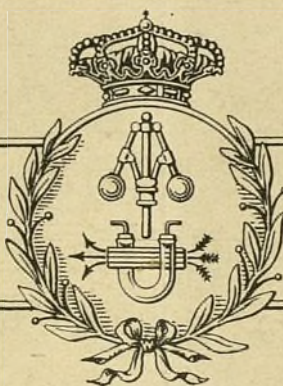


TÉCNICA

REVISTA TECNOLÓGICO-INDUSTRIAL

Publicada por la Corporación Oficial

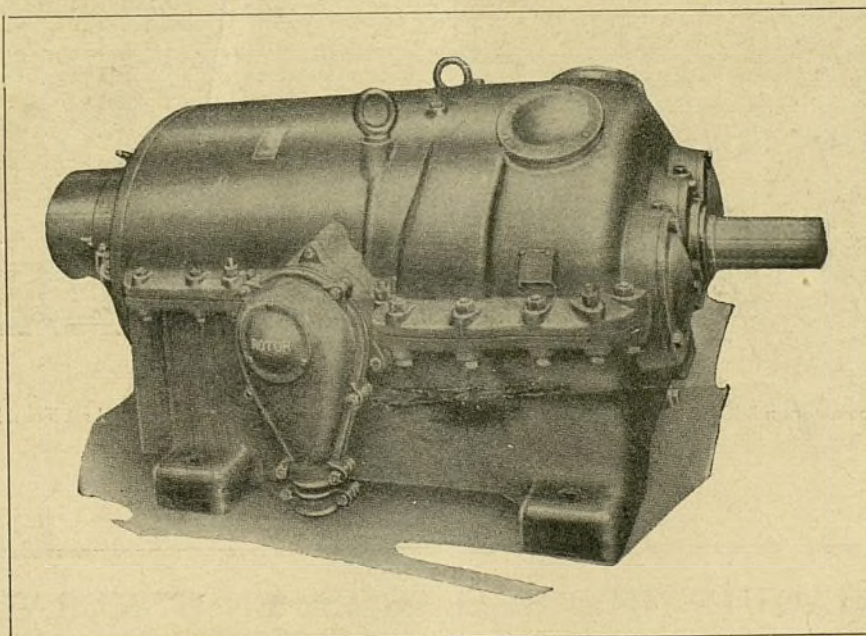
ASOCIACIÓN NACIONAL DE
Agrupación



INGENIEROS INDUSTRIALES
de Barcelona

Año LII — Núm. 123

Marzo 1929



Motor con reductor "Luth & Rosen", de la más moderna construcción,
450 HP. 135 r. p. m., visto desde el lado de la conexión del rotor.

Sociedad Española de Electricidad **BROWN BOVERI**

DIRECCIÓN GENERAL:

MADRID: Avenida Conde de Peñalver, 21-23 - Apartado 695

Oficinas técnicas:

BARCELONA
Cortes, 647

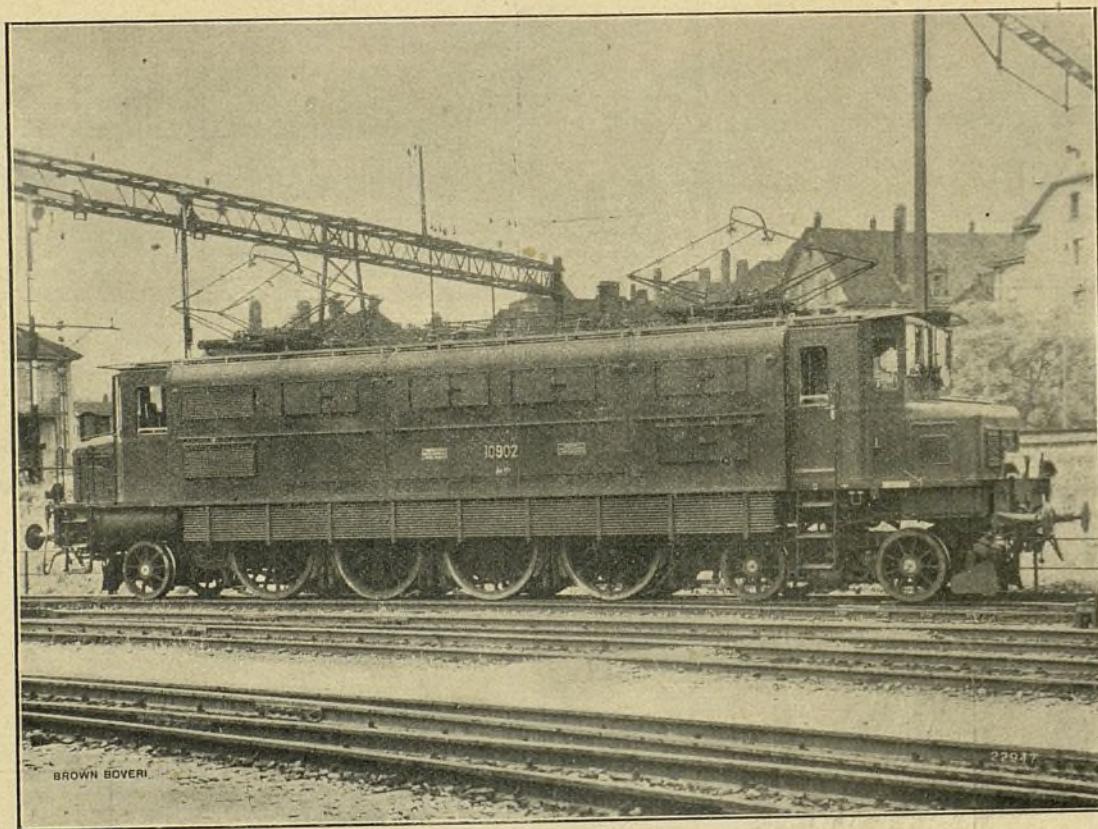
BILBAO
Luchana, 9

GIJÓN
Jovellanos, 22

SEVILLA
Albareda, 33

Delegaciones en:

Granada, Valencia, Valladolid, Vigo, Zaragoza, Las Palmas



Ferrocarriles Federales Suizos

Locomotora n.º 10902, tipo 2 Do 1, en estación de Zurich. — Vista del lado opuesto al accionamiento

MAQUINARIA ELÉCTRICA EN GENERAL:

Centrales hidroeléctricas y térmicas - Turbinas de vapor - Instalaciones de distribución de energía - Maquinaria para Minas - Electrificación de trenes de laminación - Compensadores de fase - Tranvías y Ferrocarriles eléctricos - Accionamientos especiales para instalaciones industriales - Equipos eléctricos para grúas y montacargas.

MOTORES ELÉCTRICOS, grandes existencias para entrega inmediata.

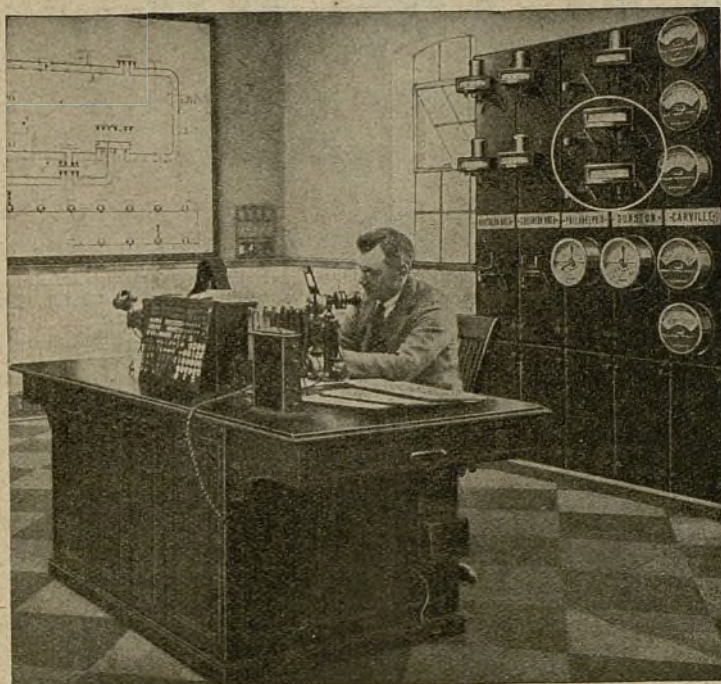
Instrumentos y equipos "CAMBRIDGE" para la medición y control

de Presión, vacío, tiro, oxígeno disuelto, nivel CO y CO₂ y Temperaturas de -40° a +4000°C, etc.
Intensidad, tensión, capacidad, frecuencia, resistencia, aislamiento, factor de potencia, etc.

Control absoluto
de las máquinas
hasta su potencia
máxima por un
coste mínimo



Suministros
e instalaciones
completas



Alta calidad y ab-
soluta precisión,
mundialmente
reconocidas



Estudios
y presupuestos
gratuitos

Instalación moderna equipada con aparatos indicadores y registradores CAMBRIDGE para controlar la temperatura de las calderas, combustión de los hogares, etc.

Anglo Española de Electricidad, S. A. :: Pelayo, 12 :: Barcelona

*Vd. trabaja
fácilmente*

con
la Tinta China
Pelikan
porque es muy fluida
y a pesar de esto muy
opaca.
Pidala y fíjese bien en
la marca Pelikan y el
nombre del fabricante
GÜNTHER WAGNER
HANNOVER



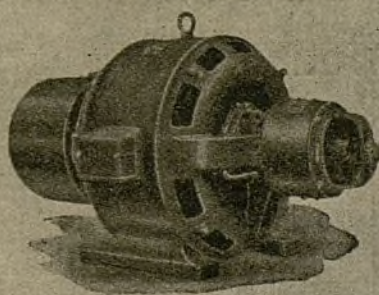
GANZ IBÉRICA S. A. ESPAÑOLA

MADRID: Almirante, 15

SUCURSALES

BARCELONA: Claris, 38

BILBAO: Bailén, 5 y 7

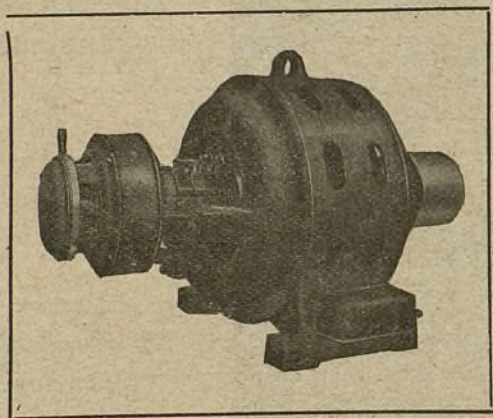


MOTORES ELÉCTRICOS de todas las potencias.
ALTERNADORES Y DINAMOS.—Transformado-
res.—Turboalternadores.
CONTADORES ELÉCTRICOS.—Interruptores de
todas clases.—Cuadros de distribución com-
pletos, etc.
INSTALACIONES COMPLETAS de centrales
eléctricas.
TRACCIÓN ELÉCTRICA.

LA ELECTRICIDAD, S. A.

Talleres de Construcción - SABADELL

::: CAPITAL SOCIAL: 4.000,000 DE PESETAS :::



Dinamos · Motores · Alternadores · Alterno-Motores

Material eléctrico de alta y baja tensión

Transformadores

Centrales y distribuciones eléctricas completas

Motores Ruston para aceites pesados y gas pobre

Motores a gasolina

Gasógenos para madera y carbón

Turbinas hidráulicas

Bombas centrífugas para riego y agotamiento de minas

umerosas referencias a disposición

AGENCIAS DE VENTA: BARCELONA: Eléctrica Comercial, S. A., Caspe, 40 — MADRID: D. R. Corbella, Marqués de Cubas, 3 — BILBAO: Sres. Pereg Hermanos, Ercilla, 6 — SAN SEBASTIÁN: Sres. Mantrola y C.^a, Avenida Libertad, 12 — VALENCIA: José Navarro, Salvatierra de Alava, 23

CHAPAS PERFORADAS DE TODOS METALES

**Para Minería
y aplicaciones industriales**

Molinería

**Agricultura
y otros varios**

USOS

Tenemos existencias de chapas de acero y de chapas de zinc para agricultura y ornamentación, en hojas de dimensiones corrientes, así como chapas de acero de 2000 x 1000 mm. en varios gruesos y perforaciones para usos industriales, pero sobre pedido podemos suministrar chapas de dimensiones y perforaciones especiales de acero, zinc, cobre, latón, etc.

**FÁBRICAS
RIVIÈRE**

FUNDADAS EN 1854

BARCELONA - Ronda de San Pedro, 58

APARTADO N.º 145

Casa en MADRID

Calle del Prado, 4

SOCIEDAD HULLERA ESPAÑOLA

BARCELONA

Carbones de las minas de Aller (Asturias)

Consumidos por las Compañías de ferrocarriles del Norte de España, de Medina del Campo a Zamora, de Orense a Vigo, de Salamanca a la frontera portuguesa, de Madrid a Zaragoza y a Alicante, de Madrid a Cáceres y Portugal y otras Empresas de ferrocarriles y tranvías a vapor, marina de guerra y los arsenales del Estado, Compañía Trasatlántica y otras Empresas de navegación nacionales y extranjeras

Declarados similares al Cardiff :: Carbones de vapor, menudos para fragua, aglomerados

Diríjanse los pedidos a la SOCIEDAD HULLERA ESPAÑOLA, Apartado 131, Barcelona

o a sus agentes en

MADRID: Señora Viuda de Topete, Lista, 5.—SANTANDER: Señores Hijos de Angel B. Pérez y Compañía.—SAN SEBASTIAN: D. Carlos Fernández Vicuña.—OVIEDO: Don Luis Ibrán.—CORUÑA: D. Antonio Cortés.—GIJON, AVILÉS, SAN ESTEBAN DE PRAVIA: Agencia de la Sociedad Hullera Española.—VALENCIA: D. Rafael Terol
SEVILLA: Señores Benjumea Hermanos.—CADIZ: D. César Gutiérrez

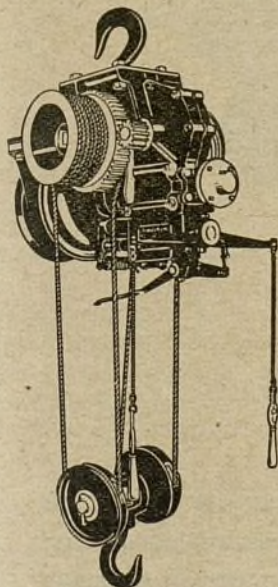
Para otros informes y precios, dirigirse a las oficinas de la

SOCIEDAD HULLERA ESPAÑOLA, GRAN VIA LAYETANA, 5 y 7 - BARCELONA

CONSTRUCCIONES ELECTRO-MECÁNICAS

J. DE MIQUEL Y C.^A

Ingenieros-Constructores



Polipastos eléctricos para potencias de 1000 a 5000 kgs.

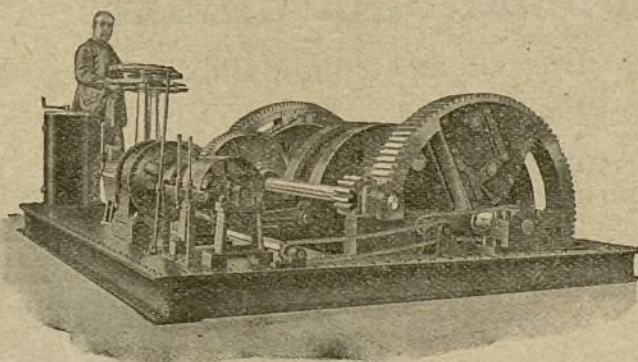
Oficinas Generales
y Talleres:

Marina, 293 a 297

Córcega, 543 a 549

Teléfono 54381

BARCELONA



Torno tractor a dos tambores, para una potencia de 10,000 kgs en cada tambor, construido e instalado en la playa de Mataró para la Sociedad Hermandad Marinera Mataronesa.

Talleres especializados en la construcción de Máquinas Elevadoras y Aparatos de Transporte

Grúas de todas clases, eléctricas y a mano — Funiculares (constructores del Funicular de Gelida) — Polipastos eléctricos — Carros mono y bi-carriles a mano y eléctricos (auto-motor) — Carros transbordadores — Cintas transportadoras — Transportes aéreos — Tractores eléctricos — Tornos y cabrestantes eléctricos — Chigrés eléctricos — Montacargas — Compuertas y elevadores — Gatos hidráulicos, etc., etc.

Proyectos e instalaciones industriales

La fama adquirida

por los automóviles y vehículos industriales, sanitarios, para incendios, riego, etc., y por los motores marinos y de aviación de

La Hispano-Suiza

constituye la mejor prueba de sus excepcionales condiciones respectivas

(Los automóviles, ómnibus y camiones de LA HISPANO-SUIZA benefician, según su precio, de la excepción o la reducción a la mitad del importe de la Patente Nacional de Circulación de Automóviles).

C. Ribas, 279 - BARCELONA - P.º Gracia, 20

COMERCIAL PIRELLI, S. A.

Barcelona - Ronda Universidad, 18

SUCURSALES:

MADRID-Alcalá, 73

BILBAO-Colón de Larreátegui, 57

SEVILLA-Marqués Paradas, 43

CORUÑA-Plaza Orense, 6



Cable para transporte de energía a 130.000 Voltios, construido por primera vez por Pirelli y actualmente en ejercicio en los Estados Unidos.

— DIRECTOR-DELEGADO —
JAIME FONT MAS

Admón.: Vía Layetana, n.º 39
Teléfono 12425 — BARCELONA



ÓRGANO OFICIAL
DE LA
ASOCIACIÓN DE
INGENIEROS IN-
DUSTRIALES DE
BARCELONA —

Año LII — Núm. 123

(Adherida a la Asociación Española de la Prensa Técnica)

Marzo 1929

SUMARIO

Estudio de las corrientes vagabundas y su acción sobre las masas metálicas en contacto con tierra. — Semi-acero. — Crónica de la Agrupación. — Bibliografía.

Estudio de las corrientes vagabundas y su acción sobre las masas metálicas en contacto con tierra

(Premio del Concurso Anual de 1928)

INTRODUCCIÓN

El empleo de la corriente eléctrica para los servicios de tracción hizo patente las perturbaciones que originaba sobre los circuitos eléctricos próximos, especialmente los de transmisión de señales que, generalmente, se situaban paralelamente a las líneas de ferrocarriles; y no hace muchos años pudo comprobarse, que en las cercanías de las redes de tranvías urbanos, la destrucción de las construcciones metálicas en contacto con el suelo, era mucho más rápida.

La perturbación producida en los circuitos de transmisión de señales, es un problema que ha sido estudiado con detenimiento por numerosos investigadores y que, en la extensa polémica entablada sobre la adopción para los servicios de ferrocarriles del sistema de corriente alterna o continua, no definitivamente resuelto todavía, ha dado un argumento de peso en favor de los que preconizan el último tipo de corriente. De esta cuestión no hemos de ocuparnos en este trabajo, en el que trataremos únicamente de la destrucción de las masas metálicas del subsuelo, que se manifiesta con caracteres alarmantes en Norteamérica, debido probablemente a la falta de una reglamentación rigurosa para los servicios de tracción, y ya a fines del pasado siglo se encuentran referencias sobre este punto, considerándose la perturbación debida al sistema generalmente empleado para el retorno de la corriente.

Generalmente, en tracción eléctrica se suministra la corriente necesaria para el servicio de los motores conduciéndola mediante un conductor desnudo de alta conductibilidad unido al polo positivo de la dinamo generadora y perfectamente aislado respecto a tierra. De este cable de trabajo los ve-

hículos en movimiento captan la corriente por frotamiento mediante disposiciones adecuadas, arcos, trole, etc., y ésta, después de atravesar los arrollamientos del motor ha de retornar al polo negativo de la dinamo generadora, para lo que se emplean casi exclusivamente como conductores de retorno los carriles sobre los que el vehículo rueda, constituidos por acero, material de conductibilidad bastante elevada.

No se consideraba, primitivamente, que fuera un inconveniente grave el que la conductibilidad del carril no fuese muy elevada, si se exceptúa la pérdida de energía que llevaría esto consigo; pero estudios más detallados han comprobado que la necesidad de salvar esta resistencia a expensas de una apreciable caída de tensión en los carriles, conduce a una tensión considerable en éstos que permite, si el carril está en contacto más o menos íntimo con un material conductor, la dispersión de una parte de la corriente de retorno que se derivará de él. Y esto ocurre, en efecto; en la práctica los carriles están en contacto bastante íntimo con el suelo que es, especialmente húmedo, buen conductor, y por el que se derivará, por consecuencia, parte de la corriente de retorno, dando origen a corrientes que circulan por tierra, las que producen la destrucción de los materiales metálicos que puedan alcanzar, no por acción directa, sino por ser causa de un proceso electrolítico.

Para conocer, por consiguiente, como estas corrientes pueden engendrarse, habremos de estudiar en primer término las condiciones de su causa originaria, es decir, la corriente de retorno de los servicios de tracción eléctrica, y de éstas podrá deducirse cuál será la corriente derivada y qué efectos podrá producir.

Por esta razón hacemos preceder a este trabajo

un estudio somero de la corriente de retorno que nos permita conocer especialmente la caída de tensión que puede originarse, causa de la derivación a tierra de estas corrientes. A continuación indicamos los efectos que las corrientes derivadas al suelo pueden producir y las condiciones necesarias para que éstos sean sensibles, y finalmente los medios de evitar o mitigar estos efectos y las medidas que pueden efectuarse para llegar al conocimiento del posible peligro, con las consecuencias que de ellas puedan derivarse.

Del problema, que reviste gran importancia, existe bastante bibliografía extranjera, especialmente americana, pero no está todavía lo suficientemente estudiado para poder llegar a conclusiones absolutamente definitivas, por intervenir en él factores muy diversos imposibles de conocer ni corregir por completo.

No sabemos que, excepto los trabajos sistemáticos de la Compañía Telefónica Nacional de España, de tan reciente creación, y la instrucción publicada para el servicio interior de la Compañía, en la que se da una excelente recopilación de datos prácticos sobre el problema, inspirada en la experiencia americana de la que es base fundamental el conocido trabajo del Comité de electrolisis de los Estados Unidos ⁽¹⁾, se haya llevado a cabo en España ninguna experiencia continuada por parte de las Compañías interesadas en el problema: las de tranvías, gas, agua, etc., ni conocemos ninguna publicación referente a este problema, cuya omisión lamentaríamos muy de veras, ya que sería para nosotros una satisfacción el poder señalar que los técnicos españoles se habían ocupado con detenimiento de problema tan interesante.

Nos complace señalar que la legislación española, inspirada probablemente en la orientación de los Gobiernos europeos y especialmente de nuestra vecina Francia, consigna ya en el reglamento provisional de instalaciones eléctricas de 27 de Marzo de 1919, artículos que regulan las condiciones del retorno de los servicios de tracción, adoptando la regla del voltio kilómetro, que obliga a las instalaciones de tracción por corriente continua en las zonas en que haya establecidas tuberías metálicas de agua, gas, etc., a que la caída de tensión en el circuito de retorno por los carriles no exceda de 1 v. por km., para la intensidad media correspondiente al servicio normal. Sin resolver por completo el problema por ser insuficiente en algunos casos y excesiva en otros, ha sido la que hasta ahora ha manifestado quizás una orientación más conveniente.

En el presente trabajo tratamos de recopilar los conocimientos que sobre el problema existen, y nos daríamos por muy satisfechos por el solo hecho de que llamara la atención sobre él a las Compañías concesionarias de servicios, que por su índole puedan estar directamente interesadas.

Madrid, Agosto de 1928.

(1) Committee on electrolysis Preliminary Report, Octubre 1916. — Report 1921.

CAPÍTULO I

Génesis de las corrientes vagabundas

La caída de tensión en el circuito de retorno de las instalaciones de tracción eléctrica

En la producción de las corrientes que circulan por el subsuelo de las grandes poblaciones, cuya génesis y efectos tratamos de estudiar, ocupan un lugar preeminente las que provienen de los circuitos de retorno de las instalaciones de tranvías y de tracción eléctrica en general, dependiendo su magnitud, como es lógico, de las condiciones de este retorno.

El primer problema de que debemos ocuparnos es, pues, de cuáles son estas condiciones, y principalmente de la caída de tensión en los carriles, de la que dependerá en primer término la posibilidad de que se produzca una diferencia de potencial suficiente entre los carriles y el suelo para que una parte de la corriente de aquéllos pueda derivarse por él.

Si se emplean los carriles como circuito de retorno, es necesario asegurar su continuidad eléctrica, lo que se logra mediante conexiones adecuadas que suelen realizarse con conductores de cobre unidos a los carriles para salvar las juntas, o bien mediante la soldadura eléctrica, cuya técnica ha alcanzado tanta perfección en estos últimos años ⁽¹⁾.

La caída de tensión es función, como sabemos, de la resistencia del conductor. En el caso de los carriles depende de tres sumandos: la resistencia propia del carril, r ; la de las uniones establecidas entre éstos, r' , y la de contacto de éstas con el carril r_1 . Si llamamos R a la resistencia total del circuito de retorno su valor será, por consiguiente:

$$R = r + r' + r_1$$

Procedamos al cálculo de cada uno de los sumandos que integran el valor R .

Si S es la sección del carril en mm^2 , ρ la resistencia específica del acero en ohmios por mm^2 y L la longitud de la vía en Km., tendremos:

$$r = \frac{1.000}{S} \cdot \rho \cdot L \text{ en ohmios por Km.}$$

o para $\rho = 0,13 \cdot \omega \times \text{mm}_2$

$$r = \frac{130}{S} L \cdot \omega \times \text{Km.}$$

En general para las aplicaciones prácticas se da esta fórmula en función del peso del carril, valiendo aproximadamente, si se supone como densidad del acero $7,85 \text{ Kg.} \times \text{dm}^3$, para un carril de $P \text{ Kg.} \times \text{m.}$:

$$r = \frac{L}{P} \cdot \omega \times \text{Km.}$$

fórmula que se da con algunas variantes, pudiendo expresarse por:

(1) Véanse trabajos del Sr. Ontiveros en «Ingeniería y Construcción».

$$r = K \cdot \frac{L}{P} \cdot \omega \times \text{Km.}$$

en la que K es un coeficiente cuyo valor se aproxima siempre a 1, y al que *Michalke* asigna el valor $K=0,936$. Para las aplicaciones prácticas la fórmula antes consignada es muy suficiente y sumamente cómoda.

El valor obtenido de r se refiere al caso de un solo carril; si en la instalación el circuito de retorno lo forman m carriles, se transformará en:

$$r = \frac{L}{mP} \cdot \omega \times \text{Km.}$$

siendo en general $m=2$ o a 4.

Para el cálculo de r' si llamamos ρ_1 a la resistencia específica del elemento de conexión (0,0175 microhoms \times m. para el cobre) de longitud l mts. y sección Ω mm², obtendremos su valor mediante la expresión:

$$r' = \frac{n}{m} \times \frac{\rho_1 \cdot l}{\Omega} \text{ ohmios}$$

y finalmente, llamando R_1 a la resistencia de contacto de una junta, r_1 , nos lo dará la fórmula:

$$r_1 = \frac{n}{m} R_1 \text{ ohmios}$$

luego:

$$R = r + r' + r_1 = \frac{p \cdot \delta \cdot L}{mP} + \frac{n}{m} \left(\frac{\rho_1 \cdot l}{\Omega} + R_1 \right)$$

o bien:

$$R = \frac{L}{mP} + \frac{n}{m} \left(\frac{0,0175 l}{\Omega} + R_1 \right)$$

En el caso de carriles soldados el segundo sumando es prácticamente nulo, obteniéndose para resistencia total del retorno:

$$R = \frac{L}{mP}$$

Cuando las juntas no están soldadas el paréntesis no es nulo, dependiendo su valor de factores muy variables según la clase de juntas y su estado de conservación. Algunos reglamentos fijan la resistencia máxima de las juntas, la que, cuando están bien conservadas, debe oscilar entre 0,0001 y 0,002. Los formularios americanos⁽¹⁾ asignan para las dimensiones ordinarias de los enlaces normales los siguientes valores:

Longitudes corrientes (pulgadas)

Tamaño	5"	6"	7"	8"	9"	10"
0	0,000047	0,000056	0,000064	0,000072	0,000081	0,000089
00	0,000039	0,000054	0,000052	0,000052	0,000053	0,000072
000	0,000033	0,000038	0,000043	0,000043	0,000053	0,000059
0000	0,000028	0,000032	0,000036	0,000036	0,000044	0,000048

Para el caso de carriles Phoenix para tranvías, como los construídos por Altos Hornos de Vizcaya, de 40,350 Kg. \times m., supuestos de 10 m. de longitud, es decir, con 100 juntas por Km. de carril, tendremos para vía única (dos carriles) como resistencia kilométrica:

$$R = \frac{1}{2 \times 40,35} = 0,0136 \cdot \omega \times \text{Km.}$$

en el caso de carriles soldados, y:

$$R = 0,0136 + \frac{100}{2} \cdot 0,00015 = 0,0136 + 0,0075 = 0,0211 \cdot \omega \times \text{Km.}$$

para carriles con juntas de cobre.

Conocida la resistencia del carril, la caída de tensión en una longitud dada L de vía, se calculará por la fórmula:

$$\Delta E = RIL$$

siendo $I = \frac{I_1}{2}$, e I_1 la intensidad de la corriente en la subestación o alimentador correspondiente, ya que cada sección está, en general, alimentada por sus dos extremos.

La aplicación del reglamento español que exige una caída de tensión máxima de 1 voltio por Km., obliga a que la intensidad media en la sección considerada no exceda de $\frac{1}{0,0136} = 73$ amperes, en el

caso de carriles soldados y $\frac{1}{0,0211} = 47$ amperes en el caso de carriles con juntas de cobre, es decir, que en el primer caso puede suministrarse una corriente más de vez y media mayor, indicando la ventaja de adoptar la soldadura de los carriles.

El valor consignado de ΔE no es exacto más

(1) FOSTER, Electrical Engineer's, Pocket book, 1921.

que en el caso de un solo vehículo colocado en el extremo del tramo alimentado; para calcularlo con más generalidad supongamos que se encuentren p vehículos distribuidos uniformemente en una sección de resistencia R_1 (de carriles); consumiendo cada vehículo la misma intensidad de corriente que será, por consiguiente, $\frac{I}{p}$. En esta hipótesis las corrientes que circulan en los tramos comprendidos entre cada dos vehículos serán las indicadas con las flechas; siendo las resistencias de cada uno de éstos $\frac{R_1}{p}$ (un cálculo exacto exigiría conocer la separación exacta entre los vehículos y deducir del perfil de la vía el consumo de cada uno de ellos). La caída de tensión en cada tramo valdrá (fig. 1, a).

$$\begin{aligned} \text{En OA} \quad V_1 &= \frac{R_1}{p} \cdot I \\ \text{En AB} \quad V_2 &= \frac{R_1}{p} \cdot I \frac{p-1}{p} \\ \text{En BC} \quad V_3 &= \frac{R_1}{p} \cdot I \frac{p-2}{p} \\ &\dots \dots \dots \\ &\dots \dots \dots \\ \text{en el último } V_p &= \frac{R_1}{p} \cdot I \frac{1}{p} \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} \text{luego la caída de} \\ \text{tensión total vale:} \\ \Delta E = V_1 + V_2 + \dots \\ V_p = \frac{R_1 I}{p^2} (1+2+3+\dots) \\ \Delta E = \frac{R_1 I}{p^2} \frac{p(p+1)}{2} \end{array} \right\}$$

$$\Delta E = RIL \times \frac{p+1}{2}$$

Considerando el caso de un tramo de 2 Km. alimentado en ambos extremos, en el que circulen 5 vehículos, y suponiendo con Pelissier que el

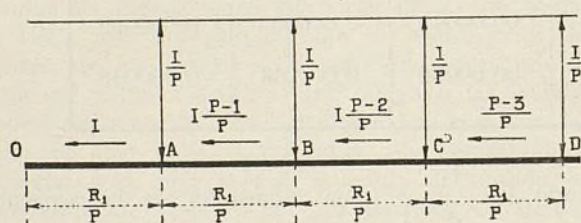


Fig. 1.a

consumo en amperes de los vehículos sea el que consigna el adjunto cuadro:

Peso de los vehículos en Tm.

7-8 8-9 9-10 10-11 11-12 12-1

Amperes 15 17 18,5 20 21,5 23

podremos suponer un consumo por vehículo de 20 amperes, lo que exige, para un alimentador extremo que suministra corriente a 1 Km. de tramo y por tanto a 2 y medio vehículos, una intensidad

de $I=50$ amperes. La fórmula nos da para este caso, con carriles soldados:

$$E = 0,0136 \times 50 \times 1 \times \frac{3}{2} = 1,02 \text{ voltios}$$

lo que entra dentro de las disposiciones reglamentarias.

Si el extremo del tramo está unido a tierra, esta será la diferencia de potencial, en el carril, respecto a tierra, valor que puede ser muy superior, aun cumpliéndose la regla del voltio kilómetro, si

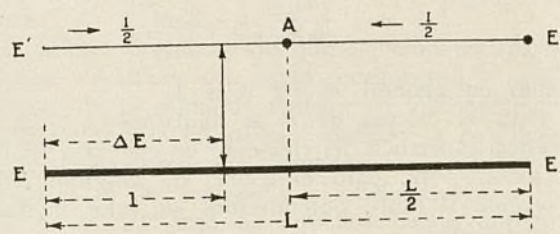


Fig. 1.a

la longitud de la línea es superior a la consignada, y aun en el mismo caso estudiado, ya que refiriéndose a la intensidad media en la central generadora, en los momentos de coincidencia de varios vehículos en el arranque, o de acumulación de éstos en un sector, podrá ser 4 ó 5 veces superior, lo que dará como diferencia de potencial entre el carril y tierra valores de 4 ó 5 voltios, y aun superiores.

Es fácil de obtener la caída de tensión para un punto cualquiera del carril, diseñando la curva de variación de ΔE ; para ello supongamos el caso de una carga uniformemente repartida entre dos puntos de alimentación E y E' en una línea de 2L kilómetros y resistencia total 2R; si r es la resistencia del trayecto ME de longitud l , que recorre la corriente de retorno en el carril, evidentemente la caída de tensión en ME es: (Fig. 1a)

$$\Delta E = \frac{r \cdot I \cdot l}{2}$$

pero:

$$\frac{r}{R} = \frac{l}{L} \quad r = R \frac{l}{L}$$

luego:

$$\Delta E = \frac{RI}{2L} l^2 = Kl^2$$

La curva representativa de $E = Kl^2$ es una parábola de eje real paralelo al eje ΔE representada en la figura 2.

Las fórmulas consignadas corresponden al caso en que se emplee corriente continua; si la corriente de servicio fuese alterna, hay que tener en cuenta el aumento de resistencia de los carriles, debido a los fenómenos inductivos, que la hacen alcanzar valores muy superiores a los consignados, hasta el punto de hacer casi despreciable la resistencia de

las juntas. No puede darse un valor exacto de la impedancia de los carriles, cuyo cálculo es sumamente complicado por la diversidad de factores que influyen; entre éstos, los más importantes son la

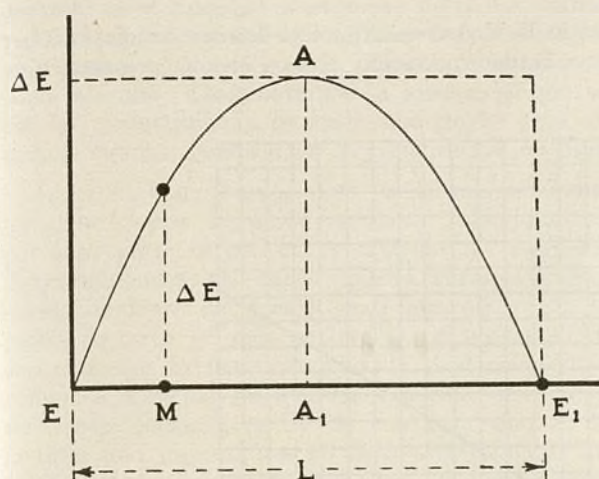


Fig 2ª

composición química del carril, su forma y perímetro, al que la impedancia es directamente proporcional; la frecuencia, a cuya raíz es también directamente proporcional la impedancia, y la permeabilidad del material que a su vez es función de la corriente que circula por el carril. Por esta razón la resistencia aparente de los carriles se calcula prácticamente, pudiendo considerarse que, para frecuencias de 25 períodos, su valor es de 4 a 5 veces superior al que correspondería en el caso de corriente continua de características análogas. En la figura 3 se representa la impedancia de un carril de la Compañía del Midi de Francia, en función de la frecuencia.

Es preciso tener en cuenta, por otra parte, que las altas tensiones empleadas en las líneas de tracción eléctrica por corriente alterna, casi exclusivamente instaladas en ferrocarriles y rara vez para el servicio urbano de tranvías, hacen disminuir considerablemente la importancia de la caída de tensión en los carriles. Por otra parte, los efectos corrosivos de las corrientes alternas en los fenómenos de electrolisis son de menor importancia, lo que unido a lo antes indicado, hace que el valor de la caída de tensión pueda ser bastante superior a la admisible por corriente continua.

En adelante, salvo indicación especial, nos ocuparemos exclusivamente del caso de instalaciones con corriente continua que son, para nuestro caso, las de mayor interés.

Derivaciones de la corriente por el suelo

Los carriles de los tranvías están siempre en contacto íntimo con el suelo; la piedra gruesa u hormigón sobre el que, bien comprendiendo todo el

ancho de la vía o para cada carril solamente, se disponen las vías, no da un aislamiento suficiente del carril; únicamente las vías colocadas sobre traviesas de madera están casi aisladas del suelo.

El suelo, en condiciones normales, es conductor, dependiendo su conductibilidad de los materiales que pueda contener, tanto en solución como en otro estado cualquiera; y siendo conductor es evidente que manifestándose una tensión en los carriles, respecto a él, de varios voltios, como hemos podido ver al estudiar la caída de tensión, podrá la corriente de retorno derivarse por el suelo.

Si la diferencia de potencial alcanza un valor suficiente, la corriente de retorno puede optar por dos caminos: o seguir por el carril hasta la barra colectora negativa de la central o seguir parte por el carril y parte por el suelo, reintegrándose ésta última más lejos a los carriles, o circulando próxima a éstos, para volver a ellos en su punto de unión a la barra negativa de la central; el segundo caso es el más general, en la práctica una fracción variable de la corriente de retorno abandona los carriles para circular por el suelo, y a estas corrientes de fuga de los carriles que circulan por el suelo sin rumbo fijo, a menos que se orienten hacia regiones de mayor conductibilidad, se las denomina *corrientes vagabundas* (stray currents — corrientes errantes — de los ingleses).

Respecto a cuál es el carácter conductor de la tierra se ha discutido bastante, aun cuando en la actualidad parece haberse llegado a la conclusión definitiva de que es exclusivamente electrolítico. El suelo contiene en casi todos los casos agua con sales en disolución de variadísima especie, y es indudable que el paso de una corriente por ella habrá de electrolizar estas sales, lo que se confirma en la práctica de una manera bien patente por los efectos de disolución de los electrodos y polarización cuando se hace pasar una corriente entre dos masas metálicas enterradas.

Ahora bien, diferencias de potencial muy pequeñas entre dos elementos metálicos introducidos en el suelo, en condiciones favorables, permiten el paso de la corriente del uno al otro. Para que esta conducción fuese electrolítica, la diferencia de potencial entre los electrodos debería ser cuando menos igual a la tensión de polarización del electrolito y, sin embargo, se produce para tan escasas tensiones que condujeron a la hipótesis⁽¹⁾ de que la conductibilidad del suelo tenía un carácter mixto, de tal modo que si la tensión entre electrodos no alcanzaba el valor de la polarización del electrolito, se realizaba un paso de corriente por conducción esencialmente «metálica» (damos esta denominación para distinguirla de la conducción electrolítica), y si era superior a ésta podía entonces producirse la disociación iónica.

Dado el carácter tan variable de los componentes del suelo, no puede dudarse de que en algún caso especialísimo, pueda producirse una conducción metálica, pero sin embargo la mayoría de los investi-

(1) CLAUDE. Congreso Eléctrico de París Exposición de 1900.

gadores convienen en que el proceso de conducción es puramente electrolítico. Merecen citarse bajo este aspecto los trabajos de *Larsen* y *J. G. y R. G. Cunliffe* ⁽¹⁾, los que después de examinar gran cantidad de casos, obtuvieron siempre polarización y corrosión de los conductores empleados para entrada y salida de la corriente, aunque en muchos casos parecía observarse una conducción metálica, llegando

Si llamamos i a la intensidad de la corriente vagabunda e I a la que circula por los carriles, podremos expresar la primera en función de la segunda por la fórmula:

$$i = KI$$

siendo K el denominado «coeficiente de dispersión»; pero la determinación teórica de K presenta difi-

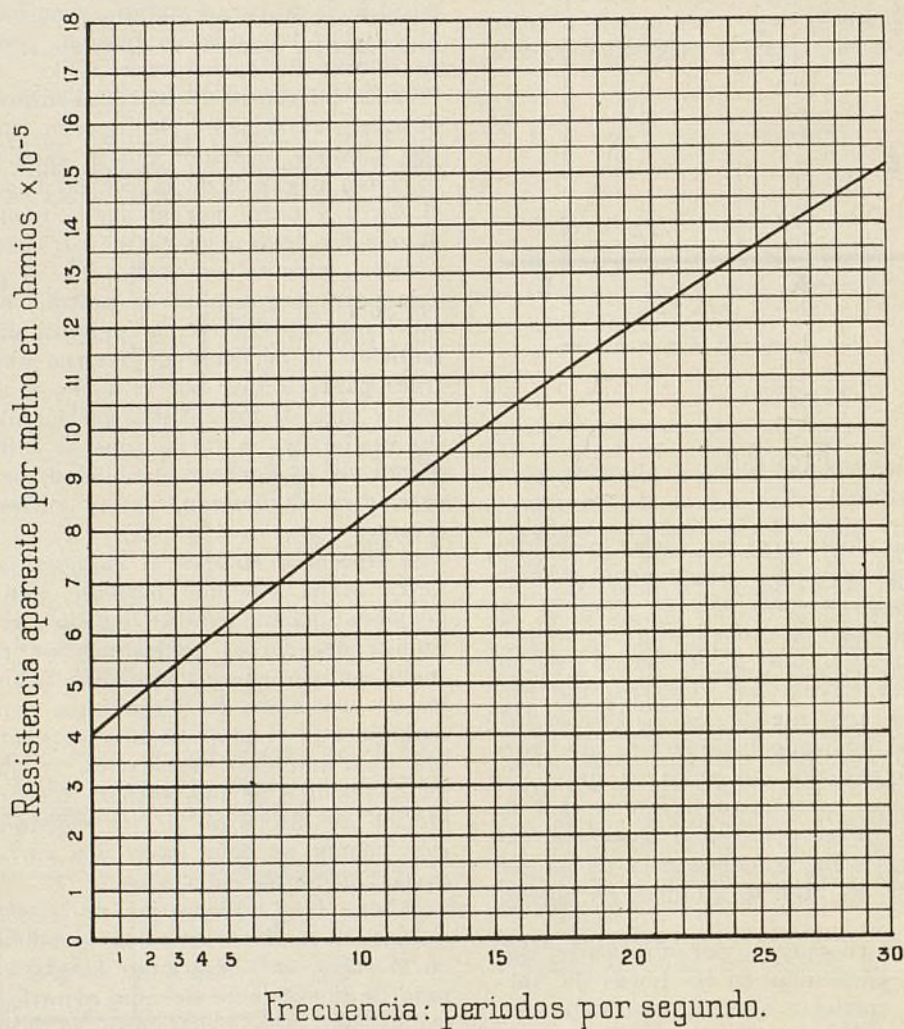


Fig. 3ª

a la conclusión de que «la conductibilidad del suelo es invariablemente de naturaleza electrolítica, aunque, teniendo en cuenta las propiedades físicas del suelo, puede ocultarse el hecho algunas veces a la observación superficial».

Intensidad de las corrientes vagabundas

Tanto en el aspecto de la pérdida de energía como en el, más importante, de los efectos que la derivación de las corrientes de retorno puedan producir, tendría un gran interés el fijar con exactitud la fracción de estas corrientes que escapa de los carriles para circular por el suelo.

cultades casi insuperables, por depender su valor de una serie de factores de extraordinaria diversidad que hacen en algunos casos sea sensiblemente nulo, no apareciendo corrientes vagabundas, mientras que en otros alcanza valores iguales y aun superiores a 0,6, pudiendo asignársele como valor medio $K = 0,2$.

La corriente tenderá lógicamente a seguir en mayor proporción el camino de máxima conductibilidad, siendo K para un valor dado de la caída de tensión en los carriles, tanto mayor cuanto menos conductor sea el carril y más el suelo, siempre que

(1) «Electric Traction Vagabond Currents». Journal of the Institution of Electrical Engineers, Vol. XLIII, Londres, Marzo 1909.

el trazado de la vía sea recto, ya que es evidente que si la corriente encuentra por el suelo un camino más corto que por el carril, aun siendo éste mejor conductor, tenderá a escaparse en mayor proporción. Otro factor que debe también considerarse, es el material interpuesto entre los carriles y el suelo, para soporte de los primeros, material que, en algunas ocasiones, puede obrar en cierto modo como aislante. Examinaremos la influencia que sobre la conductibilidad de cada uno de los tres elementos citados, pueda tener la constitución de éstos.

El carril, como hemos visto ya, es mejor conductor si se realiza su unión mediante soldadura, que por otra parte ofrece la ventaja de no establecer discontinuidades en donde pueda manifestarse la acción oxidante del medio, cosa que ocurre en las juntas de otros géneros en las que, si no están conservadas con extremo cuidado, la oxidación de los contactos aumenta de una manera muy sensible su resistencia hasta el punto de constituir uno de los factores más importantes en la conductibilidad. Con juntas defectuosas, el coeficiente K aumentará pues en proporciones insospechadas.

El asiento de los carriles da un aislamiento muy imperfecto en las líneas de tranvías, pero su naturaleza ejerce sin embargo alguna influencia en la dispersión de corrientes; un lecho de balasto con abundante piedra machacada da un aislamiento muy superior al del hormigón con pavimento no poroso, y las líneas suburbanas o de ferrocarriles en las que las vías se apoyan sobre traviesas de madera están casi aisladas del suelo. Quizás más que estos materiales, cuyo papel es en general de escasa importancia, influye la formación de la capa de óxido que cubre la superficie de los carriles poco después de colocados, capa que forma un verdadero aislamiento e impide la derivación de la corriente.

Las condiciones del suelo son tan variables, que es extraordinariamente difícil predeterminedar su conductibilidad. Como conductor electrolítico las sales que tenga en disolución modificarán aquella según la concentración de estas soluciones que dependerá del grado de humedad del suelo. La humedad es desde luego un factor imprescindible para que el suelo sea conductor, ya que si está seco ofrece una extraordinaria resistencia al paso de la corriente, lo que es fácil comprender teniendo en cuenta la clase de conductor a que pertenece. Por otra parte el subsuelo de las ciudades está cruzado en todos sentidos por conducciones y tuberías metálicas necesarias para los servicios de agua, gas, transporte de energía, comunicación telefónica, etc., etc., los cuales, especialmente los últimos, ofrecen una conductibilidad «metálica» que aumenta considerablemente la total del suelo, hasta el punto de que su falta puede hacer casi despreciables las corrientes vagabundas.

Finalmente la disposición de estos elementos en el terreno, como ya hemos señalado, puede favorecer de una manera muy marcada el paso de la corriente por uno u otro camino. Se ha observado así que en las secciones rectas de la vía, incluso donde

la conservación de ésta no es muy buena, el coeficiente de dispersión tiene un valor muy bajo, mientras que en las curvas, pudiendo la corriente recorrer un camino más corto por el suelo que por los carriles, siguiendo la cuerda del trazado, la magnitud de la corriente derivada aumenta muy considerablemente, sobre todo si en la dirección de estas cuerdas, o entre los vértices de dos curvas, existe alguna masa metálica enterrada en el suelo, una tubería o cable por ejemplo. Las partes bajas de los tendidos parecen ser puntos marcados de salida de las corrientes vagabundas. Como caso de derivación de corrientes en líneas que formaban un verdadero bucle, son clásicos los accidentes de Jersey City, donde una extensa red de conductos fué completamente destruída.

Otra causa que hace aumentar considerablemente el coeficiente K, es la producción de corrientes de intercambio entre carriles de dos Compañías de tranvías diferentes, e incluso entre sectores distintos de una misma explotación que estén alimentados por corrientes que difieran sensiblemente por suministrarlas centrales distintas o por otra causa análoga. Ocurre esto algunas veces cuando dos líneas van paralelas y a corta distancia y, aunque no son frecuentes, se encuentra la cita de muchos casos de producción de corrientes de intercambio denotadas por sus efectos destructivos sobre las masas metálicas del subsuelo.

El coeficiente K varía asimismo con el gradiente de potencial de las vías, aumentando con él en proporción sensible. Se ha encontrado, en efecto, que recorridas las vías por una corriente de intensidad débil K valía de 0,05 a 0,06, mientras que al incrementar la corriente llegaba a alcanzar el valor 0,25. Se comprende pues fácilmente que el tráfico de la línea modificará el valor de K influyendo la situación de los vehículos que lo incrementarán cuando se encuentren próximos a juntas defectuosas, colocados en curvas, cercanos a las subestaciones o en situación privilegiada respecto a las masas metálicas colocadas en el suelo.

Todas estas consideraciones hacen comprender la gran dificultad del cálculo de K por consideraciones teóricas y la necesidad de acudir a la determinación práctica de este valor en cada caso particular. Lo que sí puede deducirse del examen de cada uno de los elementos citados, es la posibilidad de que K sea más o menos grande predeterminedando con alguna seguridad si las corrientes vagabundas podrán o no ser considerables.

La pérdida de corriente debe evitarse aun cuando se la considere únicamente bajo el aspecto del consumo de energía que lleva consigo, y mucho más si se tienen en cuenta los efectos destructores de las corrientes vagabundas, y obsérvese que siendo imposible modificar las características del suelo y poco señalada la protección que dan los asientos de los carriles, el problema más importante estriba en asegurar la más perfecta conductibilidad del circuito de retorno de la corriente, lo que conducirá en la mayoría de los casos a la casi anulación del coeficiente de dispersión. Estas consideraciones hi-

cieron concluir a M. Guéry⁽¹⁾ que «la cuestión, considerada hasta hoy como más importante, de la carga de las vías, parece ser secundaria. Por el contrario la del estado de las juntas es esencial, y es, ante todo, el mejoramiento de estas juntas lo que debe perseguirse. En las redes de tranvías, la soldadura de los carriles permite suprimir radicalmente las juntas. Se debe, pues, preconizar su empleo. La carga en las vías soldadas, podrá así doblarse o triplicarse sin inconveniente, sobre todo si se ha tenido cuidado de aislar y separar de los carriles los conductores y masas metálicas, principalmente los cables telefónicos y los de distribución de energía».

Hagamos la salvedad en esta afirmación del caso de corriente alterna en la que, como hemos dicho, la resistencia del carril está muy poco influida por la de las juntas, admitiéndose caídas de tensión más altas que en corriente continua que dan origen a derivaciones al suelo de mucha mayor consideración. Por otra parte, en este caso, la corriente tiene una tendencia mucho más marcada a abandonar los carriles que en el de corriente continua.

En cualquiera de los dos casos son desde luego, en primer término, las buenas condiciones del circuito de retorno las que debemos procurar, y de aquí dependerá primordialmente la posibilidad de pérdidas de corriente, lo que confirma la importancia otras veces señalada de un estudio de aquél.

CAPÍTULO II

Efectos de las corrientes vagabundas

La corrosión electrolítica de las masas metálicas en contacto con el suelo

Hemos indicado ya cómo pueden producirse derivaciones de la corriente de retorno de los tranvías; si la caída de tensión en los carriles es suficiente y la conductibilidad del suelo apropiada, se engendrarán corrientes vagabundas que, como decimos, tenderán a seguir en su recorrido por el suelo las trayectorias de mínima resistencia, lo que las hace concentrarse en las masas metálicas que en él puedan encontrarse, especialmente en los puntos alejados de las centrales productoras de energía donde presentan una resistencia que puede ser incluso menor que la de los carriles. Las corrientes vagabundas circularán así por las masas metálicas hasta que algún elemento inmediato a ellas presente una resistencia menor, en cuyo caso las abandonarán, pasando a tierra para seguir otras trayectorias de menor resistencia, retornando bien a los carriles bien a otras masas metálicas. Desde luego, si la corriente vagabunda persiste en su circulación por una tubería o construcción metálica subterránea hasta las proximidades de la central generadora de la corriente de tracción, escaparán de ellas indefectiblemente en este punto, para retornar a la barra negativa.

Nos encontramos, por consiguiente, con el caso de corrientes que penetran en las tuberías o masas metálicas en unos puntos, abandonando los carriles, para circular por ellas y abandonarlas a su vez en otra región, reintegrándose, en el caso más general, a los carriles; y al interponerse entre las dos masas metálicas, carriles y tuberías, un conductor electrolítico, el suelo, se producirán en consecuencia fenómenos de descomposición química, disociándose las materias disueltas en el agua por el paso de la corriente; estas materias: ácidos, sales o bases, podremos representarlas por A.C, siendo A el anión (Radical ácido o hidroxilo) que irá al ánodo, y C el catión (Metal o hidrógeno) que va al cátodo, pudiendo por consiguiente presentarse dos casos: que la corriente vagabunda entre en las masas metálicas del suelo, o que salga de ellas.

En el primer caso, el potencial del carril es superior al de la conducción o tubería, es decir, actúa ésta de electrodo negativo o cátodo y sobre ella se depositará el ion C, no produciéndose en general ninguna acción nociva a menos que se trate de un metal alcalino que dé origen a una base en virtud de reacción secundaria por la que el metal de la conducción sea atacable, como ocurre con la electrolisis del Cl_2Na , en la que el catión Na reacciona con el agua, produciendo $Na(OH)$ que atacará al cátodo si éste es, por ejemplo, de plomo. La corrosión en este caso se denomina *corrosión catódica* y es, generalmente, poco frecuente.

En el segundo caso, estando la tubería o estructura metálica a un potencial superior al del carril, actuará de electrodo positivo, depositándose sobre ella el anión A, que generalmente reaccionará sobre el metal de la tubería, produciendo una oxidación o disolución. La *corrosión anódica* producida de esta manera es la más frecuente y la que ofrece más serio peligro.

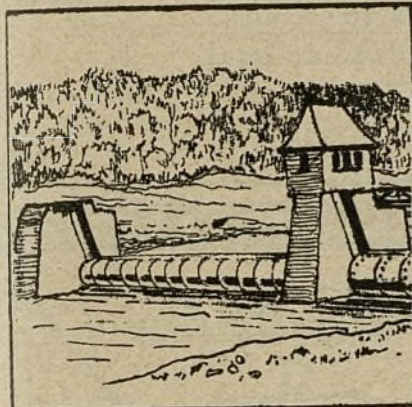
Se produce también corrosión tanto anódica como catódica en las tuberías subterráneas por la discontinuidad del circuito que han de recorrer las corrientes vagabundas originadas por las juntas de los tubos, caso que no se presenta en los tubos continuos, como son las cubiertas de plomo de los cables telefónicos o de energía. Si la junta ofrece una gran resistencia, la corriente se deriva por tierra, saliendo del tubo para reintegrarse a él una vez pasada, quedando sometida a corrosión anódica la parte del tubo por la que la corriente escapa. Con Knudson, distinguiremos esta corrosión con el nombre de *corrosión en las juntas*, de la anterior que se denomina *corrosión lateral* por producirse en los costados de las tuberías. La distinción de estos dos tipos de corrosiones interesa consignarla por los efectos de los conductores de enlace que más adelante señalaremos.

Las corrientes vagabundas darán pues origen a corrosión electrolítica de las construcciones subterráneas, especialmente en aquellas regiones en que sean positivas respecto a los carriles, regiones que por esta causa se denominan *positivas* o *peligrosas*, siendo ésta menos frecuente en las *zonas negativas*, en las que el carril es positivo respecto

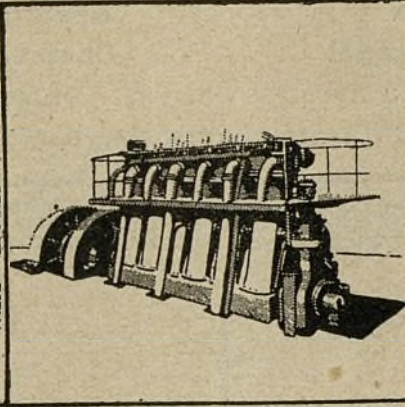
(1) Bulletin de la Société des Ingenieurs Civils.—1916.

M A N

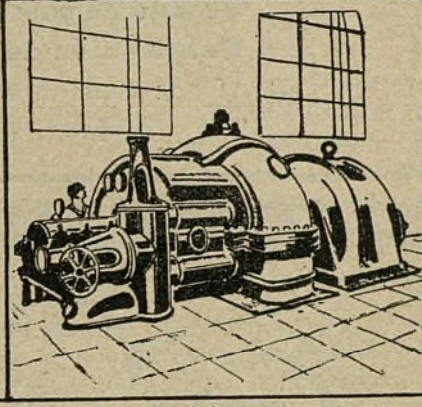
MASCHINENFABRIK AUGSBURG-NÜRNBERG-A.G.



Las turbinas hidráulicas, patente M. A. N.



Motores Diesel de 8 a 12,000 caballos



Turbinas de vapor de las mayores potencias

La M. A. N. es el primero y más importante taller de motores Diesel del mundo.
Talleres en Augsburg, Nürnberg y Gustaburgo

MÁQUINAS MOTRICES

Motores Diesel, CALDERAS, MÁQUINAS DE VAPOR, TURBINAS, GRANDES MOTORES DE GAS,
MÁQUINAS SO PLANTES, RECUPERADORES DE CALOR

INSTALACIONES DE TRANSPORTES

GRUAS DE TODAS CLASES, VOLCADORES DE VAGONES, CABRESTANTES, TRANSPORTADORES DE
CORREA Y CUCARAS, MONTACARGAS

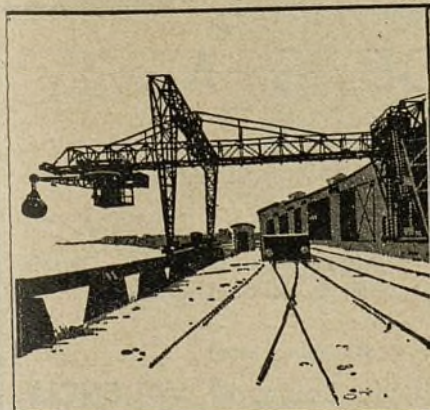
CONSTRUCCIONES METÁLICAS

PUENTES DE TODAS CLASES, ARMADURAS, DIQUES, COMPUERTAS, PRESAS HIDRÁULICAS, TUBULARES,
ESCLUSAS, DIQUES PRESAS, ETC., ETC.

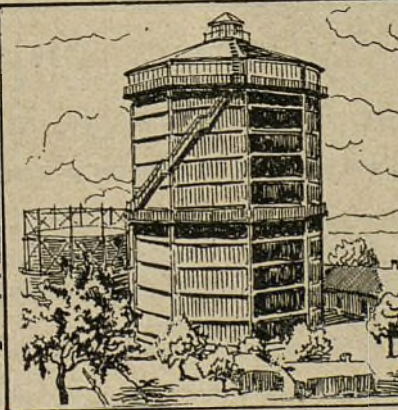
MÁQUINAS DE FORJA Y OTRAS

PRENSAS DE TODAS CLASES, MÁQUINAS PARA ENSAYAR LOS MATERIALES, MÁQUINAS FRIGORÍFICAS LINDE

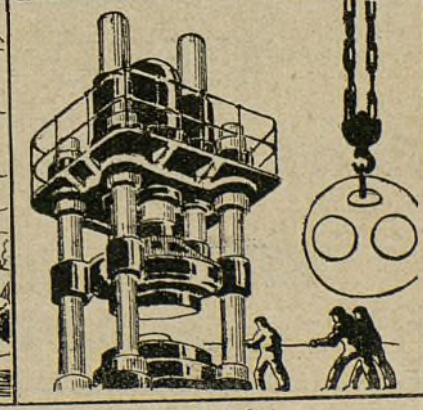
Representante para España: **GUILLERMO PASCH** - Apartado 244 - BILBAO
Agente para Cataluña: **RAMÓN MARQUÉ**, Ing.º - Rosellón, 192 - BARCELONA



Gruas y grandes construcciones metálicas



Gasómetros sin agua M. A. N.



Presas de forja

Riegos y Fuerzas del Ebro

Compañía Barcelonesa de Electricidad

Energía Eléctrica de Cataluña

La calefacción eléctrica se aplica a la mayoría de las operaciones industriales

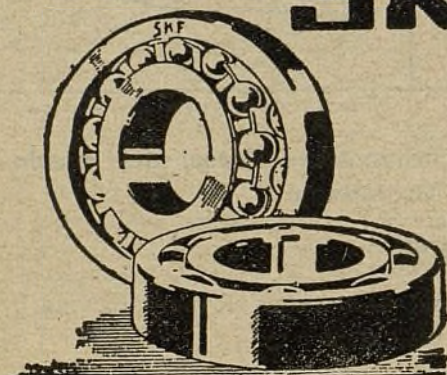
Secado de pastas

Aprestos de tejidos

Fabricación de papel

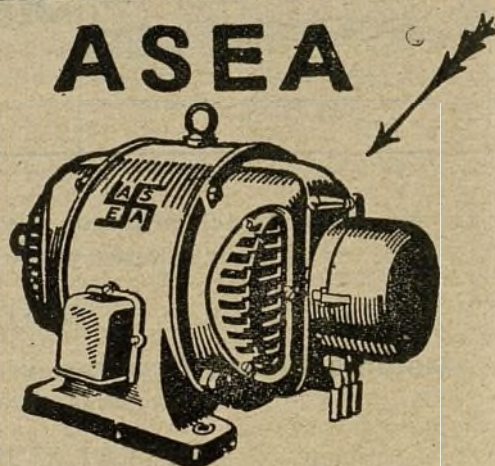
Chamuscado de telas

INDUSTRIALES: Consulten a nuestras oficinas — **calle Gerona, 1** — en donde se les facilitarán gratuitamente los datos deseados



SKF

**Los más eficaces
Los más resistentes
Los más económicos**



ASEA

**MOTORES ELÉCTRICOS
CON COJINETES A BOLAS**

SKF

ALTERNADORES - TRANSFORMADORES

**La más alta calidad
El mayor rendimiento**

Grandes Existencias

MADRID - Valverde, 1
BILBAO - Henao, 6

RODAMIENTOS A BOLAS SKF S. A.
Paseo de Gracia, 20 - BARCELONA

VALENCIA - Llano del Remedio, 4
SEVILLA - Hernando Colón, 8

ABELLÓ, OXÍGENO-LINDE, S. A.

Aire Líquido - OXÍGENO - Nitrógeno

Fábricas en Barcelona y Valencia

Acetileno disuelto, Carburo de Calcio, Sopletes, Mano-detentores, Metales de aportación, Polvos des-oxidantes y todo lo concerniente a la soldadura autógena y corte oxi-acetilénico.

Depósitos en

Sabadell, Tarrasa, Tárrega, Lérida, Reus, Manlleu, Gerona, Palma de Mallorca y Alcoy

BARCELONA. Calle de Alf-Bey, 1

Calle de Colón, 13. VALENCIA

LOS HORNOS TRANCHANT

DE GAS, ACEITES PESADOS Y ELÉCTRICOS
SE EMPLEAN EN TODAS LAS INDUSTRIAS

HORNOS para templar, cementar, recocer y para toda clase de tratamientos térmicos de los metales.

■ ■

HORNOS para fusión de metales y productos químicos.

■ ■

HORNOS para baños de sales, de plomo y de aceite

■ ■

ESTUFAS para secado y esmaltado.



HORNOS para la industria del vidrio.

■ ■

HORNOS para el decorado de cerámica y cristalería.

■ ■

Mecheros perfeccionados, Ventiladores, Compresores, Muflas, Piezas refractarias

■ ■

Toda clase de aparatos especiales, sobre pedido

■ ■

Entrega rápida.

J. E. TRANCHANT
Ingeniero-Constructor

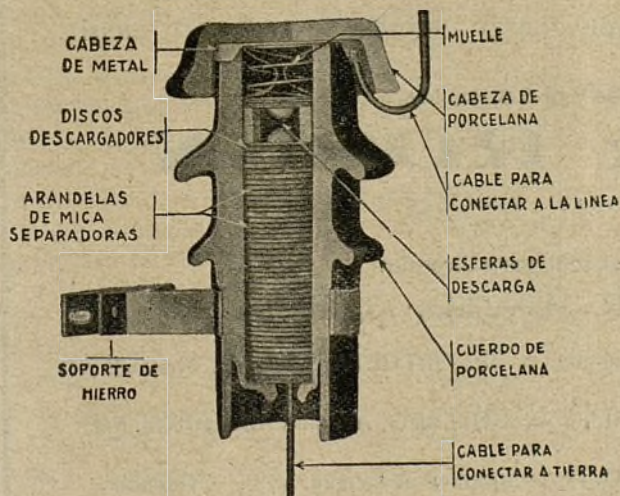
218, Avenue Daumesni
55, 57, 62, 64, Rue de Fécamp

PARÍS

Proteja sus instalaciones!

adoptando los pararrayos auto-válvula

Westinghouse



de descarga en forma continua
Sin reacción química alguna
Adoptados por las principales
Compañías de Electricidad

Electric Supplies Co., S. A.

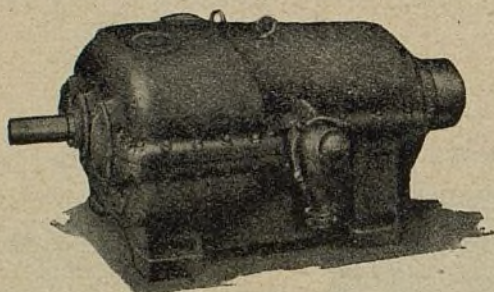
Oficina Central:

Fontanella, 14, pral. - BARCELONA

Delegaciones:

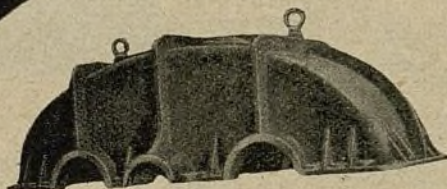
Barquillo, 22 - MADRID

Marqués del Puerto, 7 - BILBAO



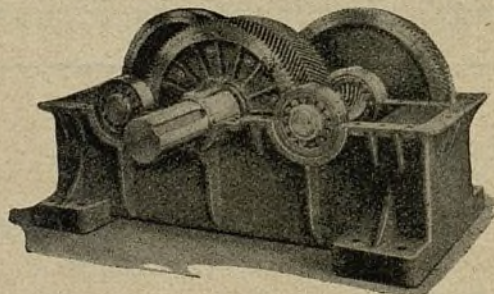
No solamente

el motor con reductor de velocidad en el cárter, cuyo espacio se reduce al mínimo.



Sino también

el reductor de velocidad de precisión independiente, deben formar parte de sus instalaciones,



PORQUE: La seguridad en la marcha,
El rendimiento perfecto y
La marcha silenciosa

son factores con los cuales hay que contar cuando se trata de elegir.

Pidan catálogos y presupuestos.

LUTH & ROSÉN
ESTOCOLMO (SUECIA)

Representante general para España:

LUIS J. DAHLANDER, Montalbán, 13, Madrid

Agente general para

{ el Norte y Noroeste de España: A. DE ORTUETA, Calle del Marqués del Puerto, 10 — Bilbao.

{ Cataluña: ALBERTO PALOMAR COLLADO, Avenida Alfonso XIII, 541 — Barcelona.

{ Valencia: JOSÉ VICIANO, Plaza Marqués de Estella, V. F. — Valencia.

a las citadas construcciones. La corrosión puede también producirse cuando la corriente abandona las masas metálicas para dirigirse a otras próximas. Una tubería o cualquier otra masa metálica, en contacto más o menos directo con tierra, si está situada en una zona peligrosa podrá por consiguiente quedar sometida a una corrosión lenta de origen electrolítico.

Son incalculables los daños producidos por esta corrosión, y para evitarlos todas las naciones se han preocupado de reglamentar cuidadosamente las condiciones del retorno de la corriente de tracción, especialmente en las instalaciones de corriente continua. De la magnitud de esta corrosión es fácil darse cuenta, sin más que citar el caso de la del plomo, que para un amperio en un año alcanza el valor de 33,8 Kgs., más que suficiente para que, aunque esté localizada en una región relativamente extensa, perfore las cubiertas de los cables y exija su reposición, lo que es tan costoso de mano de obra como de material. Mr. Robert Hadfield calculaba no hace muchos años, en 700 millones la

pérdida anual de hierro y acero originada por la corrosión electrolítica.

No siempre la existencia de corrientes vagabundas lleva aparejada la corrosión de las construcciones metálicas próximas; el proceso electrolítico exige condiciones especiales de las que nos ocuparemos más adelante. Es en cambio harto frecuente la aparición de corrosión en tuberías sin existir corrientes vagabundas, e incluso sin proceso electrolítico. Pero sea cualquiera su causa, la destrucción de las tuberías representa un grave perjuicio, y en muchas ocasiones un peligro evidente si afecta a las conducciones de agua y gas, puesto que en este último caso puede dar origen a explosiones producidas por la chispa que salta si se interrumpe la continuidad del camino de las corrientes vagabundas. Los edificios que contienen explosivos deben preservarse especialmente contra la eventualidad de entrada de estas corrientes; una simple desconexión de los tubos que las conduzcan puede dar lugar a chispas suficientes para provocar una explosión.

(Continuará).

VÍCTOR DE BUEN.

SEMI-ACERO

por JOAQUÍN FERRER

de la "Maquinista y Fundiciones del Ebro" — Zaragoza

Qué se entiende por semi-acero

En ciertas aplicaciones de la mecánica e industria moderna, se requiere algunas veces fundiciones, cuyas resistencias físicas sean superiores a las corrientes de la fundición gris. Este mejoramiento, se consigue, con mayor o menor facilidad, disminuyendo la cantidad de carbono total de la fundición gris, con adiciones de acero y variando las más de las veces, el tanto por ciento de los otros elementos, con estas mismas condiciones de acero, o por otras de ferroaleaciones especiales.

No se sabe a ciencia cierta, quién fué el primero que tuvo la idea de añadir acero a la fundición gris, aunque los ingleses, citan al fundidor Stirling, que a mediados del pasado siglo, hizo patentar una fundición dura a la que añadía un 30 por ciento de hierro dulce, obteniendo en aquella época un gran éxito, gracias a las condiciones de tenacidad y de temple de las piezas obtenidas con este metal.

En América, aparece 25 años más tarde Carpentier, de Cleveland, con un procedimiento que hizo patentar, consistente en introducir trozos de acero a la fundición gris en fusión. Con este procedimiento, puesto en práctica en 1876, se evita la oxidación del acero, hasta llegar a su fusión en el cubilote por el procedimiento habitual.

En la misma época se fabricaba en Francia, en varias fundiciones de las Ardenas, la fundición maleable acerada que llegó a adquirir fama justificada.

En el día de hoy y debido principalmente a las necesidades de la gran guerra, el metal que nos ocupa, está perfectamente conocido, siendo muchas las fundiciones existentes en todo el mundo especializadas en la fabricación de esta fundición, sin que sea para nadie un secreto su fabricación, no siendo temerario el decir que pronto estará en la práctica corriente de todas las fundiciones.

La fundición acerada o semi-acero, como la llaman franceses y americanos respectivamente, es según apuntamos antes, una fundición gris, a la cual se ha agregado en el proceso de su fusión, una cantidad determinada de acero que le comunica ciertas cualidades.

Equivocadamente se ha dicho que el semi-acero, es una mezcla mecánica de acero y fundición gris, esto no es cierto; es una verdadera combinación en la cual se combina el carbono, silicio y fósforo de la fundición para unirse así con ella; esta unión es tan completa como lo es la del hierro y carbono en el acero.

Fundidores hubo en un principio, que creyeron imposible la existencia del semi-acero, fundándose para combatirlo, en el hecho de que ciertas piezas obtenidas con este metal en determinada fundición francesa, tenían su parte superior muy esponjosa, debido según ellos a que queda la fundición en la parte superior y el acero en la inferior por no unir bien. La explicación de este fenómeno, no es cierta; la separación no debe producirse y la presencia de partes esponjosas es debi-

da a insuficiencias de respiros o a estar frío el metal durante la colada.

Bajo el punto de vista químico, se puede definir el semi-acero, diciendo que es una fundición lo más exenta posible de azufre y fósforo ($S \leq 0,12\%$ y $P \leq 0,20\%$) y en que la cantidad de carbono total, no pasa de $3,2\%$ en sus dos estados grafitico y combinado pero estando el grafitico en la precisa cantidad para que la fundición resulte de naturaleza atruchada o gris y pueda trabajarse fácilmente.

Es pues el semi-acero una fundición poco carburada que necesita haya sido elaborado y fundido a elevada temperatura. Descarburación y sobrecalentamiento, son las condiciones esenciales de su resistencia. La fundición en efecto, compuesta de hierro, carbono y otros elementos, es una aleación cuya homogeneidad es tanto más perfecta cuanto más alta ha sido su temperatura de elaboración y cuanto mejor colocados han estado los diferentes elementos que la componen para verificar una mezcla íntima. También se producen menos licuaciones en el momento de la solidificación si la rapidez de enfriamiento es muy grande. Si esto ejerce influencia sobre la composición química, disminuyendo la proporción de grafito, no cabe duda alguna que influirá también sobre la estructura del metal mejorándola y mejorando en consecuencia su resistencia.

Metalográficamente hablando, está compuesto el semi-acero de un fondo perlítico en el cual el grafito está muy dividido y aun en forma de glóbulos, apareciendo muchas veces en el mismo estado que en la fundición maleable o por lo menos en pequeños amas originados por la división de las grandes placas en que aparece en la fundición gris al introducir el acero.

Estudio de los componentes químicos

Carbono. — El acero se incorpora a la fundición gris para obtener un aumento en la calidad del metal disminuyendo la cantidad de carbono total. La resistencia del semi-acero aumenta con la disminución de este elemento.

No obstante, no puede descenderse su tanto por ciento por debajo de $2,80\%$ del carbono total, si quiere obtenerse un metal que conserve su fluidez durante la colada y produzca piezas que se puedan trabajar, pues como luego se verá, al estudiar sus aplicaciones, precisa de $1/4$ a $1/5$ de carbono combinado.

El acero a emplear y cuya incorporación a la fundición puede variar de 10 a 40% del peso total, debe ser de la calidad medio duro, teniendo

de $0,3$ a $0,4\%$ de carbono; $0,18$ a $0,30\%$ de silicio y $0,55$ a $0,70\%$ de manganeso y está formado por chatarra, deshechos o pedazos de hierro de carriles, granadas de acero, etc., a lo que se añadirá según las necesidades, restos de resortes de coches, limas, etc.

También se han tratado de utilizar las virutas de acero obtenidas en el torno, pero su excesiva oxidación en el cubilote, hace precisa una compresión preliminar, un moldeo después o un revestimiento cualquiera, lo que no ha permitido hasta ahora aprovechar con este objeto, estos residuos.

Manganeso. — En la práctica se considera al manganeso de tenor constante por la razón siguiente: por encima del 1% hace al metal duro y difícil de trabajar; por otra parte, posee este elemento una acción desulfurante muy interesante, que es prudente no perder disminuyendo su tanto por ciento. Entre $0,75$ y 1% de este elemento, es como se obtiene mejor resultado. No es práctico añadirle como ferromanganeso y sí lo es, el empleo de un «Spiegel».

Silicio. — Este elemento con el manganeso, son los importantes elementos de regularización del lecho de fusión y según las cualidades del metal acerado a obtener, su tanto por ciento variará en más o menos escala, pero aproximándose a estos límites de $1,4\%$ a 2% .

Como antes decimos para el manganeso, se conseguirá la cantidad de silicio añadiendo aleaciones muy pobres o partiendo de fundiciones muy siliciosas.

Fósforo. — Su influencia en el semi-acero, tiene una importancia más o menos grande según sea la calidad de las piezas a obtener. Su cantidad máxima parece no debe pasar de $0,3\%$ a $0,40\%$. Al principio de la fabricación de las granadas en semi-acero, la norma de las cargas, prescribía un tanto por ciento en fósforo no superior a $0,07\%$, pero dada la imposibilidad de conseguir fundiciones tan pobres, se llegó a tolerar sucesivamente $0,10\%$; $0,12\%$ y $0,15\%$, dejando en completa libertad al fundidor de establecer sus normas de carga y considerando tan sólo los resultados obtenidos.

Azufre. — Los inconvenientes de este metaloide son bien conocidos de todos los fundidores. Basta decir, pues, que cuanto menor sea su porcentaje, mejores resultados se obtendrán.

Por lo que llevamos dicho, se comprende cual ha de ser la composición de un buen semi-acero. No obstante, como sus aplicaciones son muchas y varias, también lo son las opiniones de técnicos, sobre cual es mejor. Daremos algunas de ellas.

DESIGNACIÓN	Cr %	Cc %	Si %	Mn %	P %	S %
Para granadas artillería	2,40	0,65	1,15	0,60	0,15	0,08
» » »	2,50	0,75	1,40	0,85	0,15	0,08
Obtenido por M. Mac Lain	—	—	1,75	2,00	0,50	0,05
De densidad y resistencia normales .	2,30	0,80	1,80	0,85	0,65	0,06
De alta resistencia al choque y al roce .	2,40	0,80	0,90	0,60	0,15	0,04
» » »	2,60	1,00	1,00	0,70	0,30	0,06
De resistencia normal	2,40	1,00	2,00	0,95	0,85	0,10
Para granadas artillería	—	—	1,50	0,44	0,17	0,09
» » »	—	—	2,20	0,98	0,10	0,07
» » »	—	—	1,40	0,70	0,09	0,06

Como se ve en el cuadro que antecede, la cantidad de silicio y manganeso varía en grande escala pero de un modo directo y se comprende que tal ocurra, pues son dos elementos que obran de un modo contrario. La razón del manganeso al silicio, debe estar comprendida, entre 1/2 y 1/3. No se debe llegar por bajo de 1,25 % de silicio para obtener un metal fácil de trabajar. En cambio esta cifra, puede sobrepasarse de un modo considerable si se tiene en cuenta la relación anterior.

Estudio de los componentes metalográficos

Teniendo en cuenta la constitución de las fundiciones grises, se puede encontrar en el semi-acero, cuatro elementos principales: la ferrita, el grafito, la perlita y la cementita.

Grafito. — Se presenta bajo dos formas principales.

1º En láminas más o menos curvadas cuando se precipita a partir de la fundición entera o parcialmente líquida. Sus cristales idiomórficos de granito más o menos deformados, pudiéndose apreciar cómodamente las dimensiones por el desarrollo en longitud de los filamentos visibles sobre el par micrográfico. Así se puede distinguir: el grafito de primera consolidación (pro entéctico) en grandes láminas visibles a simple vista en las fundiciones negras y el grafito entéctico en láminas de dimensiones bastante inferiores que es el único que existe en las fundiciones aceradas.

2º En amas o nódulos en las fundiciones recocidas en donde se origina por descomposición el carburo de hierro; por oposición con el precedente, se le puede llamar grafito metamórfico y su forma, no tiene ninguno de los caracteres específicos de los cristales de grafito.

En ambos casos, el grafito casi desprovisto de dureza y resistencias mecánicas y muy fácilmente deformable, desempeña en la masa de la fundición el papel de solución de continuidad facilitando el trabajo con la herramienta. Reduce pues en todos los casos la resistencia mecánica y aumenta la facilidad de deformación (reducción del módulo elástico). Para su influencia sobre el alargamiento dependerá considerablemente (y esto se

comprender con facilidad) de la forma de sus elementos; en láminas equivale a hendiduras muy finas que determinan la ruptura sin deformación notable; agrupado en nódulos de dimensiones transversales muy reducidas, no son más que especie de pequeños agujeros diseminados en la masa permitiendo una deformación importante del conjunto antes de la rotura.

Ferrita. — De resistencia mecánica y de dureza muy inferior a la cementita y perlita, su presencia no podrá compaginarse con fundiciones de alta resistencia.

Perlita. — Preséntase, como se sabe, bajo dos formas o variedades principales: perlita laminar y perlita globular. En la ausencia de tratamientos térmicos en piezas fundidas con fundición se encuentra tan sólo perlita laminar, pero de láminas más o menos desarrolladas y por lo tanto más o menos visibles al microscopio. Cuanto más finos son los elementos que constituyen la perlita, mayores son la dureza y la resistencia. Es interesante, pues, que la perlita se obtenga lo más fina posible, contribuyendo a ello, la rapidez de enfriamiento y la cantidad de manganeso.

Cementita. — Constituyente duro, de una dureza poco superior a la de la perlita laminar fina; por el contrario, es muy frágil. En poca cantidad y en elementos pequeños, bien diseminados y de forma amasada, aumenta la resistencia de las fundiciones, tanto más porque para una misma cantidad en carbono total, su presencia corresponde a una reducción en el porcentaje del grafito. Pero no precisa una grande proporción, pues entonces, los elementos se reúnen entre sí (eutéctica de las fundiciones blancas) y la continuidad de la cementita en la masa aporta la fragilidad.

La estructura tipo de un buen semi-acero, puede definirse del modo siguiente:

1º Perlita laminar fina (láminas visibles tan sólo con aumentos superiores a 200 diámetros).

2º Grafito en elementos diseminados por la masa cuyas dimensiones sean del orden de 1/10 milímetros.

En una palabra, fundición poco grafitosa a fondo entectoide o ligeramente hiperelectoide, que

corresponde a una cantidad de carbono combinado de 0,7 a 0,8 %. El grafito, estando en elementos tanto más desarrollados cuanto más carburada es la fundición (a igualdad de porcentaje de Silicio y rapidez de enfriamiento), debe haber interés en disminuir lo más posible la cantidad de carbono total. Pero empezando el punto de solidificación por las fundiciones hipotéticas y elevándose cuando la cantidad de carbono decrece, no se puede por la fusión en el cubilote bajar más allá de un 3 % de carbono total con el fin de conservar la fluidez necesaria durante la colada.

Por las consideraciones de la estructura, se llega a las condiciones deducidas de la experiencia de fabricación; tanto por ciento de carbono total, próximo a un 3 % con una proporción de un 25 % de carbono al estado combinado.

Los caracteres estructurales que corresponden a un descenso en las propiedades mecánicas de un semi-acero son:

Presencia de ferrita.

Grafito en grandes láminas y en proporción importante.

Perlita de textura grande.

Excesiva proporción de cementita.

Características mecánicas

Como hasta el día de hoy la principal aplicación del semi-acero ha sido la fabricación de granadas para artillería, el metal para este uso ha sido el más estudiado bajo el punto de vista mecánico; por lo tanto vamos a dar aquí los resultados requeridos para este fin que en definitiva han de servir de norma para los demás usos.

Ensayo de choque. — Las probetas de $200 \times 40 \times 40$, coladas separadamente de los obuses, se ensayan con el martillo de 12 kgs. llamado por los franceses «appareil de chemin de fer» en que las cuchillas están separadas 16 cm. La altura inicial de la caída es de 28 cm. elevándose el péndulo de centímetro en centímetro hasta la rotura. La media de altura, debe ser por lo menos de 45 cm. y ha de sufrir la probeta al menos 17 golpes antes de romperse.

Ensayos de tracción. — Un cilindro de 150 m/m colado a 18 m/m. ϕ . y torneado a 16 m/m. ϕ . debe resistir una carga de 25 kgs. por mm^2 o sea un total de 25.000 kgs. Es importante disponer de una máquina que permita operar sin flexión, es decir, provista de articulaciones que eviten los esfuerzos laterales, los cuales pueden provocar la rotura antes que el esfuerzo real de rotura a la tracción, se haya conseguido.

Carga de rotura a la compresión. — Por numerosas medidas efectuadas sobre cilindros de 16 m/m. ϕ . se ha encontrado para R_c un valor superior a 100 kgs. por mm^2 para probetas fundidas separadamente de los proyectiles y algo inferior cuando estas probetas, se han sacado de los mismos proyectiles.

Flexión. — Una probeta de $65 \times 10 \times 10$, colocada sobre dos cuchillas espaciadas 50 m/m. y soportando la carga en su punto medio, no debe romperse con una carga inferior a 1.000 kgs.

Dureza. — Sobre una pieza trabajada, la huella de la bola de 10 m/m. de diámetro, bajo una presión de 3.000 kgs. durante 30 segundos, no debe tener más de 4,4 m/m. diámetro.

Propiedades

Comparando el semi-acero a la fundición gris corriente, la primera ventaja que se presenta, es un aumento de resistencia al choque y de la tenacidad. Esto permite obtener piezas fundidas más ligeras que con la fundición ordinaria.

Es susceptible de tomar un bello pulido y se deja trabajar fácilmente a grandes velocidades de corte.

Cuando la temperatura se eleva, la resistencia no disminuye tan deprisa como en la fundición gris. Mejor que ésta transmite el calor porque contiene menos silicio y menos carbono total.

En cambio, presenta algunos inconvenientes. Como contiene menos carbono total, tiene tendencia a endurecerse con más facilidad por haber mayor cantidad de carbono combinado. Es preciso tener mucho cuidado en disminuir la cantidad de silicio, cuando el tanto por ciento de carbono total decrece; la vigilancia en el carbono total y en el carbono combinado es el punto más importante del semi-acero, siendo esta relación, muchísimo más delicada que en la fundición ordinaria.

El acero absorbe más fácilmente el azufre del combustible de la carga que la fundición.

El semi-acero presenta serios inconvenientes a las fusiones repetidas, siendo prudente no refundirle en proporciones muy elevadas con las cargas si se quiere conseguir una marcha regular en el cubilote.

Presenta también el inconveniente, de solidificarse con más rapidez que la fundición gris. Permanece fluído durante un corto espacio de temperatura, obligando a operar rápidamente. Para las piezas pequeñas y ligeras, es menos ventajosa que la fundición ordinaria.

Presentan con frecuencia las piezas fundidas con este material abundantes sarpullidos y aunque su grano sea de un bonito color gris plata, homogéneo y muy compacto se inutiliza algunas veces para ciertos usos.

Según algunos autores, el acero, no se mezcla íntimamente con la fundición y forma alguna vez zonas laminares, obteniéndose así, superficies de dureza desiguales que recuerdan y producen el efecto de limas cuando estas piezas actúan por frotamiento.

Aplicaciones

De un modo general podemos decir que el semi-acero, puede encontrar aplicación en la fabrica-

ción de aquellas piezas que la mecánica moderna pide a los fundidores, y esta fabricación, necesariamente ha de aumentar, si los constructores tienen la certeza de encontrar un semi-acero de calidad por lo menos regular.

Se emplea en aquellas piezas sujetas a choques y esfuerzos tales como, casquillos y árboles laminadores, así como en un gran número de piezas de metalurgia, pero debido a los sarpullidos que con frecuencia presenta, es prudente aconsejar, no emplearlo más que en las piezas que no vayan trabajadas, cometiéndose un grave error si se usa para piezas de máquinas de vapor (y de un modo general para la construcción de todas las máquinas herramientas).

En el transcurso de la gran guerra, el empleo del semi-acero tomó una considerable extensión por su aplicación a la fabricación de las granadas fundidas, pero teniendo en cuenta la cantidad de sarpullidos que presenta este metal, según queda dicho en el capítulo anterior, se ha tratado de reglamentarlo y tolerarse en la superficie exterior de la granada, antes de la cintura, sopladuras o sarpullidos con la condición de que sean poco numerosos y pueda delimitarse claramente el fondo de cada uno de ellos por medio de un sondeo, mediante una aguja fina. El diámetro de cada uno de ellos, no debe ser inferior a 3 m/m. y su profundidad, inferior a $1/4$ del espesor de la pared de la granada.

Las darts o amas aparecidos en igual sitio, deberán tener una superficie inferior a 2 cm² y por su sondeo se deberá reconocer que este defecto, es tan sólo superficial.

No se admite ningún defecto en la parte posterior de la cintura ni en el interior de las granadas, debajo del fileteado, salvo ciertas depresiones interiores de poca extensión y de 2 a 3 m/m. de profundidad siempre que el fondo se vea sano.

Anotamos estas normas seguidas para la admisión de las granadas de la artillería francesa, para que por ellas, se juzgue la clase de metal que nos ocupa.

Procedimiento de fabricación

En otros tiempos se emplearon dos procedimientos fuera de todo uso en la época actual, consis-

tentes uno, en añadir trozos de acero al estado sólido a la fundición gris, y el otro en fundir separadamente la fundición y el acero para mezclarlos en fusión.

El primer procedimiento, es malo bajo todos los conceptos y es inútil ensayar de hacer la adición de acero al estado sólido, pues además de poder añadir tan sólo proporciones ínfimas de acero (1 a 2 %), no se obtendrá la estructura de grano fino que se desea.

Una adición de acero sólido en la cuchara, hará más mal que bien; se obtendrán sopladuras, partes duras y partes blandas sin conseguir ninguna de las propiedades de la fundición acerada.

La mezcla de acero líquido con la fundición líquida, da un resultado excelente, pero requiere que antes de verificar la colada, se agite fuertemente para obtener un metal homogéneo. A pesar de todo como decimos antes, este procedimiento, está en desuso, sin haber para ello causa justificada, según nuestro parecer, pues el hecho de necesitar dos aparatos de fusión y un mezclador, no creemos le encarezca tanto que llegue a hacerlo prácticamente imposible; en cambio, puede estudiarse este método de fabricación de un modo más científico y vigilarlo continuamente.

En la práctica actual, se obtiene el semi-acero fundiendo la fundición gris y el acero a la vez, en hornos de crisol, reverberos eléctricos Martín o en el cubilote.

Con los hornos a crisol, se obtienen resultados análogos a los que da la mezcla de los dos metales fundidos, pero no se pueden obtener más que muy pequeñas cantidades de metal. El horno a reverbero, es más fácil de vigilar; permite bajar el tanto por ciento en carbono total y en silicio y el metal obtenido es de calidad superior pero es también más caro.

Actualmente, es el cubilote, el único aparato de fusión empleado y vigilándole bien, da excelentes resultados.

Siendo este último método de fusión el que interesa más a los fundidores dispuestos a fundir en semi-acero, piezas mecánicas, es el único del cual nos ocuparemos.

(Continuará)



CRÓNICA DE LA AGRUPACIÓN

Junta Directiva

Durante el pasado mes de Febrero la Junta Directiva llegó a un acuerdo con la Asociación de Alumnos de la Escuela de Ingenieros Industriales de esta ciudad, en cuya virtud las relaciones entre ambas entidades continuarán siendo lo íntimas que vienen siendo desde hace algunos años, pero modificándose un tanto en mutuo provecho. La Asociación de Alumnos ha pasado a ser inquilino de nuestro edificio social, aceptando sin modificación alguna las condiciones que para todos los inquilinos tiene nuestra Asociación establecidas. El despacho que ocupan los escolares es el señalado con el número 5 del piso primero, y en él está establecida su Secretaría y sala de conversación.

La Asociación de Alumnos entregará además una cuota global fija a nuestra Asociación, y ésta permitirá que todos sus asociados, provistos de su carnet de identidad, puedan consultar en nuestro local las obras y revistas, en las mismas condiciones que nuestros socios titulares. Además los alumnos que presenten un volante firmado por un profesor de la Escuela, podrán retirar de la biblioteca, por durante ocho días, con limitaciones convenidas, las obras destinadas a biblioteca circulante.

La Asociación de Alumnos se hace solidaria de los deterioros que en libros y revistas puedan causar los escolares, y a tal fin depositará una cantidad en nuestra caja social.

La Junta Directiva, por acuerdos tomados por unanimidad, ha cumplimentado al señor Juez decano de los Juzgados de primera instancia de nuestra ciudad, con cuya autoridad mantiene nuestra Asociación las mejores relaciones en lo referente a la designación de peritos judiciales, y ha cumplimentado también al Excmo. Sr. Presidente de la Diputación Provincial y al diputado ponente de Cultura D. Antonio Robert, para demostrar nuestro agradecimiento por haber concedido la Diputación, por tercera vez, una subvención de 6,000 pesetas. El señor Conde del Monseny no pudo hallarse presente en la visita, por habérselo impedido la necesidad de acudir a una reunión de autoridades, dispensando a la Directiva el honor de presentar, personalmente, sus excusas, a cuyo fin devolvió la visita a la Junta Directiva en nuestro local social, acompañándole el señor Robert.

La Junta Directiva se ha adherido al homenaje que se proyecta tributar a nuestro compañero don

José Antonio Artigas, esperando le sean comunicados detalles para acordar la forma de exteriorizar la adhesión.

También se ha dirigido a nuestro ilustre compañero don Luis Bosch-Labrús para felicitarle por haber sido elevado a la Presidencia del Fomento del Trabajo Nacional.

El Presidente de nuestra entidad ha sido nombrado en virtud de Real orden, vocal del Comité local organizador de la sesión que próximamente celebrará en Barcelona la Conferencia Mundial de la Energía, sesión que estará dedicada al aprovechamiento integral de las corrientes de agua. Por delegación del señor Presidente, ocupará el cargo el Vicepresidente segundo, don Enrique Baixeras.

Desde hace algún tiempo, sabido es que se gestiona la creación de una revista de clase que con el carácter de organismo único de nuestra Asociación Nacional, tome a su cargo la defensa de las prerrogativas de nuestro título. Sobre el particular, y antes de llevar el asunto a la junta general, la Directiva ha creído del caso reclamar para nuestra Agrupación las mismas garantías que ha solicitado la Agrupación de Bilbao. Esperamos que la Junta Superior tomará en consideración nuestras aspiraciones, para dar cuenta del proyecto de definitivo acuerdo a la junta general.

Secciones

Al entrar en prensa el presente número se han verificado las elecciones de los cargos vacantes en las distintas Comisiones Permanentes, con lo cual habrá quedado normalizada la vida social. En el próximo número daremos cuenta de cómo han quedado constituidas.

Nuevas Directivas de las Agrupaciones de Madrid y Bilbao

En virtud de las reglamentarias renovaciones, han quedado constituidas tal como a continuación se indica:

Asociación de Bilbao:

Presidente, D. Mario Herrán.
Vicepresidente, D. Luis Checa.
Tesorero, D. Manuel de Zubiría.
Contador, D. Jesús Menéndez.
Bibliotecario, D. Juan Ajuriaguerra.
Secretario, D. Nicolás de Zubigaray.
Vicesecretario, D. Vicente Blanzategui.

Vocales, D. José M^a G. de Careaga, D. Federico de Castro, D. David García Alfonso, D. José L. Moronati, D. César de Olaso, D. José Ortiz y D. Isidro Sans.

Agrupación de Madrid:

Presidente, D. Manuel Soto y Redondo.
Vicepresidente 1º, D. Juan Usabiaga Lasquibar.
» 2º, D. José Correa Vera.
Secretario general, D. Ramón Ferrer y Gal-
diano.

Secretario 1º, D. José Castañeda Chornet.
» 2º, D. Fernando de Cárdenas y de
Abarzuza.

Tesorero, D. Alberto Inclán López.
Contador, D. Félix de Gregorio y de Villota.
Bibliotecario 1º, D. Francisco Vighi y Fenández.
» 2º, D. Juan Pradillo de Osma.

Vocales, D. Rafael Alcayne Chavarría, D. Juan Cánovas del Castillo, D. Fernando Luca de Tena, D. Manuel Lucini y Ruiz de Vallejo, D. Jorge Balaguer y Aristizabal y D. José M^a Fernández-Yañez Ozores.

BIBLIOGRAFIA

Tratado General de Construcción, por Carlos Esselborn.

—*Construcción de Edificios*, tomo 1º.—Versión de la 8ª edición alemana, por el Dr. B. Bassegoda Musté, Arquitecto.—Un volumen de 27×19 centímetros, con 770 páginas y 2,351 grabados.

—*Obras Públicas*, tomo 1º.—Versión de la 8ª edición alemana, por Manuel Company, Ingeniero Militar.—Un volumen de 27×19 cms., con 856 y 1,483 grabados.

Hay que agradecer a la casa editorial Gustavo Gili el señalado servicio que presta a nuestra bibliografía con la publicación, traducida al castellano, de la importante obra que motiva estas líneas.

Existen desde luego importantes publicaciones que de la técnica de la construcción se ocupan, abundan también las que tratan la mecánica aplicada con autoridad y competencia, pero hay que reconocer que escasean las que a la vez y con racional correlación, estudien y desarrollen los proyectos y procedimientos de ejecución de las obras, las estructuras, la composición, el cálculo y las aplicaciones prácticas de la construcción.

Estas condiciones las reúne cumplidamente el *Tratado General de Construcción*, escrito por el profesor alemán Carlos Esselborn, con la colaboración de distinguidos especialistas.

No quiere decir esto que se trate de un resumen donde con más o menos orden se extracten los distintos conceptos que corresponden a cada materia por simple recopilación de datos de otros autores. El libro que tenemos a la vista, resultado de un mayor estudio y experiencia, constituye una verdadera obra maestra, racional, metódica y completa, en la que su autor y colaboradores demuestran su extraordinaria competencia y el claro criterio de lo que debe ser y de la finalidad que debe perseguirse en publicaciones de esta clase.

El tomo referente a «Construcción de Edificios», comprende los capítulos siguientes: Fundaciones.—Obras de fábrica.—Construcciones de madera.—Construcciones metálicas.—Construcciones de hormigón armado.

El volumen de «Obras Públicas» abarca los capítulos que siguen: Topografía.—Movimiento de tierras.—Muros de sostenimiento y revestimiento, muelles y presas.—Cimentaciones.—Carreteras.—Ferrocarriles.—Túneles.

La simple enunciación de los capítulos no es suficiente para formar concepto exacto de su importancia y utilidad; para ello hay que tener en cuenta que cada uno de dichos capítulos—atendido el extenso y preciso desarrollo que alcanzan,—debe ya considerarse como un buen tratado de la respectiva rama.

La parte referente a resistencia de materiales, que está escrita con admirable sencillez y puede seguirse fácilmente con sólo fundadas nociones de estática, contiene buen número de ejemplos que no dejan la menor duda para la debida aplicación de las respectivas conclusiones y fórmulas, mereciendo con respecto a este particular preferente mención, el capítulo que se dedica al hormigón armado. La parte constructiva, que es asimismo muy completa, aparece ilustrada con profusión de grabados que en diversas perspectivas, proyecciones y secciones reproducen conjuntos y detalles de construcciones y obras modernas, y encierra, asimismo, muy útiles notas y previsiones de orden técnico, práctico y económico para su consciente proyecto, dirección, ejecución, explotación y conservación.

Extensas citas bibliográficas que continuamente se aluden en el texto, pueden servir de guía a cuantos deseen ampliar los conocimientos que en el mismo se exponen y se aplican.

Los respectivos traductores de los volúmenes referidos, el docto Arquitecto don B. Bassegoda Musté y el ilustrado Ingeniero Militar don Manuel Company, han realizado su cometido con plausible

acierto, adaptándolos al vocabulario técnico castellano con tanta precisión y naturalidad, que por su segura redacción, no se advierte la procedencia de la obra original, que a la vez han completado con oportunas y discretas aclaraciones.

Como resumen debemos consignar que se trata de una obra eminentemente práctica, escrita con firmeza y claridad cautivadoras, rica en ejemplos y detalles, espléndidamente presentada, que inspira desde el principio hasta su fin, la mayor confianza y simpatía.

Estas son, someramente descritas, las características principales del libro que hemos tenido el gusto de saborear, libro que estimamos indicadísimo como obra de estudio, e insustituible como obra de consulta y aplicación, por su carácter esencialmente previsor y práctico; de tal modo que es obligado recomendarlo eficazmente a cuantos técnica y prácticamente a la construcción se dedican, convencidos de que con ello les prestamos un buen servicio, que en más de una ocasión recordarán agradecidos ⁽¹⁾.

P. V. S.

(1) De la obra en cuestión han aparecido otros dos volúmenes que han causado semejante favorable impresión y de los que nos ocuparemos en su día.

• • •

Química de las Materias Colorantes Naturales y Artificiales, por el Dr. D. Manuel Riquelme Sánchez.—Editado por Manuel Marín. Barcelona.

Este libro consta de unas 400 páginas en 8º y forma parte de la obra que el autor se propone publicar, denominada «Tratado de Química Aplicada a la Industria Textil», en la que el señor Riquelme expondrá el resultado de su experiencia adquirida durante más de veinte años que lleva dedicados a la enseñanza y a la práctica constante de estas especialidades englobadas en el título de esta obra.

Esta constará de siete tomos, desarrollando en cada uno de ellos una parte de la aplicación de la Química a la Tintorería, Estampados y Apresados, abarcando cuanto se refiere a las industrias vulgarmente denominadas del Ramo de Agua.

Para facilitar su estudio al que no tenga una preparación científica muy profundizada, contiene este volumen, además de lo que hace referencia a la parte que debe desarrollarse, en armonía con el enunciado de su título, unos capítulos complementarios que sirven de preparación a lo que se expone en el cuerpo del libro, en los cuales el lector encuentra datos y conocimientos útiles relacionados con la materia tratada.

Este primer tomo trata de la Química de las Materias Colorantes Naturales y Artificiales, describiendo el estudio teórico de los Colorantes, la descripción detallada de las prácticas de laboratorio necesarias para la obtención de los tipos prin-

cipales, las indicaciones técnicas pertinentes a su obtención industrial, las materias primas y productos intermediarios que se utilizan en las aplicaciones de la tintorería y el Análisis de los Colorantes libres.

Explica también a manera de prolegómenos, unas nociones de Química teórica, pues el autor las considera de vital interés para aquellos lectores desprovistos de conocimientos de la química general, propiamente dicha.

Da también mucha extensión al estudio general de las funciones de la denominada Química Orgánica, indispensable para la mejor inteligencia de la constitución de las materias colorantes, que es muy compleja en gran número de ellas, especialmente en las sintéticas.

Al final contiene como apéndice un catálogo de gran número de Colorantes Artificiales, con sus nombres comerciales, su composición química o modo de formación y fábricas que se dedican a la obtención de las mismas.

En resumen, se trata de una obra que es muy recomendable a todo aquel que desee enterarse de los fenómenos técnicos y científicos que se desarrollan en las operaciones industriales de la Industria Textil.

MELCHOR MARCER.

• • •

Utilisation des Forces Hydrauliques.—Cours a l'Ecole Spéciale des Travaux Publics, du Bâtiment et de l'Industrie, par M. Degove, Ingenieur en Chef des Ponts et Chaussées.—Librairie de l'Enseignement Technique.—Leon Eyrolles, Editeur. Paris.

Las primeras ediciones de esta obra fueron destinadas a los antiguos alumnos de la Escuela Especial de Trabajos Públicos. Los problemas complejos que llevan consigo la construcción de las centrales hidro-eléctricas, exige conocimientos tan diversos de geología, electricidad, mecánica, resistencia de materiales, y en esta obra se hallarán los conocimientos necesarios para toda instalación de este género.

La primera parte de este volumen comprende los métodos y principios que hay que aplicar para la instalación de conducciones de agua; la segunda parte se refiere a las diversas obras relativas al salto de agua, exceptuando la central.

A fin de que en cada caso se pueda emplear la solución más conveniente, se citan multitud de ejemplos, de cuyo estudio nos permite una orientación lo más justa posible en cada nuevo asunto que se nos puede presentar, por todo lo cual creemos habrá de tener una buena acogida entre nuestros compañeros que se dediquen a esta clase de instalaciones.

J. M^a B. DE F.

Spiros

DESDE 1842
AIRE COMPRIMIDO
VACIO. VENTILACION

CALLE D^R JOAQUIN POU N^o 2
BARCELONA

MADRID - BILBAO - SEVILLA - VALENCIA

COMPRESORES Y BOMBAS DE VACÍO

para todas las aplicaciones industriales

GRUPOS MOTO-COMPRESORES

fijos y móviles de todas potencias

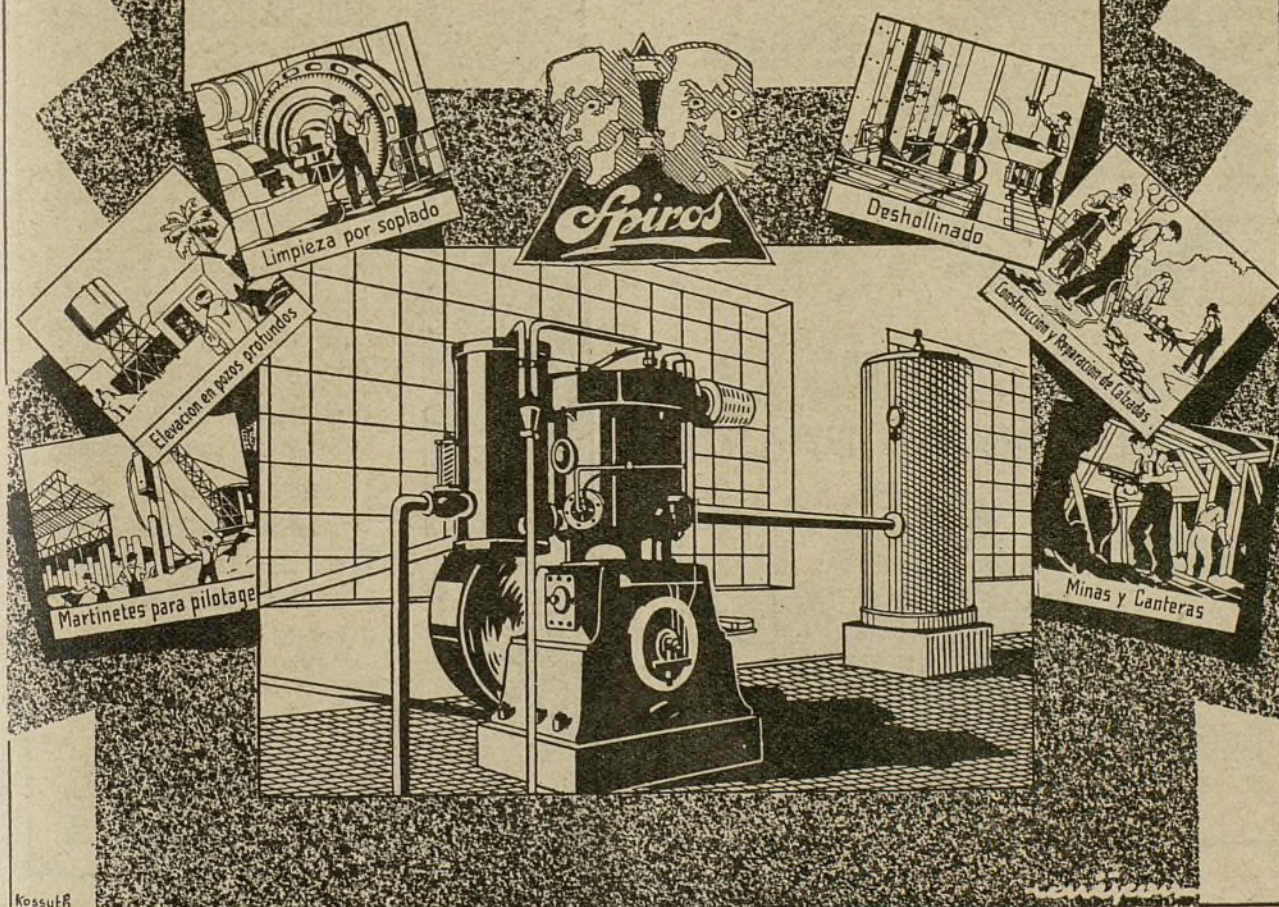
DEPARTAMENTO DE VENTILACIÓN

Secado - Aspiración de polvos, virutas, etc.

Deshollinado neumático de calderas

HERRAMIENTAS NEUMÁTICAS

MATERIAL DE PINTURA



LA CONSTRUCTORA DE MAQUINAS

HIJO Y YERNO DE ANDRES OLIVA



Pedro IV, 273

Teléfono 52804

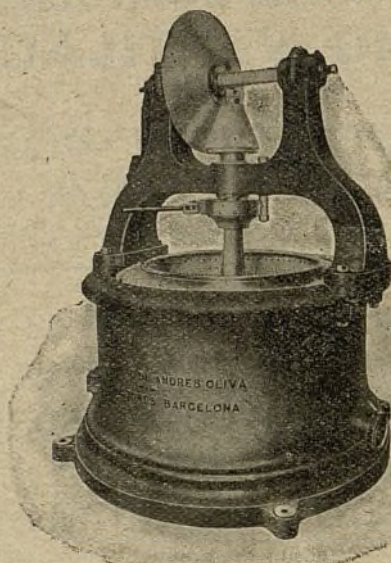
Apartado Correos 836

ESPECIALIDADES

Máquinas para blanqueos,
tintes, estampados
y aprestos

Hidro Extractores de todas
clases

Prensas hidráulicas y de
tornillo

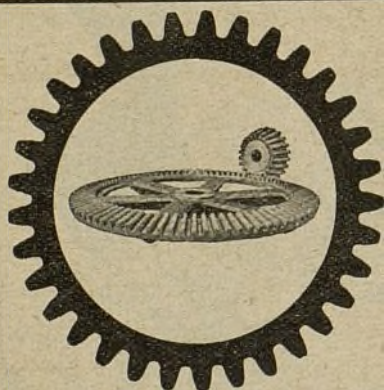


**INGENIEROS
CONSTRUCTORES**

Maquinaria para la
elaboración y fabricación
de la goma

Montacargas

transmisiones de mo-
vimiento de todos sistemas



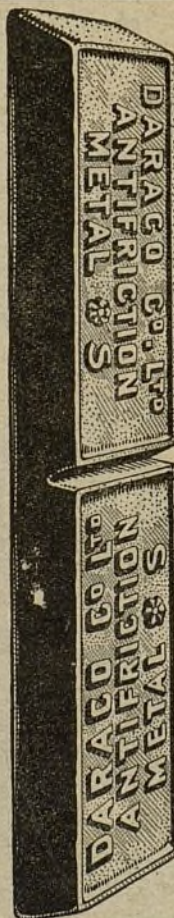
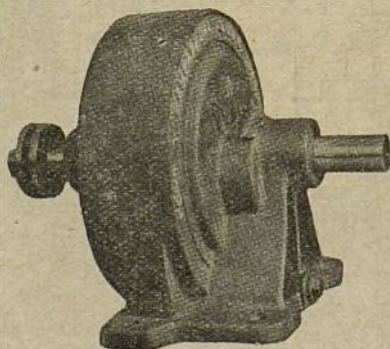
**Engranajes
cortados a
Máquina**

Engranajes FONT-CAMPABADAL, S. A.
Cortes, 490 y 494 - Teléfono 32229 - BARCELONA

Reductores

— de —

Velocidad



**LOS METALES BLANCOS
DARACO**

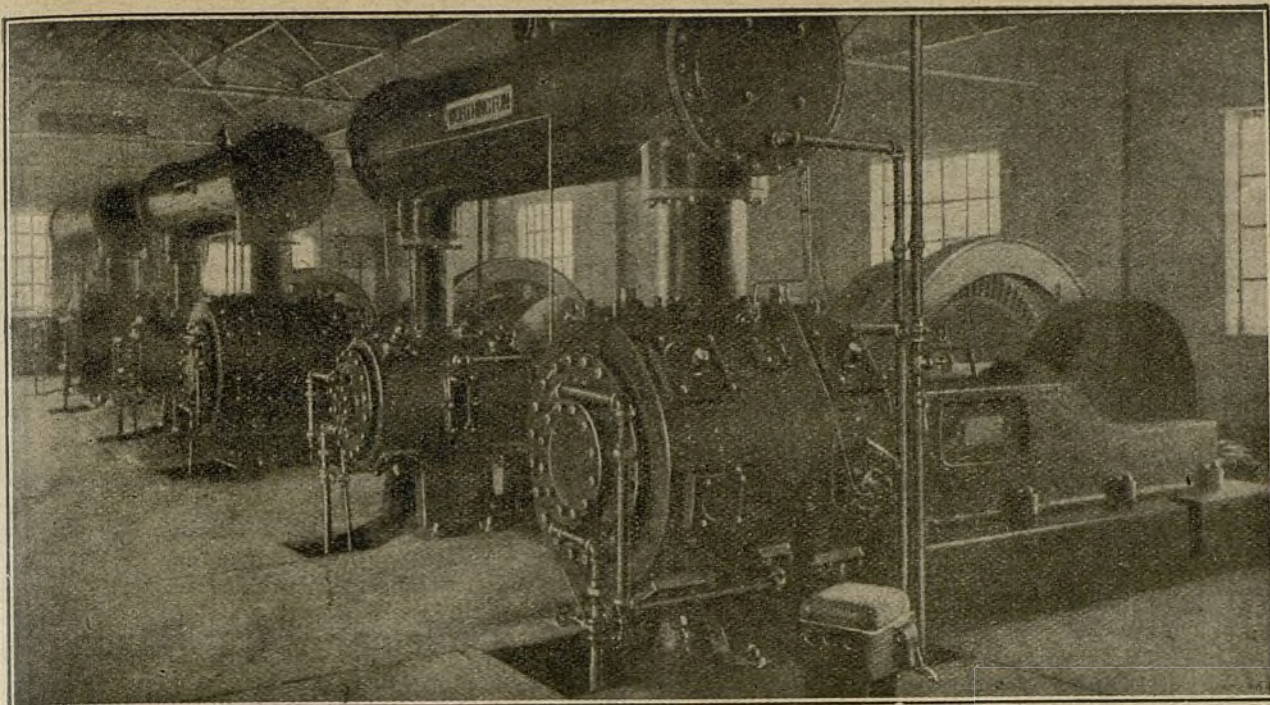
grafitados en 5 aleaciones pro-
badas ofrecen al consumidor
las siguientes ventajas:

Economía en fuerza y
aceite gracias al redu-
cido coeficiente de roza-
miento (hasta un 60 %
menos que en las alea-
ciones no grafitadas).

Duración mucho más
larga de los depósitos
y por lo tanto con me-
nos reparaciones.

Se desean para España
Representante general y
por distritos.

DARACO, G. m. b. H.,
Leipzig G. I., Nikolaistr. 26



3[Compresores de 2 fases, con válvulas FEATHER, en Oklaoma (U. S. A.)

3 Compresores Horizontales sirviendo herramientas neumáticas para el trabajo en minas de plomo y zinc.

ESTA es la mayor instalación de aire comprimido del distrito minero del sudoeste de los EE. UU. Es un equipo WORTHINGTON que da 210 metros cúbicos por minuto a una presión de 7,7 Kg./cm², permitiendo trabajar continuamente con más de 150 perforadoras grandes.

Para esta instalación fueron consultadas todas las principales casas que fabrican compresores, y el haber comprado a WORTHINGTON la instalación, da idea de la confianza que inspiran sus productos.

Las válvulas FEATHER, patentadas, extraligeras, y la válvula de regulación de capacidad, de cinco efectos, aseguran a todos los compresores WORTHINGTON un funcionamiento seguro y económico.

BOMBAS

de pistón, a vapor, centrifugas, para pozos profundos y artesianos, etc.

COMPRESORES

de todos los tamaños, fijos y portátiles, herramientas neumáticas, &

MOTORES

a gasolina y de aceites pesados.

ECONOMIZADORES

alimentadores para locomotoras.

WORTHINGTON



MADRID: MARQUÉS DE CUBAS, 8 / BARCELONA: P. UNIVERSIDAD, 2 / VALENCIA-BILBAO-SEVILLA

FUNDICIÓN Y CONSTRUCCIONES GRAU

SOCIEDAD ANÓNIMA
BARCELONA
1867 - 1926

OFICINAS
Urgel, n.º 58
Teléf. 33512

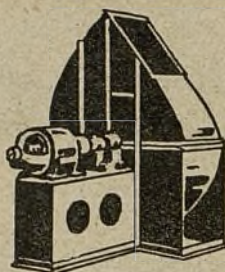


TALLERES:
Villarroel, 45
Teléf. 34147

SECCIONES

- A. { Aluminio para carters, émbolos y demás piezas de Autos y Aviación
- B. { Soldadura de piezas varias por el procedimiento de la fundición directa.
- C. { Bronces de todas clases para cojinetes y demás piezas de maquinaria.
- M. { Metales antifricción marca "G" para cojinetes y aplicaciones en Autos y Aviación.
- M. { Maquinaria para fundiciones, depuradores en planchas para fábricas de papel, y máquinas para ensayos de resistencia de materiales, etc., etc.

PROYECTOS Y PRESUPUESTOS INDUSTRIALES



Rendimiento elevado.
Construcción sólida.

Ventiladores

silenciosos

para aireación, secaderos,
tiro artificial, fraguas,
calefacción por aceite.

G. Meidinger y Cia, Basilea

Representantes:

Sánchez Ramos y Simonetta, Ingenieros
Avenida Pí y Margall, 5 - Madrid

Melchor Calonge, Ingeniero
Avenida Alfonso XIII, 420 - Barcelona

Plaza de Cataluña, 9
Teléfono 15562

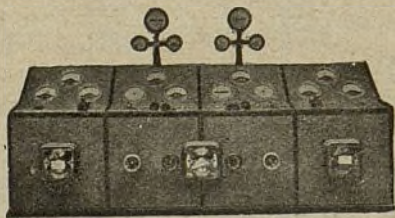


Menéndez Pelayo, 220
Teléfono 74472

Apartado 910
BARCELONA

Aparatos industriales y de gran precisión
para mediciones eléctricas.

Redes de distribución :: Cuadros de maniobra
Protecciones para altas tensiones



Motores y Transformadores "Clerici"
Iluminación científica y racional "Holophane"
Instalaciones eléctricas de luz y fuerza
Cerrajería y Tornillería



fabrica con los mejores aceros

Cadenas de rodillos para camiones

Cadenas para elevadores

Cadenas para transportadores

Cadenas Galle para grúas de
gran potencia

Cadenas para hormigoneras
y toda clase de cadenas
especiales tipos Ewart, Ley, con pernos
de acero, etc.

SOCIEDAD ANÓNIMA GIRBAU

Travesera de las Corts, 15 - Barcelona
Teléfono 33443

Depósito: Dr. Dou, 7 / Teléf. 15404

SULZER FRÈRES

WINTERTHUR (SUIZA)

Representantes exclusivos **JOHN M. SUMNER & C.^o**

Sucesores **BASTOS Y C.^a, S. en C.**

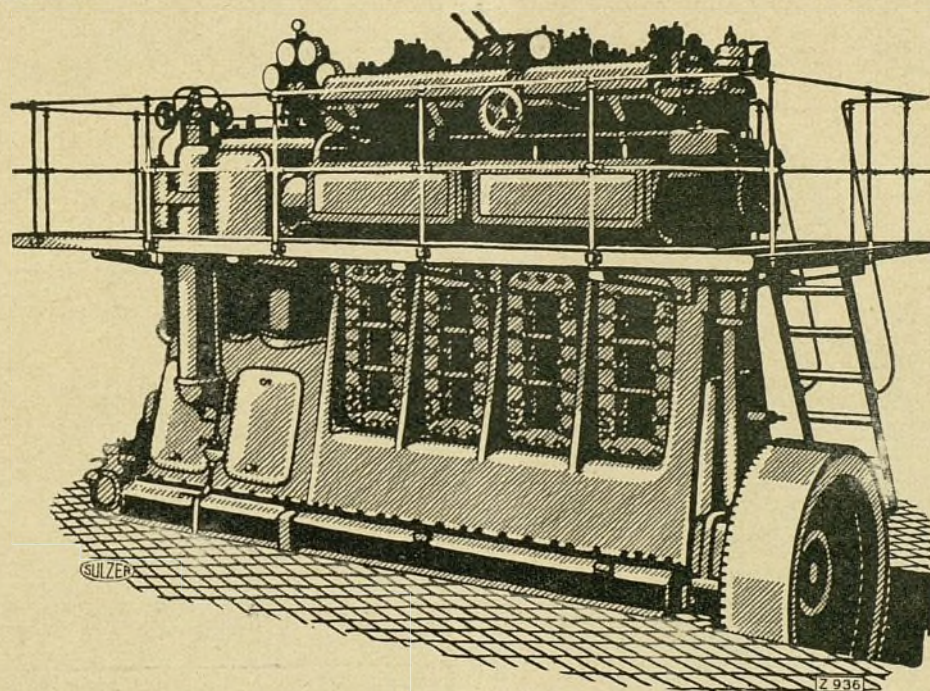
BARCELONA

Clarís, 19
Teléfono 13462
Apartado 364

Telegramas y telefonemas: SUMNER

MADRID

Paseo de Recoletos, n.^o 14
Teléfono 53502
Apartado 312



Consultas y Presupuestos gratis, contra demanda

Motores Diesel de 2 y 4 tiempos, fijos y marinos — Locomotoras Diesel — Bombas centrífugas — Calderas de vapor — Máquinas de vapor de flujo alternativo y continuo — Recalentadores — Depuración de aguas de alimentación — Ventiladores — Máquinas frigoríficas — Vagones-cubas con soldadura autógena — Ventilación — Humidificación, etc., etc.

OTRAS REPRESENTACIONES EXCLUSIVAS

PLATT BROTHERS & C.^o Ltd., OLDHAM (Inglaterra). — Maquinaria para la industria textil.
HENRY BAER & C.^o, ZÜRICH. — Aparatos de precisión para hilados y tejidos.
WILSON BROS BOBBIN C.^o, Ltd., LIVERPOOL. — Bobinas, canillas, lanzaderas, etc.
HEENAN & FROUDE, Ltd., WORCESTER. — Frenos dinamométricos, refrigeradores de agua, aire, etc.
JOSEPH STUBBS, Ltd., MANCHESTER. — Canilleras, Bobinadoras, Reunidoras, Aspes, etc.

ESCHER WYSS & C.^{ie}

ZURICH (SUIZA)

REPRESENTANTE GENERAL
EN ESPAÑA

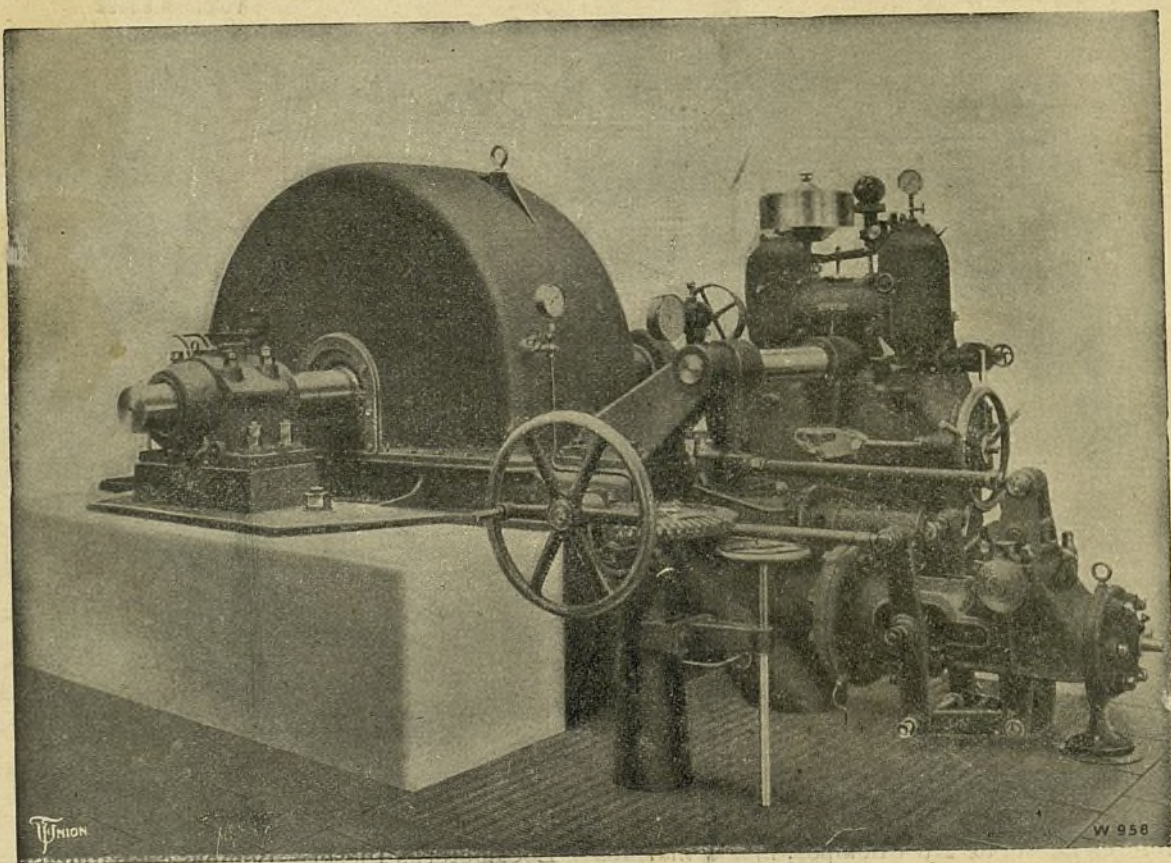
F. VIVES PONS

INGENIERO INDUSTRIAL

BARCELONA: Gerona, 112 — SUCURSAL DE MADRID: Prim, 2

Sección de TURBINAS HIDRAULICAS

Turbinas hidráulicas a reacción y a libre desviación; centrípetas y tangenciales; de eje horizontal y vertical; sencillas y múltiples; con cámara espiral o concéntricas y a cámara abierta
: : Reguladores de velocidad de gran precisión y sensibilidad : :



SALTOS DE SOMIEDO (OVIEDO)

Turbina Pelton con reglaje de aguja accionado por un regulador universal y combinado
con un deflector de chorro

OTRAS ESPECIALIDADES

Turbinas de vapor, Calderas de vapor y recalentadores, Bombas centrífugas, Máquinas trigoríficas, Máquinas para papel, Compresores rotativos, Máquinas marinas

IMPRESA DE A. ORTEGA - ARIBAU, 7 - BARCELONA

Ayuntamiento de Madrid