapor para el tiro forzado.
- 24.—Cabina para los maquinistas.
- 25.—Regulador de expansión.
- 26.—Regilla.
- 27.—Hogar.
- 28.—Tubos de fuego.
- 29.—Puerta hogar de la caldera.
- 30.—Plataforma de la cabina.





bera y por
dad de v
esta veloci
del diámet
ocasiona
de vapor

El elev
trabaja a u
drado y e
movido po
aceite a to
cuyos dien
como se v

Los co
tro por 38
la velocidad
fundido fo
en un sop
aceite para
de la parte
bronce jun
vil, colocac

El sigui
La prim
de experin
sufen las p
nes de ca

La seg
vista teórica
metal duran

La comp
los cuales
signada en

| Núm. | Carbo % |
|------|------------|
| 1 | 0,3 |
| 2 | 0,4 |
| 3 | 0,6 |
| 4 | 0,8 |
| 5 | 1,1 |

CUADRO

| Temperatura centígrados | Resistencia eléctrica microhm |
|----------------------------|-------------------------------------|
| 722 | 19,2 |
| 732 | 22,2 |
| 743 | 23,3 |
| 763 | 23,4 |
| 784 | 23,8 |
| 830 | 23,3 |
| 902 | 23,4 |
| 998 | 23,4 |
| Rec. | 19,5 |

bera y por una pequeña abertura pasa una gran cantidad de vapor. En la porción divergente de la tobera esta velocidad es mayor todavía, con lo que, a pesar del diámetro relativamente pequeño de la válvula, ésta ocasiona una baja en la presión. Hay también un filtro de vapor *r*.

El elevador de aceite que alimenta la lubricación, trabaja a una presión de 16 gramos por milímetro cuadrado y es accionado por un mecanismo de bomba movido por el vástago del regulador. Va también el aceite a todos los cojinetes y al engranaje helizoidal, cuyos dientes reciben el aceite por un dispositivo *s* como se ve en la figura 7.

Los cojinetes principales tienen 254 mm. de diámetro por 381 mm. de largo y su superficie *g* se mueve a la velocidad de 1,60 m. por segundo; son de hierro fundido forrados de metal blanco y están sustentados en un soporte mediante cuatro oquedades esféricas. El aceite para su lubricación entra en el cojinete a través de la parte baja y pasa por un canal practicado en el bronce junto al diámetro horizontal. Una palanca móvil, colocada en el extremo de alta presión sirve para

regular y fijar el empuje como se ve en la figura 15.

El refrigerador del aceite está indicado en las figuras 21 a 24 y consiste en tres cuerpos de fundición unidos entre sí y divididos mediante tabiques en nueve departamentos, a través de los cuales circula sucesivamente el agua. En cada departamento hay diez y ocho tubos de 19 mm. de diámetro por 1,856 m. de longitud, por cuyo interior circula el aceite sucesivamente, con lo que pasa nueve veces a través de todo el refrigerador.

Para la lubricación en el momento de la puesta en marcha, hay una bomba especial detallada en las figuras 25 a 29.

El condensador está construido de planchas de acero de 12 mm. de espesor, roblonadas y reforzadas con hierros de ángulo; las cajas de agua son de fundición y el agua pasa dos veces a través de ellas. Está colocado al lado de la turbina junto al extremo de escape con la interposición de un tubo flexible, para que los movimientos ocasionados por la expansión puedan verificarse. Los detalles pueden verse en las figuras 30 a 34.

J. B. DE AGUILAR-AMAT, Ing. Ind.

Contribución a la teoría del endurecimiento

El siguiente trabajo se divide en dos partes.

La primera da cuenta de los resultados de una serie de experimentos relativos a las modificaciones que sufren las propiedades de aceros con varias proporciones de carbono, al variar la temperatura del temple.

La segunda es una discusión, desde el punto de vista teórico, de los fenómenos que tienen lugar en el metal durante la operación del temple.

I.—Métodos experimentales

La composición y propiedades de los aceros sobre los cuales se verificaron los experimentos está consignada en los cuadros I y siguientes:

CUADRO I

| Núm. | Carbono % | Silicio % | Manganeso % | Azufre % | Fósforo % |
|------|--------------|--------------|----------------|-------------|--------------|
| 1 | 0,35 | 0,113 | 0,385 | 0,047 | 0,043 |
| 2 | 0,49 | 0,094 | 1,111 | 0,047 | 0,052 |
| 3 | 0,69 | 0,113 | 0,121 | 0,033 | 0,005 |
| 4 | 0,86 | 0,056 | 0,070 | 0,019 | 0,005 |
| 5 | 1,18 | 0,094 | 0,050 | 0,022 | 0,008 |

CUADRO II.—Acero n.º 1, 0,35 % de carbono

| Temperatura centígrados | Resistencia eléctrica en microhmios | Saturación intensidad % | Magnetismo remanente cm. | Densidad | Volumen específico | Sonoridad segundos |
|----------------------------|---|-------------------------------|--------------------------------|----------|-----------------------|-----------------------|
| 722 | 19,2 | 98,0 | 2,5 | 7,859 | 0,12724 | 35 |
| 732 | 22,2 | 96,6 | 6,7 | 7,841 | 0,12754 | 9 |
| 743 | 23,3 | 96,0 | 10,05 | 7,836 | 0,12762 | 6,5 |
| 763 | 23,4 | 96,0 | 4,5 | 7,836 | 0,12762 | 6,5 |
| 784 | 23,8 | 96,0 | 15,25 | 7,834 | 0,12765 | 6,5 |
| 830 | 23,3 | 95,5 | 18,9 | 7,837 | 0,12760 | 6,5 |
| 902 | 23,4 | 96,0 | 18,4 | 7,836 | 0,12762 | 6,5 |
| 998 | 23,4 | 95,5 | 18,85 | 7,836 | 0,12662 | 7 |
| Rec. | 19,5 | — | — | — | — | — |

CUADRO III.—Acero n.º 2, 0,49 % C. 1,11 % Mn.

| Temperatura centígrados | Resistencia eléctrica en microhmios | Saturación intensidad % | Magnetismo remanente cm. | Densidad | Volumen específico | Sonoridad segundos |
|----------------------------|---|-------------------------------|--------------------------------|----------|-----------------------|-----------------------|
| 722 | 19,4 | 95,8 | 4,6 | 7,825 | 0,12779 | 41 |
| 732 | 27,2 | 91,6 | 6,65 | 7,788 | 0,12846 | 5 |
| 743 | 29,1 | 91,6 | 14,4 | 7,776 | 0,12861 | 5 |
| 765 | 29,1 | 92,2 | 17,9 | 7,775 | 0,12861 | 5 |
| 784 | 29,5 | 92,5 | 26,4 | 7,772 | 0,12867 | 5 |
| 830 | 29,0 | 92,2 | 13,95 | 7,771 | 0,12868 | 5 |
| 902 | 29,1 | 92,5 | 18,95 | 7,773 | 0,12865 | 5 |
| 998 | 29,0 | 92,5 | 23,25 | 7,776 | 0,12860 | 5 |
| Rec. | 20,2 | — | — | — | — | — |

CUADRO IV.—Acero n.º 3, 0,69 % de carbono

| Temperatura centígrados | Resistencia eléctrica en microhmios | Saturación intensidad % | Magnetismo remanente cm. | Densidad | Volumen específico | Sonoridad segundos |
|----------------------------|---|-------------------------------|--------------------------------|----------|-----------------------|-----------------------|
| 722 | 17,4 | 95,5 | 6,25 | 7,827 | 0,12777 | 40,5 |
| 735 | 19,3 | 90,0 | 10,15 | 7,783 | 0,12849 | 6,5 |
| 743 | 28,8 | 89,4 | 19,85 | 7,761 | 0,12885 | 4,5 |
| 765 | 30,6 | 89,2 | 15,9 | 7,758 | 0,12890 | 4,5 |
| 784 | 30,2 | 89,2 | 21,9 | 7,754 | 0,12897 | 4,5 |
| 830 | 30,5 | 89,2 | 20,1 | 7,757 | 0,12891 | 4,5 |
| 902 | 30,5 | 89,4 | 21,65 | 7,759 | 0,12889 | 4,5 |
| 998 | 30,4 | 89,2 | 26,5 | 7,762 | 0,12883 | 4,5 |
| Rec. | 17,1 | — | — | — | — | — |

CUADRO V.—Acero n.º 5, 0,86 % de carbono

| Temperatura centígrados | Resistencia eléctrica en microhmios | Saturación intensidad % | Magnetismo remanente cm. | Densidad | Volumen específico | Sonoridad segundos |
|----------------------------|---|-------------------------------|--------------------------------|----------|-----------------------|-----------------------|
| 722 | 19,3 | 93,9 | 3,7 | 7,814 | 0,12798 | 34 |
| 732 | 25,8 | 89,6 | 10,4 | 7,770 | 0,12870 | 6 |
| 743 | 34,6 | 87,6 | 31,5 | 7,762 | 0,12883 | 5 |
| 765 | 37,1 | 85,0 | 22,5 | 7,744 | 0,12914 | 3,5 |
| 785 | 38,0 | 84,4 | 24,0 | 7,737 | 0,12926 | 4 |
| 830 | 38,8 | 83,9 | 26,7 | 7,737 | 0,12925 | 4 |
| 902 | 39,2 | 84,5 | 24,0 | 7,735 | 0,12929 | 4 |
| 998 | 39,0 | 84,5 | 23,5 | 7,727 | 0,12942 | 4 |
| Rec. | 18,8 | — | — | — | — | — |

CUADRO VI.—Acero n.º 5, 1,18 % de carbono

| Temperatura centígrados | Resistencia eléctrica en microhmios | Saturación intensidad % | Magnetismo remanente cm. | Densidad | Volumen específico | Sonoridad segundos |
|----------------------------|---|-------------------------------|--------------------------------|----------|-----------------------|-----------------------|
| 722 | 17,9 | 92,0 | 1,7 | 7,750 | 0,12854 | 46 |
| 732 | 21,0 | 89,5 | 3,0 | 7,802 | 0,12818 | 16 |
| 743 | 31,2 | 85,4 | 25,6 | 7,753 | 0,12899 | 5 |
| 765 | 30,5 | 85,1 | 14,6 | 7,758 | 0,12890 | 5 |
| 785 | 33,0 | 82,6 | 15,4 | 7,752 | 0,12900 | 4,5 |
| 844 | 41,3 | 75,3 | 24,4 | 7,735 | 0,12928 | 4 |
| 902 | 45,8 | 71,4 | 20,4 | 7,715 | 0,12962 | 4,5 |
| 998 | 46,1 | 72,1 | 19,4 | 7,713 | 0,12964 | 2 roto |
| Rec. | 17,9 | — | — | 7,718 | 0,12791 | — |

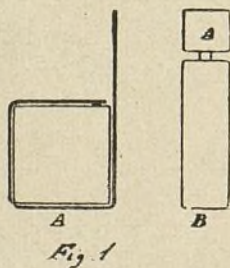
Los aceros N.ºs 3, 4 y 5 son aceros al crisol de calidad pura, mientras los aceros N.ºs 1 y 2 son aceros Bessemer conteniendo una proporción muy grande de manganeso.

Para los ensayos de dureza se utilizaron estos diferentes aceros en barras rectangulares de 25 mm.; para los experimentos relativos a la resistencia eléctrica las muestras consistían en barras o varillas redondas.

Para el tratamiento de los aceros por el calor se utilizó un horno de resistencia eléctrica con baño compuesto de dos partes de cloruro de bario y una parte de cloruro de potasio. Pero, con temperaturas elevadas, hay siempre una evaporación considerable y debe tenerse especial cuidado de que las sales no se depositen sobre los hilos que llevan la corriente de calefacción, porque los destruirían rápidamente.

Las mediciones de temperatura se hacían con termopar de platino y rodio y un registrador de potencia mediante el cual la fuerza electromotriz del par era equilibrada con aproximación máxima de 0,2 milivoltio, con relación a la corriente de una pila tipo, determinándose el valor del exceso por medio de un galvanómetro de carrete móvil en el cual la presencia de una corriente de 0,2 milivoltio se traducía por una desviación de 20 cm. aproximadamente. El par fué confrontado varias veces durante el curso del experimento con un par tipo, de construcción idéntica, y la diferencia entre los dos no excedió nunca de 2 grados C. por 1.000 grados C.

Dureza.—Las pruebas de dureza se verificaron sobre fragmentos de barras de acero cuadradas, de 25 mm. de lado, cortados a 6 mm. de espesor; estos fragmentos eran colgados, durante el experimento, en la forma que muestra la figura 1. Cuando la temperatura del horno había alcanzado el nivel constante requerido, las muestras se sumergían en el baño; después de unos veinte minutos aproximadamente, por cada lote de cinco muestras, la temperatura de éstas se había equilibrado con la del líquido. Se dejaban transcurrir quince minutos más, durante los cuales las muestras se mantenían a la temperatura constante del baño, sumergiéndolas después de este plazo en un depósito que contenía unos 12 litros de agua con 15 por 100 aproximadamente de cloruro de calcio disuelto. Se ano-



taba, antes de la inmersión de cada muestra, la temperatura del agua, que variaba entre 12 y 20 grados.

Los ensayos de dureza se verificaron con una máquina de Brinell del tipo ordinario y antes de ser sometidas las muestras a las pruebas se retocaban con piedra de afilar, siendo luego pulidas como para uu

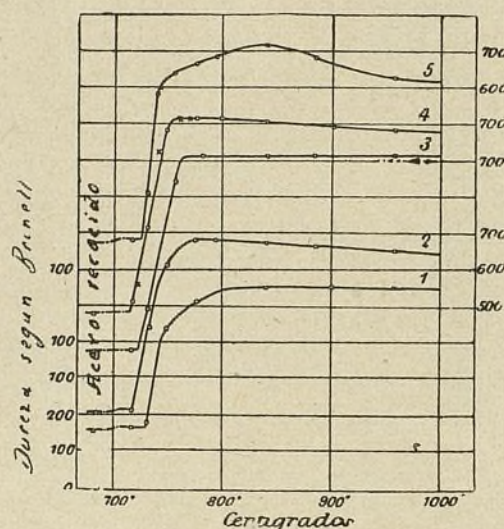


Fig. 2.—Curvas de dureza.

examen micrográfico. Para que pudiesen compararse unos con otros, con el menor error posible, los resultados obtenidos con diferentes aceros, se verificaban las pruebas por series de muestras.

La operación del temple, por más cuidado que se tenga en su realización, no siempre deja al acero el grado de uniformidad que es necesario para asegurar la precisión de las pruebas de dureza; a fin de alejar la probabilidad de errores debidos a esta causa, cada muestra es previamente probada por medio de una solución de ácido nítrico en alcohol al 4 por 100; toda muestra que, después de esta prueba, aparece con una coloración desigual, indicio de falta de uniformidad en el efecto del temple, es desechada. Los resultados de los ensayos de dureza están consignados en el gráfico figura 2 y, como puede verse, la forma general de las curvas es única, siendo pocas las variaciones de la dureza que el acero experimenta. Con acero a 0,35 por ciento de carbono, la dureza aumenta rápidamente entre 730 y 750° C., pasado cuyo límite continúa aumentando, pero de un modo más paulatino, hasta 850°, desde cuyo punto permanece constante hasta el límite de temperatura alcanzado por la experiencia. El aumento de dureza tiene lugar, en su mayor parte, durante el transcurso de los primeros 20 grados, pero no alcanza su máximo hasta una temperatura superior en 100° aproximadamente a dicho punto.

La presencia de manganeso rebaja a 717° el punto de transformación del acero que contiene 0,49 por 100 de carbono y acelera ligeramente la rapidez del aumento de dureza, de modo que el máximo es obtenido a 775° para decaer luego lentamente, pasando de 683 a 640 al llegar a la temperatura de 1.000° C., yendo acompañado este descenso del grado de dureza por una modificación de la naturaleza física del metal que, bajo el microscopio y con un aumento de 400 diámetros, aparece como distintamente granulado. Con acero de 0,69 de carbono, la modificación empieza a 723° y el

máximo de dureza se alcanza a 770°, siendo entonces la dureza de 713. Pasada esta temperatura no se observa ningún aumento ulterior en la dureza, la cual permanece constante hasta 1.000 grados. En el acero de 0,86 por 100 de carbono, la modificación empieza a 717°; el máximo de dureza se halla a 760°, siendo entonces la misma que la del acero con 0,69 de carbono, es decir 713. Más allá de esta temperatura, se observa un ligero descenso en el grado de la dureza, de modo que la dureza de dicho acero, templado a 1.000°, es solamente de 680. Si el acero contiene 1,18 por 100 de carbono el aumento más rápido en la dureza se observa entre 727 y 742°, pues pasa de 184 a 600; la dureza sigue luego aumentando lentamente hasta 840°, después de cuya temperatura empieza a decaer, siendo de 627 a 1.000°, y es evidente que en este punto el descenso no ha llegado todavía a su término.

El hecho de que la dureza máxima de todos los aceros que contienen más de 0,69 de carbono es la misma, o sea 713, prueba que el endurecimiento del acero no es debido únicamente a la presencia del carbono, porque de no influir otras circunstancias, esta constancia de la dureza cuando la proporción de carbono pasa prácticamente de 1 a 2 sería inexplicable. Este hecho parece ser indicio de que existe un límite definido en grado de dureza a que el hierro mismo puede alcanzar. En cuanto al espesor del metal, los ensayos verificados con muestras de acero de diferente grueso han demostrado que no ejerce influencia apreciable sobre la rapidez del aumento de dureza.

En un estudio muy completo y detallado Brayshaw ha hecho ver que en un acero cuya composición era muy análoga a la del n.º 5, el aumento de dureza a partir del estado blando, era completa en el transcurso de 6 1/2 grados, mientras que del gráfico figura 2 se desprende que la dureza no llega a 600 sino después de una elevación de temperatura de 15 grados, desde el punto en que empieza la modificación. Es difícil explicar esta diferencia, pero es de notar que el acero de Brayshaw, templado a 717°, presentaba una dureza de 225, mientras que el acero objeto de los experimentos relatados aquí, templado a la misma temperatura, ofrecía una dureza normal de 185.

CUADRO VII.—Dureza

| 0,35 % C. | | 0,49 % C. | | 0,69 % C. | | 0,86 % C. | | 1,18 % C. | | 0,86 % C. | |
|-------------|--------|-------------|--------|-------------|--------|-------------|--------|-------------|--------|-------------|---------|
| Temperatura | Dureza | Temperatura | Dureza | Temperatura | Dureza | Temperatura | Dureza | Temperatura | Dureza | Temperatura | Dureza |
| Recocido | 161 | Recocido | 207 | Recocido | 174 | Recocido | 181 | Recocido | 176 | 9,5 m/m | 9,5 m/m |
| 717 | 170 | 717 | 218 | 717 | 179 | 717 | 217 | 717 | 185 | 722 | 265 |
| 731 | 181 | 731 | 448 | 730 | 293 | 731 | 418 | 730 | 311 | 742 | 627 |
| 750 | 442 | 741 | 613 | 755 | 646 | 750 | 683 | 741 | 384 | 762 | 713 |
| 777 | 512 | 777 | 683 | 790 | 713 | 777 | 713 | 755 | 640 | 770 | 713 |
| 800 | 532 | 795 | 683 | 841 | 713 | 800 | 713 | 777 | 667 | — | — |
| 841 | 550 | 841 | 675 | 887 | 713 | 841 | 706 | 795 | 683 | — | — |
| 900 | 550 | 887 | 667 | 962 | 713 | 900 | 698 | 841 | 713 | — | — |
| 962 | 555 | 962 | 653 | — | — | 962 | 683 | 887 | 683 | — | — |
| — | — | Aire | 237 | — | — | — | — | 962 | 627 | — | — |

Resistencia eléctrica.—Los experimentos relativos a la determinación de la resistencia eléctrica se practicaron sobre barras de 8,5 mm. de diámetro y 107 milímetros de largo. La resistencia se obtuvo haciendo pasar por dichas barras una corriente de intensidad conocida y midiendo la caída de potencial con un gal-

CUADRO VIII

Dureza de piezas templadas en soluciones salinas a diversas temperaturas

| 15 % Cl ² Ca | | 15 % Cl Na | |
|-------------------------|--------|-------------|--------|
| Temperatura | Dureza | Temperatura | Dureza |
| 13,5 | 713 | 31 | 713 |
| 22,0 | 713 | 45 | 713 |
| 29,0 | 713 | 55 | 713 |
| 40,0 | 698 | 65 | 652 |
| 51,0 | 698 | 75 | 381 |
| 60,0 | 690 | 90 | 326 |
| 70,0 | 668 | 104 | 296 |
| 85,0 | 378 | — | — |
| 100,0 | 360 | — | — |
| 103,0 | 351 | — | — |

vanómetro muy sensible comprobado mediante una termopar de cadmio y resistencias apropiadas. El gráfi-

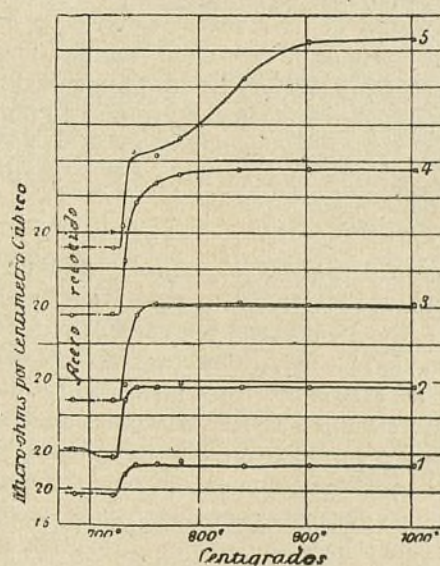


Fig. 3.—Resistencia eléctrica.

co figura 3 es representativo de los resultados de las observaciones verificadas.

Una particularidad digna de notarse es la escasa importancia aparente del cambio producido en la resistencia por la variación de la proporción del carbono en las barras templadas. Así, los tres aceros que pueden compararse con 0,69, 0,86 y 1,18 por 100 de carbono respectivamente, tienen resistencias de 17,1, 18,8

y 17,9 microhmios respectivamente por centímetro cúbico. Variando el contenido de manganeso de 0,121 en el número 3, a 0,070 en el n.º 4, y 0,050 en el n.º 5, la relativa constancia de la resistencia eléctrica se explica probablemente por el hecho de que el aumento de resistencia debido al carbono se halla compensado por la disminución resultante de la reducción de la proporción de manganeso. Las grandes resistencias de los demás aceros son probablemente debidas a la fuerte proporción de manganeso contenida en ellos.

Al elevarse la temperatura a que el acero se temple, la resistencia eléctrica del metal con 0,35 por 100 de carbono permanece invariable hasta 725°, punto desde el cual sufre un aumento repentino que se continúa hasta 742°, para quedar después constante hasta 1.000°, temperatura límite alcanzada durante los experimentos. La curva obtenida con el acero a 0,69 por 100 de carbono es análoga, empezando el aumento a 728° para terminar a 760°, permaneciendo luego la resistencia constante hasta 2.000°. El acero de 0,86 por 100 de carbono presenta una ligera diferencia; se observa un aumento rápido de la resistencia de 727° a 740°, aumento que continúa progresando, aunque más lentamente, hasta 820°, después de cuyo límite la resistencia se muestra constante. Con el acero de 1,18 por 100 de carbono, el aumento se manifiesta a 730° y, a 740° empieza otra fase de dicho aumento que se continúa luego hasta 920°.

Densidad y volumen específico.—Aunque está generalmente reconocido que el acero experimenta después del enfriamiento brusco un aumento de volumen, pocas han sido las mediciones precisas que se han realizado de las variaciones que pueda sufrir dicho aumento en relación con las variaciones de la temperatura. Para la determinación de las densidades, se siguió el método consistente en pesar el metal en el aire y en un líquido de densidad conocida, habiéndose escogido en este caso el aceite de parafina. Este aceite no ejerce acción química alguna sobre el acero, de modo que pueden hacerse observaciones exactas aún después de haber estado las muestras sumergidas durante algún tiempo en este líquido. Se determinaba por un experimento preliminar la densidad del aceite en relación con la del agua y su variación correlativa a la variación de la temperatura dentro de los límites en que se hacían las observaciones; esta variación de la temperatura no excedía de 6 grados. La densidad del aceite era de 0,802 a 13° C. y un aumento de 1 grado se traducía en un aumento de la densidad del acero de 0,0055, con relación a la de la parafina.

La particularidad más notable que ofrecen las curvas de volumen específico, reproducidas aquí con preferencia a las de densidad, es la evidente semejanza que tienen con las curvas representativas de las variaciones de la resistencia eléctrica, semejanza que induce a creer que las oscilaciones del volumen son debidas también a variaciones en el estado del carbono. Con los aceros de 0,35 y 0,49 de carbono las curvas de volumen específico son casi idénticas a las de resistencia. Con el acero de 0,69 de carbono, la única diferencia apreciable es que se nota una ligera disminución del volumen específico cuando la temperatura excede de 800°. En el caso del acero de 0,86 por 100 de carbono, el máximo no se alcanza hasta 800° aproximadamente,

lo que ocurre también con la resistencia, y por fin, con el acero de 1,18 por 100 de carbono se observa la misma analogía.

Sin embargo, aunque las curvas de volumen específico son, en su aspecto general, muy parecidas a las

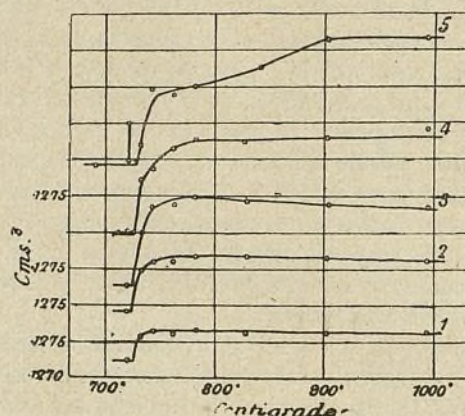


Fig. 4.—Volumen específico.

curvas de resistencia eléctrica, no son idénticas. En efecto, al establecer, una comparación entre las diferencias que surgen entre las barras templadas a 722° y las barras templadas a 1.000° se observa que la relación entre la variación del volumen específico y la variación de la resistencia decrece rápidamente.

CUADRO IX

Densidad de piezas templadas a 190° en agua a 16,8°

| ESPESOR mm. | DENSIDAD | VOLUMEN ESPECÍFICO |
|----------------|----------|--------------------|
| 2,7 | 7,781 | 0,12852 |
| 1,6 | 7,777 | 0,12858 |
| 3,18 | 7,780 | 0,12854 |
| 4,76 | 7,780 | 0,12853 |
| 6,35 | 7,780 | 0,12854 |
| 9,53 | 7,784 | 0,12847 |
| 12,70 | 7,812 | 0,12801 |
| 15,90 | 7,808 | 0,12807 |
| 19,05 | 7,827 | 0,12776 |
| 25,40 | 7,837 | 0,12760 |
| Recocido | 7,844 | 0,12749 |

CUADRO X

| Acero % de C. | Cambio de resistencia eléctrica en microhmios | Cambio de volumen específico $\times 10^3$ | Relación entre los cambios |
|---------------|---|--|-------------------------------|
| 0,35 | 4,2 | 3,8 | 0,90 |
| 0,49 | 9,7 | 8,3 | 0,85 |
| 0,69 | 13,0 | 10,6 | 0,81 |
| 0,86 | 19,8 | 14,4 | 0,73 |
| 1,18 | 27,2 | 17,2 | 0,63 |

Puesto que la modificación debida a la presencia de carbono debería ser *a priori*, proporcional a la cantidad de carbono disuelto, las diferencias que esta comparación hace resaltar son probablemente indicio de la presencia de una variedad de hierro dotada de poco volumen específico, en una proporción que va creciendo con la del carbono.

Propiedades magnéticas.—Puesto que la permeabilidad, la susceptibilidad y la histéresis no son aprovechables para la determinación de las propiedades magnéticas, ya que varían no solamente con la naturaleza del acero, sino también con el método adoptado para los ensayos, sólo puede utilizarse para tal determinación la intensidad de saturación, esto es, el máximo de intensidad magnética de que no puede excederse, cualquiera que sea la potencia del campo externo.

La masa magnética del hierro resulta realmente de la suma de todos los centros magnéticos moleculares, cuando se hallan agrupados todos en una dirección única, bajo la influencia de un campo de suficiente fuerza. Por consiguiente, en una aleación compuesta de un metal magnético y de un metal no magnético, la intensidad de saturación del compuesto es proporcional a la cantidad de material magnético contenido en él. Cuando hay disolución mutua de los dos metales, es posible que no subsista en absoluto la relación indicada, pero tratándose de la adición de pequeñas cantidades de metal no magnético, los resultados obtenidos por Hadfield y Hopkinson prueban que existe siempre, al menos de un modo aproximado. El método seguido en los experimentos de que se trata para medir la intensidad de saturación fué similar al de aquellos investigadores, aunque con una modificación consistente en una reducción importante de los campos, siendo posible esta modificación a causa de la longitud de las barras que se utilizaban. Los imanes de campo eran huecos y las barras objeto del ensayo penetraban en su cavidad: el intervalo que separaba las caras de los polos era solamente de 21 mm. La potencia del campo se determinaba por medio de una espiral de hilo de bismuto cuya resistencia se modificaba bajo la influencia de un campo transversal; la desviación producida al sustituirse la barra de metal por otra de vidrio se utilizaba como medio de calibrar el galvanómetro en unidades C. G. S. La potencia del campo que se utilizaba tenía un valor de 2.450; los valores son expresados en centésimas del valor correspondiente al hierro puro, admitiendo que este es de $4\pi \times 10^3 = 21.300$.

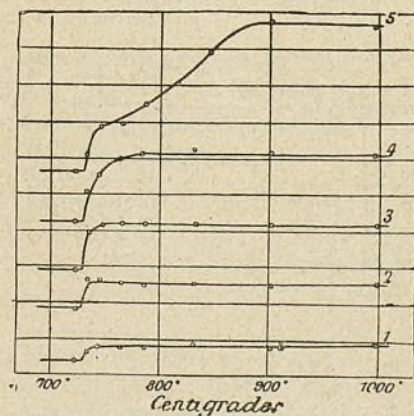


Fig. 5.—Pérdida de magnetismo (cada división representa el 5 %).

Los resultados obtenidos con los diferentes aceros están consignados en el gráfico (fig. 5), en el cual la disminución de intensidad magnética por ciento está indicada en frente de la temperatura de temple; esta curva, como puede verse, es en todo similar a las curvas trazadas anteriormente para la resistencia eléctrica y el volu-

men específico. Con 0,35 por 100 de carbono, la caída de la fuerza magnética a 722° es de 2 por 100 y, al pasar el punto crítico, se observa una caída brusca que alcanza 3,4 por 100. A 743°, el descenso llega a 4 por 100 y, desde entonces, el magnetismo permanece prácticamente constante hasta 1000°. La pequeñez de la pérdida de intensidad magnética aparece como muy notable si se considera que, bajo las mismas circunstancias, la dureza se ha elevado hasta 550.

Los resultados obtenidos con los aceros que contienen elevada proporción de manganeso y 0,49 por 100 de carbono son análogos; la intensidad de saturación por el metal templado a 722° es de 92,2 por 100; con el acero templado a 1000°, baja a 89,2 por 100. Con los aceros de 0,86 por 100 de carbono la pérdida de intensidad magnética sigue una progresión más gradual y esta pérdida no llega a ser constante sino a partir de 800°, siendo entonces la intensidad de saturación de 84,5 por 100. Sin embargo, con este mismo acero templado a 722°, la intensidad de saturación es prácticamente la misma que con el acero a 0,49 de carbono y 1,11 por 100 de manganeso, de modo que, en este caso, 1,11 por 100 de manganeso equivale a 0,36 por 100 de carbono. Pero, los resultados más interesantes son los que se obtuvieron con el acero de 1,18 por 100 de carbono. Aunque la dureza alcanza el máximo 840°, el máximo de pérdida en la intensidad magnética no se alcanza hasta 910°, circunstancia que debe interpretarse como otra prueba de que la presencia de «austenita» corresponde a un aumento de la proporción del hierro no magnético. La comparación de la dureza con la pérdida de magnetismo pone en evidencia un punto que es de gran importancia.

CUADRO XI

| CARBÓN % | DUREZA | Pérdida de intensidad magnética % |
|-------------|--------|---|
| 0,69 | 713 | 6,3 |
| 0,86 | 706 | 9,4 |
| 1,18 | 713 | 17,0 |

Esta comparación muestra que, para los tres aceros duros, templados a 840°, la dureza es prácticamente constante, mientras se observan oscilaciones importantes en la proporción de hierro no magnético contenido en dichos aceros.

Magnetismo remanente.—Para la determinación de este magnetismo, el campo fué aumentado hasta un valor de 3.000 mediante una corriente de 12 amperios que fué invertida cuatro veces por cada barra; las barras se retiraron luego y se conservaron apartadas una de otra durante 24 horas, después de cuyo tiempo fueron probadas por medio de un magnetómetro. Los valores obtenidos, cuya exactitud no puede ser muy grande, se indican en centímetros de desviación sobre la escala, hallándose colocadas las barras a 40 centímetros de la aguja y a ángulo recto con ella. Aquí se observa una diferencia sorprendente entre la forma de las curvas; todas las curvas obtenidas con acero al carbono puro presentan un máximo de 745° y un mínimo de 770°, mientras permanecen invariables entre 800 y 1000° (fig. 6). Con los aceros que contienen una fuerte

proporción de manganeso, el máximo y el mínimo se hallan desplazados hacia temperaturas más altas.

Resonancia.—El temple ejerce una profunda influencia sobre las propiedades acústicas del metal; el gráfico figura 7, muestra que esta operación hace variar notablemente el tiempo necesario para que una

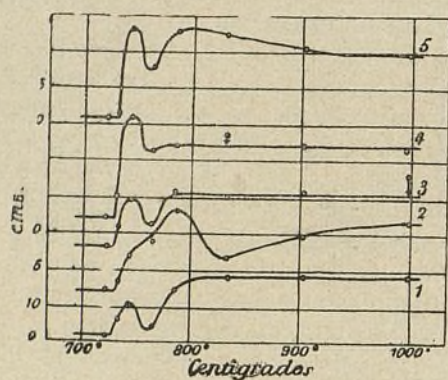


Fig. 6.—Magnetismo remanente.

nota deje de ser perceptible al oído. Con el acero de 0,69 por 100 de carbono, el punto crítico coincide con el temple a 727°. Con una temperatura inferior de 5° a esta, el tiempo de perceptibilidad es de 40 1/2 segundos y, con otra rebaja de 5° en la temperatura del temple, dicho tiempo cae a 6 1/2 segundos. Estas observaciones demuestran que el punto crítico de un acero podría determinarse con perfecta exactitud sin otro instrumento que un pirómetro.

II.—Teoría del temple

Para interpretar los resultados antes expuestos, es necesario estudiar las acciones que se desarrollan en una barra metálica uniformemente calentada, al ser sumergida en un líquido como el agua, teniendo en cuenta las influencias que sobre tales acciones pueden ejercer la temperatura, la masa y las propiedades físicas del metal. Las variaciones de la temperatura en una barra cilíndrica fueron estudiadas en primer lugar por Le Chatelier; su trabajo fué continuado y ampliado luego por Lejeune, quien pudo confirmar todos los resultados obtenidos por aquel investigador, algunos de los cuales habían sido puestos en duda por Haedicke. Las conclusiones de las observaciones de Le Chatelier y Lejeune son que, empleando el agua como líquido para templar, el tiempo necesario para reducir la temperatura del metal de 700 a 100° C., tiempo que es un indicio cierto de la rapidez y eficacia del temple, decrece cuando aumenta la temperatura en el momento de la inmersión y crece paralelamente a un aumento de la masa del metal. El tiempo necesario para realizar el enfriamiento de 700 a 100° aumenta notablemente con la elevación de la temperatura del agua; en un caso en que el agua se hallaba, por ejemplo, a 20° C., el enfriamiento se producía en 6 segundos, mientras que, con el agua a 50° requería 7,75 segundos y, en el agua hirviendo, tardaba hasta 16 segundos. El tiempo de temple es prácticamente más corto con el agua que con cualquier otro líquido y, según Le Chatelier, la propiedad que en los líquidos ejerce mayor influencia sobre la eficacia de la operación es el calor específico. Después de los citados investigadores, fué Benedicks el

único que se dedicó al estudio de los problemas relacionados con el temple del acero y pudo, por medio de un aparato automático ideado al efecto, aparato que iba unido a un registrador fotográfico, obtener datos más precisos sobre las temperaturas reinantes en el interior de pequeñas barras redondas al ser templadas en agua.

Sus conclusiones son análogas, de un modo general, a las de Le Chatelier, pero hizo ver que, en la práctica, el calor latente del líquido es, de todas las circunstancias de la operación del temple, la que más ha de tenerse en cuenta. Benedicks trazó numerosas curvas de enfriamiento para aceros de distintas composiciones; la curva núm. 8 resulta de los valores medios de dos observaciones estrechamente concordantes. La muestra consistía en una barra de acero al 1 por 100 de carbono, de 6,5 milímetros de diámetro y 50 milímetros de largo, con una cavidad central de 2 mm. de diámetro en la cual se colocaba un termo par de hilo de platino y rodio. Este elemento, después de haber sido calentado uniformemente a 850°, fué sumergido en agua a 15°; la curva indica la temperatura en el centro de la barra en cada segundo después de la inmersión. Es de notar que la temperatura no empieza a bajar hasta después de transcurrida una fracción del primer segundo; luego, el descenso, muy paulatino en los primeros instantes, se acelera hasta llegar a un máximo después del cual su rapidez decrece hasta el momento en que la temperatura del metal queda nivelada con la del agua ambiente.

Ahora bien, es evidente que en el caso del acero, en el cual se produce una evolución del calor a 700° cuando el enfriamiento es lento, el tiempo que se invierte en el enfriamiento del metal desde una temperatura superior a aquella que determina en gran parte la importancia que pueda adquirir dicha evolución, puesto que en todos los fenómenos de esta naturaleza es necesario cierto tiempo para que la transformación sea completa. Ya que el temple consiste esencialmente en modificar rápidamente la temperatura en el momento de la transformación, es de la mayor importancia saber qué influencia tienen sobre las propiedades del metal templado las variaciones de la rapidez del enfriamiento.

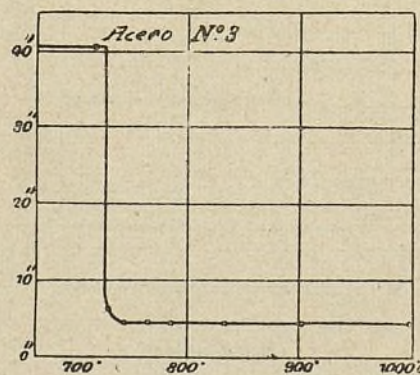


Fig. 7.—Sonoridad.

to. La influencia de este factor es lo que Le Chatelier y Benedicks intentaron determinar, midiendo el tiempo necesario para realizar el enfriamiento de 700 a 100°, ya que puede prescindirse de los efectos insignificantes que pueda producir el temple en el metal a una temperatura inferior a esta última. Del gráfico figura 8 se

desprende que la rapidez del enfriamiento, indicada por la tangente en un punto cualquiera tomado sobre la curva no es constante en un largo periodo; la indicación más precisa es la que corresponde a una temperatura próxima a 700°. La velocidad del enfriamiento podría determinarse prácticamente para las distintas circunstancias del temple, pero ofrecería este trabajo alguna complicación. Sin embargo, mediante algunas hipótesis, las curvas de enfriamiento pueden calcularse y, comparando la curva calculada con una curva conocida por la experiencia, bajo determinadas condiciones, puede comprobarse hasta que punto tales hipótesis son justificadas, pudiendo luego éstas, en caso de aproximarse bastante a los resultados experimentales, servir de guía para la resolución de los problemas relacionados con el temple.

Las hipótesis que deben hacerse son que: la barra sea muy larga, con relación a su diámetro (aunque esta circunstancia no es absolutamente necesaria); el calor específico, la densidad y la conductibilidad del metal para el calor sean independientes de la temperatura, y que la barra, una vez uniformemente calentada, sea sumergida en una cantidad de líquido suficiente para que la temperatura de éste no puede ser modificada de un modo apreciable por el calor desprendido de la barra.

En estas condiciones, la temperatura en el centro de la barra se desprende de la ecuación:

$$\frac{\theta}{T - w} = 1.603,10 - \beta t - 1.065,10 - 5,27 \beta t + \\ + 0.853,10 - 12,93 \beta t - 0.723,10 - 24,07 \beta t \dots$$

siendo bastantes cuatro términos.

Los símbolos son como sigue:

- θ = temperatura en cualquier instante;
- T = temperatura de temple;
- t = tiempo;
- w = temperatura del agua.

y:

$$\beta = \frac{K}{r s d^2}$$

expresión en la cual:

- K = la conductibilidad para el calor;
- r = la densidad;
- s = el calor específico;
- d = el diámetro de la barra.

La curva punteada de la figura 8 es la curva calculada admitiendo que $T = 850^\circ \text{C.}$, $\beta = 0,300$; como puede verse, es notable la concordancia entre la curva calculada y la curva experimental, trazada por Benedicks.

La curva teórica empieza a separarse de la curva experimental a 550° C. aproximadamente, pero en las proximidades del punto crítico, o sea 700°, los supuestos admitidos se acercan bastante a la realidad para que se pueda decir que los cálculos fundados en ellos representan con exactitud las transformaciones que, a esta temperatura, tienen lugar en una barra de acero durante la operación del temple. Para que el temple de una muestra de metal se realice en condiciones teóricamente perfectas, debe enfriarse bruscamente, hasta una temperatura determinada, la superficie de dicho metal

previamente calentado de un modo uniforme, manteniéndose luego constante esta temperatura hasta que se haya restablecido la uniformidad en toda la masa del metal. La temperatura de la muestra se modifica según sus propiedades termales y sus dimensiones, no pudiendo acelerarse por medio alguno, la rapidez de esta modificación, entre determinadas temperaturas. En la práctica, el resultado de la operación del temple es más o menos satisfactorio según se hallen más o menos perfectamente realizadas las condiciones teóricas antes indicadas y la solución del problema se halla finalmente en la contestación que pueda darse a estas dos preguntas: ¿Cómo mejor puede realizarse la constancia de la temperatura del metal después de la inmersión? y ¿Qué propiedades debe poseer el líquido? La opinión de Benedicks sobre la importancia de la influencia ejercida por la evaporación ha sido confirmada ulteriormente por numerosas observaciones, y esto explica porque el agua, dotada de considerable calor latente de vaporización, es de todos los líquidos conocidos el que ha dado hasta hoy los mejores resultados, con respecto al temple de acero.

Al hundir en agua a 0° C. una barra uniformemen-

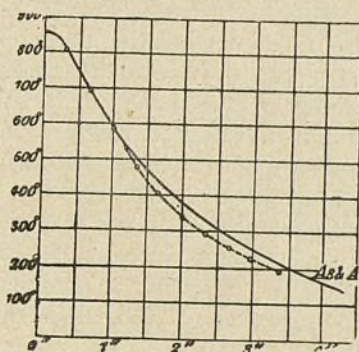


Fig. 8.

te calentada, la temperatura de las capas de agua que se hallan en contacto inmediato con el metal se eleva rápidamente hasta el punto de ebullición con desprendimiento de vapor, entrando luego en contacto con la barra otras capas de agua que se vaporizan a su vez, y así sucesivamente. La superficie del metal, por consiguiente, pasa alternativamente de 0 a 100° y el vapor desprendido contribuye a hacer pasar el calor de la barra a la masa del líquido. Es una circunstancia favorable, como se ha indicado antes, la de que el líquido posea un elevado calor específico con el cual los cambios de temperatura se hallan reducidos a un valor mínimo.

Considerando suficientes estos datos para servir de guía en la investigación del mecanismo del temple, pueden estudiarse los efectos producidos por las variaciones de las circunstancias en que se realiza la operación. A fin de tener una base cierta, los cálculos han sido referidos a una barra tipo; en el caso presente, una barra calentada uniformemente a 850° e inmersa en agua a 0°, con el coeficiente $\beta = 0,300$.

Variaciones producidas por la variación de la distancia al centro.—El gráfico figura 9 representa el curso del enfriamiento, en grados por segundo, en relación con el tiempo transcurrido desde el principio de la operación del temple, hallándose la curva n.º 1

en el centro de la barra. Como puede verse, la rapidez del enfriamiento aumenta notablemente hasta un punto máximo, pasado el cual disminuye rápidamente, no cayendo, sin embargo, a cero (una vez realizada la

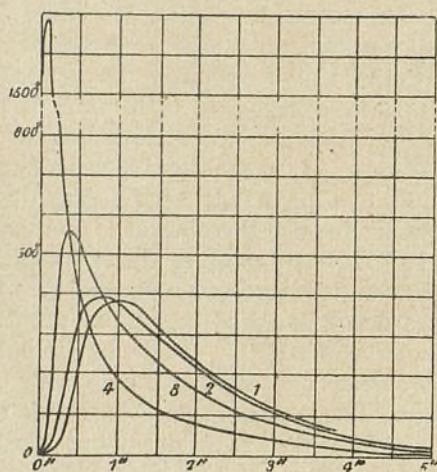


Fig. 9.—Velocidad de enfriamiento.

uniformidad de temperatura) sino después de transcurrido largo tiempo. En una zona situada a una distancia del centro igual a la cuarta parte del radio, la subida es más rápida todavía, siendo también más alto el máximo alcanzado; acercándose a la superficie, los resultados continúan variando siempre en la misma dirección, es decir que el máximo alcanzado es cada vez más alto, a medida que disminuye el tiempo necesario para alcanzarlo. En el centro, la velocidad máxima se presenta un segundo, aproximadamente, después del principio de la operación; a una distancia igual a $\frac{1}{4}$ del radio el máximo es alcanzado en 0,7 segundos; a una distancia igual a $\frac{1}{2}$ del radio, transcurre solamente $\frac{1}{10}$ de segundo antes de que la velocidad del enfriamiento haya alcanzado su valor más elevado; hay, por consiguiente, en una misma barra y en cada instante, diferencias considerables. Hay que tener presente, para la claridad de las observaciones que, al hablar de la velocidad de enfriamiento, mientras no se consigne otra cosa, se trata siempre de la velocidad observada en el centro de una barra cilíndrica.

Variaciones producidas por la variación de la temperatura de temple.—La variación de la velocidad de enfriamiento resultante de la variación de la temperatura del baño puede ser objeto de cálculos y fácil es demostrar que existe una relación muy sencilla entre el descenso de la temperatura, desde una temperatura dada, X, y la temperatura del baño, T. Esta relación consiste en que la proporción:

$$\frac{\text{Velocidad de enfriamiento a } X^\circ}{X} \text{ es constante cuando } \frac{T}{X} \text{ es constante.}$$

Una sola curva, como la de la figura 10, indica todos los valores de la rapidez del enfriamiento para una barra determinada, a todas las temperaturas. Si el punto crítico se halla a 700°C. , al elevarse la temperatura se observa un aumento rápido del enfriamiento, a partir de dicha temperatura de 700° , pero este aumento va haciéndose luego progresivamente más lento; en efecto, entre el temple a:

$$\frac{T}{X} = 1,5 (1050^\circ \text{C.}) \text{ y } \frac{T}{X} = 2 (1400^\circ \text{C.}),$$

sólo se observa una diferencia del 4 por 100. Esta observación es ya un resultado importante, puesto que explica porque la «austenita» no puede obtenerse en un acero con escasa proporción de carbono, aunque esté templado a una temperatura elevada, ya que el efecto del temple varía poco, por más que se lleve la temperatura más allá de 1.000° . Si, en efecto, la temperatura de 1.000° no es suficiente para obtener el producto deseado, poco más se podrá conseguir con la de 1.400° . Igualmente, en un acero «hipereutectoideo» el punto de inversión más alto es el punto de formación de la «cementita», y para mantener la cementita en disolución, la temperatura a que se forma ha de ser excedida proporcionalmente. En las curvas antes reproducidas, referentes al acero que contenga 1,18 por 100 de carbono, este efecto no es perceptible.

Variaciones producidas por la variación del espesor.—Así Le Chatelier como Benedicks trataron de determinar que relación existe entre las dimensiones del objeto sumergido en el baño y la rapidez del enfriamiento. El primero demostró que al relacionar la proporción de la masa a la superficie, por una parte, con el tiempo necesario para que la temperatura del metal pase de 700° a 100° , por otra parte, se obtiene en línea aproximadamente recta. Según Benedicks, la concordancia es mejor si se considera la masa del metal en vez de la relación de la masa a la superficie.

Con referencia a la ecuación anterior, comparando las velocidades de enfriamiento a determinadas temperaturas, mientras la temperatura del temple permanezca constante, los valores de dichas velocidades serán proporcionales a β , es decir a $\frac{K}{d^2 r s}$, o sencillamente

a $\frac{1}{d^2}$, puesto que todos los demás términos se suponen constantes. Cualquiera que sea el intervalo de temperatura, esta teoría muestra siempre que el tiempo invertido en el descenso de una temperatura a otra debe ser proporcional a d^2 en las barras redondas, cuando la longitud es grande, en comparación del diámetro. Hay que recordar también que las condiciones teóricas no pueden considerarse como expresión

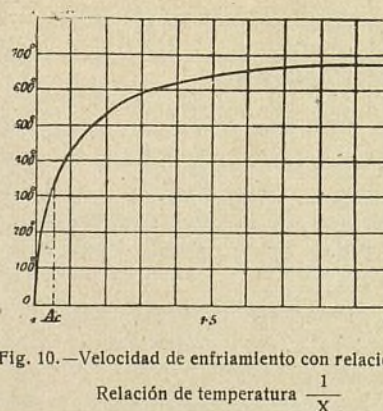


Fig. 10.—Velocidad de enfriamiento con relación a X.

de la pérdida cuando la temperatura cae más abajo de cierto nivel.

Para determinar la influencia de la rapidez del enfriamiento sobre las propiedades del metal, se cortaron en una barra de acero a 0,85 por 100 de diferente espesor que, después de calentadas a 790°C. se templa-

ron en agua, en condiciones idénticas. Realizada esta operación, se procedió a determinar la densidad de las diferentes muestras, empleando para ello medios de extrema precisión. Los resultados obtenidos permitieron trazar el gráfico figura 11 en el cual el volu-

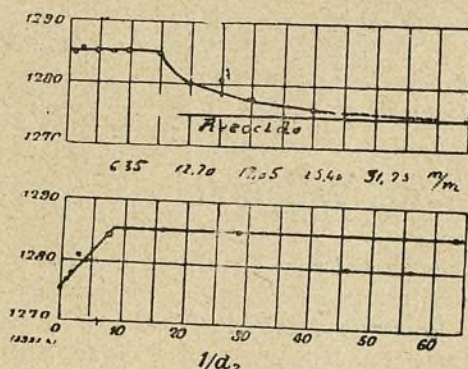


Fig. 11.—Volumen específico.

men específico se halla relacionado, por una parte, con el espesor de las muestras y, por otra, con el valor de $\frac{1}{d^2}$.

Desde 0,8 mm. hasta 6,35 mm. el volumen específico es constante, pero a partir de 9,5 mm., empieza a decrecer, acercándose progresivamente al del acero recocido, a medida que el espesor crece. Los gráficos pueden resolverse en dos líneas rectas, una desde $\frac{1}{d^2} = 0$ (lo que equivale a templar una barra de diámetro infinito, o recocer una barra de pequeño diámetro) hasta $\frac{1}{d^2} = 7,2$, y otra, esta última horizontal, correspondiente al volumen específico constante. El volumen específico de un acero determinado, como se ha indicado antes, es proporcional a la cantidad de carbono disuelto, de modo que de este importante resultado se deduce que, en cuanto respecta al carbón, hay una velocidad mínima de enfriamiento que lo mantiene disuelto en su totalidad, y entre dicha velocidad y el límite por debajo del cual todo el carbono quedaría eliminado de la disolución, la proporción centesimal es ciertamente proporcional a la rapidez del enfriamiento. Una vez alcanzada esta velocidad

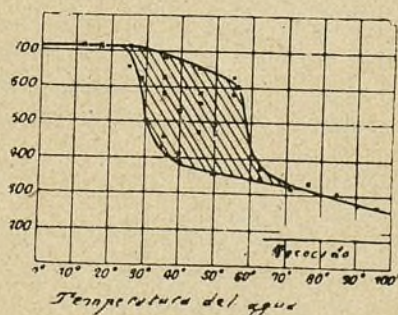


Fig. 12.

mínima, ningún aumento ulterior puede producir modificación alguna; esta observación explica racionalmente porque, en una barra de acero cilíndrica, debidamente templada en el centro, las propiedades del metal son exactamente las mismas en las capas hondas que en las capas superficiales.

Variaciones producidas por la variación de la temperatura del agua.—Las variaciones de la temperatura del agua, mientras sean pequeñas, no se traducen en ningún cambio apreciable en las propiedades del metal puesto que, al templar, por ejemplo en agua a 0° C. un acero calentado a 850° C., equivale teóricamente a templar dicho acero, calentado a 860°, en agua a 10°; pero, ya que la propiedad que posee un líquido de mantener la superficie de una pieza de metal a una baja temperatura depende de su calor latente y de su punto de ebullición, es de gran interés observar como la eficacia del temple varía al acercarse la temperatura del líquido al punto de ebullición. Para esta investigación se templaron sucesivamente en agua de diferente temperatura varias muestras de acero a 0,86 por 100 de carbono, de $1 \times 1 \times \frac{1}{4}$ de pulgada, calentadas todas a 790° C. Después de la inmersión fueron pulidas y se procedió a la determinación de su dureza. La dureza no es modificada si la temperatura del agua se mantiene entre 0 y 20°, pero pasando de 20° los resultados obtenidos son muy variables y la dureza cambia, no solamente entre las diferentes muestras, sino en una misma muestra. Estas variaciones no obedecen, aparentemente, a ley alguna, si no es que

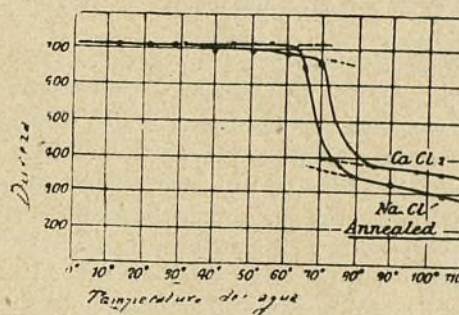


Fig. 13.

llegando el agua a 60°, el grado de dureza puede darse por uniformemente bajo, no obteniéndose, prácticamente, efecto alguno del temple.

Todos los valores de la dureza que fueron determinados en estos ensayos están consignados en el gráfico figura 13 y se verá que todos caen dentro de la zona sombreada situada entre dos curvas límites. El descenso repentino del grado de dureza que se observa al pasar el agua de 55 a 60° es muy marcado. Cuando la temperatura del agua sube, los valores de la dureza se hallan situados cerca del límite superior del área, mientras que cuando baja, dichos valores tienden, según parece, a acercarse a los límites inferiores de dicha área.

Es indispensable para el buen resultado de la operación que el vapor formado en el momento de la inmersión sea absorbido rápidamente por el líquido, pues de no ser así, dicho vapor formaría alrededor del metal una capa protectora que perjudicaría a la acción del temple. A la formación de esta capa protectora, que dificulta el contacto del líquido con el metal debe, probablemente, atribuirse la inestabilidad de la área del temple obtenido en baño de agua pura entre 20 y 60° C.

El gráfico figura 14, es expresión de los resultados obtenidos con dos soluciones conteniendo una 15 por 100 de cloruro de calcio, y la otra igual proporción de

cloruro de sodio. Con ambos líquidos se observa, como en el caso del agua, un descenso brusco, pero éste no se produce hasta una temperatura mucho más alta; por otra parte, se obtiene mucha mayor uniformidad en la dureza del metal templado. De ello se deduce que la ventaja que ofrecen las soluciones salinas empleadas como baños para el temple de los metales reside menos en la mayor rapidez con que efectúan el temple que en la circunstancia de que su

eficacia no se halla tan afectada por las variaciones de la temperatura, por lo que el temple obtenido con tales soluciones presenta más uniformidad. Este hecho está plenamente comprobado por la experiencia práctica, puesto que es corriente en los talleres de fundición el empleo de soluciones de cloruro de sodio para el temple del acero.

ANDRÉS MAC CANCE.

(Continuad.)

El Congreso de Ciencias de Valladolid

Bajo la presidencia de S. M. el Rey D. Alfonso XIII, inauguró sus sesiones en la ciudad de Valladolid el Congreso de Ciencias que bianualmente celebra la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias. En el solemne acto de apertura, celebrado el 17 de Octubre en el teatro Calderón, pronunció el Excelentísimo General de Ingenieros D. José Marvá, elocuente discurso enalteciendo el acto que se celebraba como demostración palpable de que España no va a la zaga a la civilización, sino que existen en ella, muchos, pero muchos cultivadores de la verdadera Ciencia, que es la que determina el grado de progreso de un país.

Después de breves palabras de salutación del Excmo. Sr. Alcalde de Valladolid y de la lectura de la Memoria relativa a la organización del Congreso, por el Secretario del Comité de Valladolid señor Corral, se levantó Don Alfonso XIII entre clamorosos aplausos pronunciando breves pero precisas palabras, saludando a los Congresistas y animándoles en sus labores.

Reunidas las diferentes secciones de que se componía el Congreso, el día 18 empezaron las verdaderas labores del mismo. Dejando de lado las referentes a las ciencias que no tienen relación con nuestra revista, nos concretaremos a reseñar, en breves palabras, las sesiones de la sección de *Ciencias físico-químicas*.

En la primera don José Rodríguez Mourelo, expuso en el acto inaugural de la sección un brillante estudio sobre los *Minerales de composición compleja* detallándolos, clasificándolos y presentando algunos desconocidos por los mineralogistas. Acto seguido los congresistas afectos a la sección presentaron sus comunicaciones y conclusiones para su distribución en las sesiones siguientes. Pocos fueron los trabajos presentados, pero si la cantidad resultó limitada, la calidad fué insuperable, mereciendo unánimes aplausos don Pedro Valderrabano, Director del Laboratorio biológico del Colegio de San José de Valladolid, por sus *Investigaciones ultramicroscópicas sobre algunos coloides y gases*; don José M. Corral, Doctor en Medicina, por su *Estudio electrométrico de la orina*; don Rafael Luna, Catedrático de la Universidad de Valladolid, por su estudio sobre *Aluminotermia*; don Vicente García, por su *Estudio comparativo sobre el análisis cuantitativo del vanadio en los ferrovanadios*; don Lorenzo Marco, por su *Teoría mecánica de la estereoquímica*; don Angel Cerrolaza, por su trabajo sobre *Constitución de la materia y el éter*; don Enrique Hauser, Profesor de la Escuela de minas, por su concienzudo *Estudio de los gases combustibles*; don Leopoldo Lopez, por su *Contribución al estudio de los*

gases combustibles, y finalmente por dos verdaderos niños con arrestos de hombre, los jóvenes don José Coto y Romero y don Victor Viladrich, alumnos de la Real Escuela de Ingenieros Electricistas de Sarriá (Barcelona) que disertaron sobre puntos verdaderamente difíciles de la ciencia eléctrica, demostrando una competencia casi increíble dado sus pocos años.

Al aplauso unánime de los congresistas creemos necesario unir el nuestro para estímulo de la juventud estudiosa, a fin de que al llegar el nuevo torneo de la ciencia que se celebrará en Sevilla en 1917 veamos, no dos rostros juveniles entre los encanecidos prematuramente por la ciencia, sino que el número de aquéllos, sobrepasando al de éstos, haga desaparezca la leyenda española de que la juventud es enemiga de la ciencia.

Esta es la causa de que creamos honrar nuestra revista publicando en la misma, íntegras, las comunicaciones presentadas por los señores Viladrich y Coto.

Observación sobre el fenómeno de la estricción electro-magnética

Estudio leído en el Congreso de Ciencias de Valladolid por D. José Coto y Romero, alumno de la Real Escuela de Ingenieros electricistas de Sarriá (Barcelona).

SEÑORES:

En las lecciones de Electrotecnia superior, recibidas en la Real Escuela de Ingenieros Electricistas, uno de los fenómenos que llamaron más poderosamente mi atención fué el conocido bajo el nombre de *estricción electro-magnética*, constituido por el estrangulamiento o disminución de sección que experimentan los conductores flúidos al circular por ellos una corriente eléctrica. Este fenómeno que en la mayoría de los casos pasa inadvertido en las aplicaciones, constituye uno digno de estudio y me ha sugerido ciertas observaciones.

El entusiasmo que siento por la profesión de ingeniero electricista, avivado por el cariño de mis doctos profesores, que estimulan dentro de lo posible nuestras juveniles inteligencias, constituye la causa fundamental de que, aun siendo impropio de mi edad y apareciendo ante Vdes. como atrevido, os presente esta comunicación, la cual os ruego sea acogida con benevolencia.

Si tallamos en una sustancia dieléctrica, dos cantidades semiesféricas y las reunimos mediante un pequeño canal, y en estas circunstancias colocamos una cierta cantidad de mercurio en las cavidades de modo que el metal forme en el canal un hilo de pequeña sección, al sumergir en los depósitos semi-esféricos dos

electrodos conectados en las terminales de un generador de electricidad, e intercalando en su circuito un regulador de intensidad, se observa que, al circular la corriente, de manera que aumente paulatinamente su intensidad, la sección del hilo de mercurio que unía los conductores se va adelgazando, llegando un momento en que la circulación será tal que produzca la rotura del mismo, en cuyo instante aparece la chispa característica, debida a la extracorrente de abertura.

Este fenómeno tiene su explicación racional pues al circular longitudinalmente por el conductor la corriente eléctrica se puede suponerse como descompuesta en una serie de corrientes elementales y paralelas, que circulan en el mismo sentido que la total, corrientes elementales que cumplen con las leyes fundamentales del célebre electricista Ampere, referentes a las acciones mutuas ejercidas por las mismas, aumentándose por consiguiente la densidad y como que la intensidad permanece inalterable, es preciso se verifique lo que en la práctica se observa, de la estrangulación de éste, llegando hasta la rotura si su constitución lo permite.

Pero como toda corriente al circular por un conductor, crea a su alrededor un campo magnético, es preciso estudiar a éste con detenimiento para poder luego con verdadero conocimiento de causa formular las conclusiones de esta comunicación.

Si suponemos al conductor referido a los ejes coordinados rectangulares y le colocamos de manera que el centro del conductor se confunda con el origen coordinado y sea normal al plano determinado por el mismo, el campo magnético creado estará constituido, como sabemos, por líneas de fuerzas circulares, perpendiculares al conductor y por consiguiente paralelas al plano determinado por los dos ejes antedichos.

En estas condiciones la intensidad del campo magnético en sus diferentes puntos vendrá dada por la ley diferencial de Laplace, en la cual haciendo las reducciones propias del caso que se considera, podrá ser representada gráficamente por las ordenadas de una hipérbola equilátera con dos ramas, de modo que en el caso de ser cilíndrico el conductor, el campo magnético exterior creado por éste será constante mientras lo sea la intensidad de la corriente que circula en el campo magnético interior, la que se convertirá en una función lineal cuya representación gráfica será una recta que pase por el centro del conductor, es decir, por el origen del sistema coordinado, encontrándose situado por lo tanto un elemento cualquiera de la sección en un campo magnético cuyo valor será tanto mayor, cuanto más próximo esté este elemento de la periferia del conductor considerado, por lo que los elementos diferenciales de éste se encuentran sometidos a la acción de fuerzas centrípetas cuya magnitud depende de la intensidad del campo magnético y por consiguiente de la que tiene la corriente que por él circula, fuerzas o tensiones que determinan en el centro del conductor una presión cuyo valor es según Paul Bari:

$$p = \frac{I^2}{\pi R^2}$$

porque en efecto: siendo la figura 1 la sección del conductor de radio R , cada uno de los elementos de la sección está sometido en su centro a una fuerza elemental df : $df = \mathcal{H} di$.

Todos los elementos, colocados sobre una misma

circunferencia de radio r concurren a dar en el centro una presión dp que vale:

$$dp = \frac{df}{2\pi rl} = \frac{\mathcal{H} di}{2\pi r} \quad (1)$$

La corriente di que atraviesa la corona circular de espesor dr , en el caso de que I sea la intensidad total que atraviesa el conductor y repartida uniformemente está dada por:

$$\frac{di}{I} = \frac{2\pi r dr}{\pi R^2} = \frac{2r dr}{R^2}; \quad di = \frac{2I r dr}{R^2}$$

Por otra parte si consideramos la sección del conductor reducida al punto o , el valor de \mathcal{H} a una distancia R del centro será:

$$\mathcal{H}_R = \frac{2I}{R}$$

El valor de \mathcal{H} en un punto cualquiera situado en el interior del conductor y a la distancia r del centro es:

$$\mathcal{H}_r = \frac{2Ir}{R^2}$$

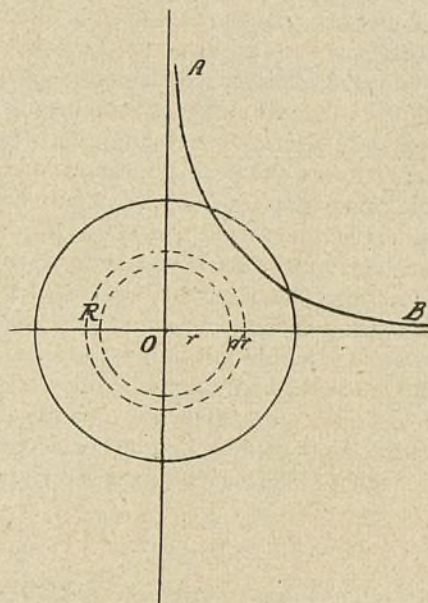


Fig. 1.

y sustituyendo en la fórmula (1) \mathcal{H} y di por sus valores se tiene:

$$dp = \frac{2I^2}{\pi R^4} r dr$$

En el caso del cilindro circular lleno, la presión total en el centro vale

$$p = \int_0^R \frac{2I^2}{\pi R^4} r dr = \frac{I^2}{\pi R^2}$$

que es lo que queríamos demostrar; fórmula que nos dice que la referida presión debida al fenómeno de la estricción, es proporcional al cuadrado de la intensidad de la corriente que circula, condición que hace independiente del signo o sentido de la misma; consecuencia que lleva a afirmar que el referido fenómeno tanto puede ser producido por las corrientes continuas como por las alternas. Además dicha presión está en razón inversa del cuadrado del radio.

De lo que antecede se deduce que si en todos los elementos diferenciales de una sección del conductor actúan estas fuerzas centrípetas con valores diferentes,

el máximo de intensidad estará en el centro y disminuirá en función del radio a medida que vayamos apartándonos de él, llegando a ser nula en el contorno de la sección, por lo que si el conductor fuese un sólido perfectamente elástico, las tensiones producidas tenderán a acercar los elementos de la sección y producirán una disminución en el diámetro que tiene el conductor; pero si éste afecta al estado líquido o gaseoso, la movilidad de sus moléculas agranda el fenómeno y arrastrados por las diferencias de tensiones que sobre ellas se producen se ponen en movimiento a fin de restablecer el equilibrio perdido.

Si seguimos este orden de ideas y teniendo en cuenta la hipótesis de Lorentz, la cual supone, como sabemos, al átomo material constituido por electrones positivos que forman el núcleo y por torbellinos de otros corpúsculos más pequeños que giran a su alrededor constituyendo los electrones negativos que tienen más movilidad que los positivos a causa de tener menos masa electro-magnética.

Ahora bien, al estudiar el fenómeno que nos ocupa me hice esta pregunta: ¿Se puede admitir que la gravedad de la tierra pueda ser debida a la estricción electromagnética y por lo tanto que la gravitación fuera una de tantas modalidades de las acciones eléctricas.

Como la corriente eléctrica está originada por un movimiento de electrones a lo largo del conductor, de aquí que la Tierra que tiene su correspondiente carga eléctrica la podamos considerar como un electrón, que en su movimiento de traslación alrededor del Sol, produce una corriente eléctrica creando a su alrededor un campo magnético cuyas líneas de fuerza actúan sobre ella, produciendo en ésta el referido fenómeno, de modo que si admitimos la hipótesis de que la gravedad fuera esencial y únicamente debida a la estricción y teniendo en cuenta que ésta produce en los conductores tanto sólidos, líquidos como gaseosos una presión hacia su interior cuya expresión general es:

$$p = \int_0^R \frac{2 I^2}{\pi R^4} r dr$$

resultará que integrada entre los límites R (radio de la tierra) y R_1 (radio de la tierra más la atmósfera), se obtendrá el valor de la presión que la estricción produce en la superficie de la Tierra: efectuando los cálculos

hallaremos $p = \frac{I^2}{207 \times 10^{14}}$ en unidades cegesimales.

Pero la intensidad de esta corriente vale evidentemente el producto de la masa eléctrica que nos es desconocida en absoluto y podemos llamarla M, por la velocidad de ésta en su movimiento, velocidad que vale $V = 4,11 \times 10^8$ kinios luego $I = 4,11 \times 10^8 M$ e igualando ahora la referida presión con el valor de la atmosférica la cual vale $1,34 \times 10^6$ dinas, obtenemos despejando la incógnita M, el valor de $1,96 \times 10^4$ unidades electro-magnéticas las cuales las reducimos a prácticas y darán $1,96 \times 10^5$ colombios y como sabemos que la capacidad de la Tierra, por ser una esfera aislada, tiene por valor el radio, obtendremos después de efectuar la reducción de unidades, la gran capacidad de 708 micro-faradios y como el potencial eléctrico de un cuerpo es igual a su carga partida por su capacidad, efectuando esta operación hallaremos para valor del potencial de la misma la cantidad de 278×10^6 voltios.

Este resultado, sensiblemente monstruoso, sería efectivamente verdadero en el caso de que fuera cierta la hipótesis antes citada y hubiéramos llegado al conocimiento del potencial absoluto de la Tierra.

No conociendo nosotros potenciales absolutos y si únicamente diferencias de éstos, del mismo modo que no conocemos más que diferencias de temperaturas y el estar demostrado y admitido en la teoría cinética de los gases la existencia de la temperatura absoluta, que es la de -273°C deducimos por analogía si fuera verdadera la hipótesis en cuestión, que éstos 278×10^6 voltios que hemos encontrado sería el cero absoluto de potencial con relación al cero relativo de la Tierra notando que tanto éste como el de la escala termométrica son así porque simplemente hemos convenido en ello, por lo tanto el verdadero valor de los potenciales positivos que conocemos en función del absoluto, sería igual a la suma de ambos, deduciéndose como consecuencia de lo dicho que no podrá existir ninguna carga eléctrica negativa que produjera sobre un cuerpo en la tierra un potencial negativo mayor que los 278×10^6 voltios.

Sin embargo, en el mismo estudio de este fenómeno me he encontrado con una dificultad, es decir, con un hecho que contradice hasta cierto punto la hipótesis que he sentado cuyo hecho en esencia dice lo siguiente:

Si aplicamos la fórmula de Poisson y llamamos g a la presión electro-magnética desarrollada en el interior del conductor por una corriente eléctrica a una distancia r del centro, resulta ser después de efectuar los cálculos, que la acción debida al fenómeno de la estricción es 1513×10^7 veces la presión debida a la gravitación en este conductor.

Este hecho aislado que no he podido estudiar con detenimiento debido al poco tiempo que he tenido para hacer esta comunicación y quizá a que mis conocimientos no me lo permitieran, sin rebatirlo por las causas que he enumerado, advierto pudiera ser debido a un error en la interpretación física del fenómeno.

Esto ha sido una idea que me ha sugerido el estudio de la *estricción electro magnética*, cuya idea únicamente está hilvanada y podría ser ocasión de estudios más profundos que el que mi humilde persona ha podido realizar.

HE DICHO.

Observación sobre la teoría de la formación de los campos eléctrico y magnético

Estudio leído en el Congreso de Ciencias de Valladolid por D. Víctor Viladrich, alumno de la Real Escuela de Ingenieros electricistas de Sarriá (Barcelona).

SEÑORES:

Aunque la juventud y la falta de experiencia, no pueden ser consideradas en este momento como atenuante del acto que estoy realizando, las alego para que Vdes., obreros de la Ciencia, disculpen el atrevimiento que representa solo intentar ocupar por un instante esta tribuna, cuando ni la ciencia ni el nombre adquirido me daban derecho a hacerlo.—Mas ya que

voy a consumir el hecho, les ruego tengan conmigo extremada indulgencia...

En el transcurso de mis cortos estudios sobre Electricidad, he tenido ciertas dudas, como sucede a cualquier principiante en el estudio de una ciencia.

Para explicar la multitud de fenómenos que hasta hoy día se han descubierto, han sido expuestos por varios sabios, teorías sobre la constitución de la Electricidad y sus relaciones con el Magnetismo, a cual más extensa e ingeniosa, cuyas teorías han dado explicación a muchos de los fenómenos antedichos. Sin embargo, una explicación racional de lo íntimamente ligados que están el campo eléctrico y el magnético o sea una forma de dar a entender por qué cuando un campo eléctrico se desplaza origina un campo magnético, es a lo que creo no se ha llegado hoy día, o por lo menos, de lo que yo no he podido enterarme en las obras que he consultado.

La intimidad que existe entre el campo magnético y el eléctrico es indiscutible, ya que es imposible concebir uno sin otro y hasta tal punto creo yo que existe intimidad, que *a priori* y por mi escasa intuición estoy convencido de que el campo magnético no es más que un campo eléctrico puesto en condiciones especiales.

Sin embargo que tal explicación no es como probable que se haya dado hasta hoy día, voy a hacer un resumen general de las teorías electro-magnéticas más importantes que hasta ahora se conocen.

Este resumen lo haré no con objeto de decir algo nuevo para los hombres de Ciencia que me escuchan, sino porque creo que será necesario tenerlo presente para lo que luego he de exponer.

Estas teorías aunque son muchas y bastante variadas pueden resumirse fundamentalmente en tres que podemos considerar como tipos.

En la primera se ha admitido la existencia real de dos o de una substancia especial a la que se ha llamado electricidad, y el exceso o defecto de este fluido en un cuerpo constituía las electrificaciones positiva y negativa; la acción instantánea a distancia es lo que caracteriza a esta teoría, que ya solo sirve hoy día para facilitar la comprensión de los primeros fenómenos eléctricos que se estudian.

La segunda etapa de la teoría de la Electricidad, o sea la segunda teoría fundamental, fué propuesta principalmente por los colosos de la electricidad Faraday y su discípulo Maxwell. Han considerado origen de todos los fenómenos eléctricos la especial constitución de los cuerpos dieléctricos que ellos suponían polarizables, es decir, capaces de orientar unas moléculas en determinadas formas cuando se sometían a condiciones especiales. Esta teoría explica perfectamente todos los fenómenos de condensación eléctrica, que tienen una importancia considerable; además, al poco tiempo otro sabio, Hertz completó esta teoría y como si dijéramos la pulió hasta tal punto que pareció ya terminado el problema de la explicación de los fenómenos eléctricos.

Sin embargo, para que esta teoría fuese verdad había que olvidar la electrolisis. Ésta necesitaba una explicación aparte. Para considerar la formación de los iones con sus cargas eléctricas correspondientes, era necesario poner a un lado la teoría de Maxwell. El descubrimiento de los rayos catódicos acabó con esta teoría, que había parecido tan verosímil.

Lorentz, en 1895, formuló su teoría electrónica que algo reformada por Helmholtz, Arrhenius y sobre todo por Thomson es hoy día la más perfecta existente y si bien es la de la relatividad más moderna y más extensa pues tiende a explicar todos los fenómenos físicos según algunas leyes fundamentales, no por eso debe aceptarse como la más perfecta pues además de lo difícil que es asimilarse algunas de sus ideas primordiales como la del tiempo local, y renunciar a las sencillas y claras leyes de Newton, tiene el inconveniente de que algunos de sus principios más fundamentales e hipótesis de las cuales se parte como la de la no existencia del éter, son muy discutibles y arriesgadas.

Además según este principio por no existir reposo absoluto la idea del espacio se convierte en una abstracción la cual es difícil comprender.

Así pues, hay que volver a la teoría electrónica que en mi opinión es la que más perfectamente explica los fenómenos eléctricos. Ésta se funda, en general, considerando el átomo que en Química es indestructible e indivisible, como formado por una parte esencial o núcleo que no se puede desplazar y por una porción de partes muchísimo más pequeñas que como satélites envuelven a este núcleo girando alrededor suyo a la manera de los planetas y los satélites alrededor de su sol. A los núcleos se les llama electrones positivos, y negativos a las pequeñas partes que giran y se desplazan en la materia. En adelante al hablar de electrones entiéndase los negativos, pues los positivos juegan un papel poco importante en los fenómenos eléctricos por no ser desplazables y constituir así lo fundamental de la materia.

Las bases principales de la teoría electrónica son las siguientes:

1.^a La existencia del éter en estado de reposo completo, el cual no participando de los movimientos de los cuerpos, permanece indeformable.

2.^a El éter ocupa todo el espacio, es decir está hasta en el interior de los electrones.

3.^a El movimiento de los electrones produce un campo magnético, y esta es una de las dudas sobre esta teoría pues es indudable que no todos los movimientos de los electrones lo producen como por ejemplo el de giro alrededor de su propio eje y el vibratorio, además de que es imposible comprender la forma en que este campo magnético se origina.

4.^a El campo electro-magnético (que yo creo que no existe, o mejor dicho supongo un solo origen de los campos eléctrico y magnético) según la teoría electrónica actúa sobre el electrón y se supone que hasta en su interior existe.

5.^a El poder inductivo específico, la permeabilidad y la conductibilidad eléctricas no son magnitudes esenciales, pues vienen determinadas por la posición y los movimientos de los electrones.

La teoría electrónica echa también, además, por tierra, la ley de Newton de la igualdad entre la acción y la reacción; pues mientras el éter o los campos que nacen en su seno actúan sobre los electrones, éstos no ejercen acción alguna sobre el éter. Según esta teoría la corriente en un conductor se explica por un desplazamiento de los electrones a lo largo de éste. La condensación eléctrica se explica por la posición especial de los electrones que es una verdadera polarización. Los rayos catódicos están constituidos por verdaderos chorros de electrones negativos aislados, y la ioniza-

ción se explica por el mayor o menor número de electrones por molécula que posee un cuerpo.

Pero para explicar estos fenómenos detalladamente, ha sido necesario introducir la noción de varias clases de electrones que solo se distinguen por su posición y por su movilidad. Así pues se suponen:

1.º Los electrones completamente libres, que constituyen los rayos catódicos y los rayos β que emanan el radio.

2.º Los que se mueven libremente y de una manera desorganizada en los espacios intermoleculares. El movimiento general de translación de estos electrones que se superpone a su movimiento desorganizado corresponde al fenómeno de la corriente eléctrica en un conductor, que puede compararse por su mucha analogía, al movimiento de un gas en tubo en el cual tienen lugar también estos movimientos desorganizados producidos por la propiedad esencial de los gases.

3.º Los electrones unidos a los átomos de materia que se desplazan con mayor o menor facilidad constituyendo los iones de los electrólitos, de los gases, etc.

4.º Los electrones unidos a la materia, y que no pueden experimentar más que pequeños desplazamientos en el interior de las moléculas. Estos son los electrones pertenecientes a los dieléctricos; la polarización se explica en este caso por el desplazamiento elemental de estos electrones hacia un lado de la molécula, haciendo aparecer en este lado una carga eléctrica elemental negativa, quedando la molécula en conjunto electrizada positivamente por el otro lado. Estos movimientos de los electrones dentro de los átomos son los que producen los fenómenos de la energía radiante pudiendo también en ciertos casos absorber esta energía.

5.º Finalmente, y aquí está el tema principal de esta mi comunicación, se admite la existencia de una quinta clase de electrones que son los que girando alrededor del núcleo bajo trayectorias determinadas constituyen la materia de los imanes; es decir son verdaderos imanes elementales. Así es como resulta que la formación del campo eléctrico y el magnético no tienen analogía, siendo el primero según he dicho un desplazamiento elemental de electrones a un lado de la molécula constituyendo así una polarización completamente distinta de la que existe en el campo magnético, que según esta teoría no es más que la orientación de los ejes de giro de las moléculas en una dirección determinada, que es la de las líneas de fuerza; así una línea de fuerza es un filete de moléculas polarizadas cuyos ejes se siguen según una curva continua y cerrada. Es decir, que se supone existen para el campo magnético electrones especiales animados de un movimiento circular, constituyendo corrientes elementales de Ampère cuya intensidad es la relación de la trayectoria elemental al período. Voy ahora a hacer constar un hecho que es importantísimo y que liga tan íntimamente la electricidad al magnetismo que es

verdaderamente extraño no se le haya dado una explicación científica hasta hoy día.

Consideremos para ello una esfera conductora electrizada, o sea conteniendo un cierto exceso de electrones y supongamos que esta esfera sufre un desplazamiento elemental; ha sido comprobado exacta y experimentalmente que tal desplazamiento origina un campo magnético instantáneo, cosa fácil de verse, pues es evidente que el movimiento de esta esfera o sea de un cierto número de electrones equivale a una corriente instantánea en un conductor.

Consideremos el campo eléctrico formado por esta esfera; está constituido por las líneas de fuerza radiales y por las superficies equipotenciales esféricas y concéntricas con la primera. Al trasladarla una longitud elemental, las líneas de fuerza describen planos que pasan por el eje de translación y las superficies equipotenciales dan por intersección de las dos posiciones que constituyen el desplazamiento círculos máximos; pues bien, el campo magnético producido tiene las líneas de fuerza ocupando el lugar geométrico de las intersecciones de las superficies equipotenciales eléctricas, y las superficies magnéticas coinciden en un lugar geométrico con los planos descritos por las líneas de fuerza eléctrica. ¿Esta coincidencia no da lugar a pensar profundamente sobre el hecho?

Yo estoy convencido de que no es una coincidencia puramente geométrica sino que el campo magnético y el eléctrico son lo mismo, es decir, que las líneas de fuerza eléctricas son en su movimiento las superficies equipotenciales magnéticas y de que las superficies equipotenciales eléctricas constituyen en su desplazamiento las líneas de fuerza magnéticas; pero, hasta hoy día ¿se ha dado una explicación racional, es decir, se ha dicho la forma en que los electrones se mueven para que el campo magnético y el eléctrico se confundan? Es indudable que suponiendo al imán elemental y al dieléctrico constituidos en la forma anteriormente dicha, no puede concebirse que exista una polarización produciendo el campo anteriormente descrito, es decir una molécula imanada y a su lado una polarizada eléctricamente. A pesar de esto ¿se ha dicho hasta hoy día la forma en que esta polarización se produce? Por la coincidencia explicada y según la lógica me he convencido, es decir, presiento que solo existe una polarización.

Es indudable que el paso que se daría formulando esta explicación de una manera racional sería muy grande; lo que hasta ahora ha permanecido separado siendo objeto de hipótesis distintas, se vería bajo el mismo aspecto; la electricidad y el magnetismo tendrían un mismo principio, cumpliéndose el objetivo de toda ciencia que consiste en unificar los conceptos y reducir las causas.

Por esto el día en que por una sola causa y con leyes deducidas de aquélla se pueda venir a la explicación de todos los fenómenos del universo, la Ciencia sería perfecta.

HE DICHO.

Ingeniero belga

poseyendo legal diploma de ingeniero mecánico y civil de la Universidad de Gent, sabiendo hablar inglés, holandés, francés y alemán, busca empleo en industria española o explotación de ferrocarriles. Buen organizador, práctico y enérgico. Escribir J. van Bogaert. Perry Pont House. Aldridge R.^d - BIRMINGHAM (Inglaterra).

OFICINA TÉCNICA DE El Mundo Científico-Inventos Modernos

BAJO LA DIRECCIÓN DEL INGENIERO INDUSTRIAL

D. ANTONIO FERRER DALMAU

EX-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

Horacio J. Luna (Orizaba, Veracruz).—Por los datos que he podido adquirir no existe ningún aparato que dé la altura en metros de las alturas inaccesibles, por lo que sin duda alguna constituirá una novedad el por Vd. proyectado.—En las circunstancias actuales sería de verdadera utilidad *no en América, sino en Europa*, por lo que esta Oficina se pone a su completa disposición para cuanto pueda necesitar en el viejo continente.

Dámaso Sisiani (Amurrio).—La consulta de Vd. por su mucha extensión y trabajo que supone no puede ser contestada en el cuerpo de esta sección. Si quiere será resuelta por esta Oficina pero considerada como de pago.

M. C. J. (Madrid).—Su pregunta, que está en estudio, será contestada próximamente.

Hernando Bohé (Juncal, Argentina).—Agradeceré escriba con claridad su pregunta, aunque por lo que he entendido creo no hay ningún inconveniente ni peligro en hacer lo que Vd. desea.

Jaime Miquel (San Martín de Provensals).—Mi consejo es de que estudie el Peritaje electricista, pues el título de Ingeniero electricista no existe en España. Puede dirigirse a la Academia Industrial, calle de Caspe, esquina Bruch, donde hay clases nocturnas a precios reducidos.

Federico Bonnin (Salamanca).—El proyecto que Vd. pide valdría 150 pesetas. Aguardamos sus órdenes.

Ricardo Morales (Santa Lucía).—Queda contestado particularmente como pide Vd. en su carta.

Antonio Samsó (Hospitalet).—Recibidas sus dos cartas, a las cuales no he contestado dada la índole

especial de su pregunta. Tratándose de explosivos, es difícil pueda alcanzarle lo que pide, pues su comercio está limitado a las personas que realmente lo necesitan. Si se supiese para que lo desea, es probable le pudiese indicar como podría adquirir lo que dice necesita.

Juan Costa Latrilla (Navas).—La dureza desigual de las piezas de hierro fundidas depende de la clase de fundición empleada o mejor del grado de afinación que ha sufrido el lingote: una de las causas es la calidad de la mezcla hecha por el fundidor, pudiéndose afirmar que será tanto más dura cuanto más blanda sea. Tratándose de piezas pequeñas, esta gran dureza que Vd. observa, más que debido a la composición lo es a la rapidez con que las pequeñas masas de hierro se enfrían, lo cual hace cristalice y se vuelva el hierro duro y quebradizo. Con ello comprenderá la imposibilidad de darle un consejo satisfactorio.

Respecto a la soldadura del aluminio, siento tenerle que decir que en realidad *no se conoce* ningún procedimiento práctico, pues a pesar de cuanto se afirma no hay nadie (a lo menos que yo conozca) que haya logrado soldarlo.

Mi gusto sería complacerle pero la índole de sus preguntas hace me sea imposible.

Jacinto Po Colombg (Buenos Aires, Argentina).—Un medio rápido, fácil y económico para grabar sobre el vidrio señales o marcas imborrables lo constituye el empleo del *ácido fluorhídrico*. La técnica del mismo es relativamente fácil por lo que si la desea conocer con todo detalle puede dirigirse a la sección de pago. Coste 50 pesos oro.

Faustino Roig Tolrá (Barcelona).—Su consulta es sumamente delicada y exige un tiempo superior al ordinario que empleamos en las preguntas de esta sección. Por lo que creemos mejor aconsejarle se pase por esta Oficina donde podremos ponernos de acuerdo.

PATENTES DE INVENCION Y MARCAS DE FABRICA

Dibujos y Modelos Industriales. - Nombres Comerciales

Teléfono urbano e interurbano
3686

EN PRÁCTICA DESDE 1880

FRANCISCO ELZABURU

Telegramas y telefonemas:
"VIZCARELZA"

Corresponsales en todos los países de importancia.

MADRID — Zurbano, 21, bajo, dcha. — MADRID

Ercole Marelli & C.^{ía}

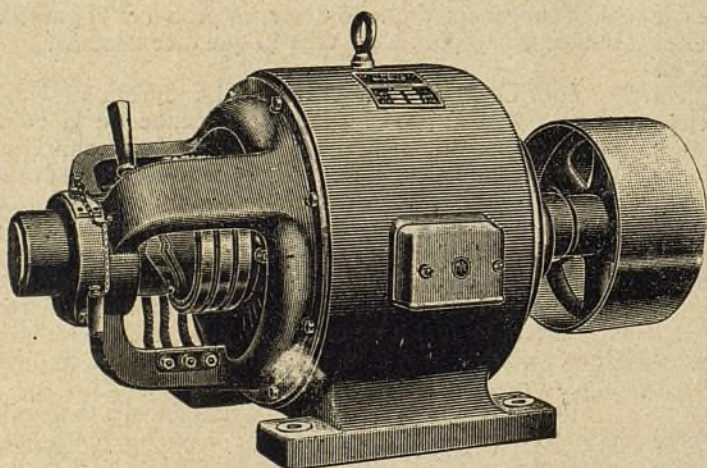
Talleres en Sesto San Giovanni - MILAN

SUCURSAL EN ESPANA:

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

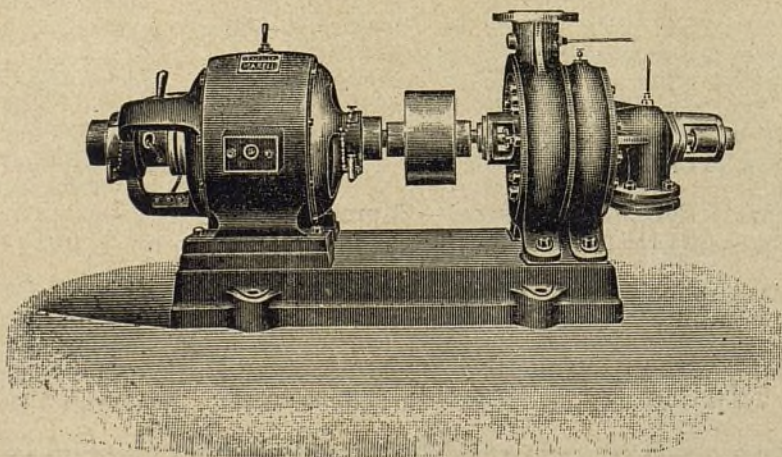
para

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