

Año 26.

Núm 8.

REVISTA TECNOLÓGICO INDUSTRIAL

PUBLICACIÓN MENSUAL

DE LA

ASOCIACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES

AGRUPACIÓN DE BARCELONA

Premiada con MEDALLA de ORO en la Exposición Universal de
Barcelona de 1888 y en la de Boston de 1883; y con
medalla de plata en la de Paris de 1889
y en la de Bruselas de 1897

AGOSTO, 1903

BARCELONA

LA REDACCIÓN Y ADMINISTRACIÓN, EN EL LOCAL DE LA ASOCIACIÓN
CALLE DE PELAYO, NUMERO 9, ENTRESUELO
TELÉFONO. 541

COMISIÓN DE LA REVISTA

D. Augusto de Rull, Presidente.
D. Ramón Soler, Secretario.
D. José Playá, Vocal
D. Álvaro Llatas, id.
D. Evelio M.^a Doria, id.
D. José Vilaret, id.
D. Juan Sindreu, id.
D. Andrés Piñol, id.
D. Emilio Riera, id.

SUMARIO

Consideraciones sobre las series armónicas y los procedimientos aproximados empleados en el trazado de los engranajes, por J. Serrat y Bonastre.

Lucha por la existencia, por F. Armenter.

Bibliografía.

Libros recibidos.

PRECIOS DE SUSCRIPCION

10 PESETAS ANUALES EN TODA ESPAÑA Y 12 EN EL EXTRANJERO

UN NÚMERO SUELTO UNA PESETA

PRECIOS DE LOS ANUNCIOS

SEGÚN VARIA EL SITIO Y NÚMERO DE INSERCIONES

La Asociación no es responsable de las opiniones emitidas por sus miembros en las discusiones, ni de las notas ó trabajos publicados en la REVISTA.

No pueden reproducirse los artículos de esta Revista sin permiso de sus autores.

Ayuntamiento de Madrid

Academia Tecnológica

PARA ALUMNOS INTERNOS Y EXTERNOS

Dirigida por el Ingeniero industrial, mecánico y químico

D. Pedro Rius y Matas

Preparación completa para el ingreso en la Escuela de Ingenieros industriales.

Para los alumnos *no bachilleres* funcionan las clases correspondientes al Peritaje industrial en sus varias especialidades (mecánico, químico, electricista, manufacturero, etc.), cuyo título habilita para ingresar en dichas escuelas con más rapidez y en mejores condiciones técnicas que el bachillerato ordinario. El personal facultativo de la Academia está formado *exclusivamente* por Ingenieros Industriales, Arquitectos y Doctores en sus respectivas facultades, figurando en el mismo el Vice-Director D. Ramón M.^a Pons y Bas, Ingeniero encargado de los gabinetes de Física y Mecánica de la Escuela de Ingenieros Industriales de esta ciudad.

Dibujo de preparación con modelos iguales á los de la Escuela de Ingenieros.

PELAYO, 10, 1.º — BARCELONA

RICARDO ZARAGOZA

Calle de Valencia, núm. 223, 2.º, 1.^a

Calderas multitubulares inexplorables sistema NICLAUSSE

La caldera **Niclausse** posee ventajas no conocidas aún en ningún otro sistema de calderas tubulares. Los tubos son desmontables por el frente de la caldera, sin necesidad de quitar ningún elemento. Las juntas son cónicas y equilibradas. No tienen tirantes ni tuercas. Con la caldera **Niclausse** se obtiene una vaporización de 11 kilogramos de vapor por kilo de carbón.

En España más de 11.000 caballos en funcionamiento.

La casa **J. & A. Niclausse de París** construye actualmente las calderas auxiliares del «Cardenal Cisneros», «Princesa de Asturias» y «Cataluña» y tiene otras instalaciones en proyecto, para la marina española, 17.000 caballos para la alemana, 6.000 para la inglesa, 150.000 para la francesa, 28.000 para la italiana, 36.000 para la marina rusa, etc. etc.

Maquinas de vapor de la casa Browett Lindley & C.º de Manchester: en Cataluña más de 2.000 caballos funcionando.

Purificadores de agua para la alimentación de calderas, garantizando por completo la no formación de incrustaciones. Estos purificadores son aplicables á cualquier depósito de que se disponga.

Agradeceremos á nuestros lectores que al dirigirse á los anunciantes citen la Revista Tecnológico Industrial.

PLANCHAS METÁLICAS GRANEADAS

PARA

LA INDUSTRIA LITOGRAFICA

Planchas de zinc y aluminio graneadas para pluma (toscado) lápiz y cartel que sustituyen con gran ventaja las piedras litográficas.

Precios económicos.—Pídanse muestras.

A. PIÑOL PERECAULA Ingeniero Industrial

CALLE STA. EULALIA. (LETRA T)

BARCELONA (Gracia).

OFICINA TÉCNICO-INDUSTRIAL

DIRECTOR

D. Joaquín Riba y García

INGENIERO INDUSTRIAL

AUSIAS MARCH, 3. (Junto á la Plaza de Urquinaona)

Patentes de invención.—Marcas de fábrica.—Copias de Memorias y Dibujos de patentes de invención concedidas ó caducadas. Expedientes de puesta en práctica.—Proyectos para la obtención de concesiones de saltos de agua.—Análisis químicos.—Permisos para la instalación de calderas.—Proyectos de edificios industriales.—Dictámenes.—Consultas.—Peritaciones.—Material para minas y ferrocarriles.—Tranvías aéreos.—Turbinas.—Bombas de vapor, etc., etc.

Agradeceremos á nuestros lectores que al dirigirse á los anunciantes citen la Revista Tecnológico Industrial.

VALLS HERMANOS

INGENIEROS Y CONSTRUCTORES

Premiados con **26 medallas** de oro y plata, **3 Grandes Diplomas**, de Honor y **2** de Progreso por sus especialidades.

TALLERES DE FUNDICIÓN Y CONSTRUCCIÓN FUNDADOS EN 1854

Director Gerente: D. AGUSTIN VALLS BERGÉS, Ingeniero

Calle de Campo Sagrado, núm. 19

(Ensanche, Ronda de San Pablo) — **BARCELONA**

MAQUINARIAS É INSTALACIONES COMPLETAS SEGÚN LOS ÚLTIMOS ADELANTOS PARA

Fábricas y Molinos de aceites, para pequeñas y grandes cosechas, (Prensas hidráulicas, de engranes de molineta ó palancas, etc.) movida á brazo, por caballería ó por motor.

Fábricas de fideos y pastas para sopa, movidas por caballería ó por motor
Fábricas de chocolate, en pequeña y grande escala, movidas á brazo, por caballería ó por motor.

Fábricas de harinas y sus anexos de molinería.

Prensas para vinos, bombas para trasegar, estrujadoras, etc.

Prensas para losetas y mosaicos, de palanca é hidráulicas. Moldes de todas clases para las mismas.

Máquinas de vapor, Motores, Turbinas sistema *Moreno* perfeccionadas, Malacates, Norias, Bombas, Guillotinas, Transmisiones, etc.

Especialidad en **prensas hidráulicas** y de todas clases, para todas las aplicaciones, con modelos de sus sistemas privilegiados.

Estudios, Planos, Presupuestos, Peritaciones, etc., etc.

La casa ha verificado y sigue montando de continuo instalaciones en toda España, América y extranjero.—Numerosas referencias.

Para telegramas: VALLS, *Campo Sagrado*. — BARCELONA

Teléfono número 595

BREVETS D' INVENTION

(France Etranger)

Marques de Fabrique, Procès de contrefaçon, etc.

CASALONGA

Ingenieur-Consell (depuis 1867)

PARIS

15, RUE DES HALLES. 15

Chronique Industrielle

DE SINS & GRAVURES sur BOIS. CLICHES

Guides de l' Inventeur en chaque pays (2 fr. par Guide).

Agradeceremos á nuestros lectores que al dirigirse á los anunciantes citen la Revista Tecnológico Industrial.

THE ENGINEER

Es la más antigua y más alta autoridad americana
sobre Ingeniería Mecánica práctica y Eléctrica.

Publicación bi-mensual

30 PÁGINAS DE TEXTO POR CADA NÚMERO

Editado en inglés

Leyendo THE ENGINEER se interesará y familiarizará con
los progresos de la Ingeniería en América.

13,50 por año, porte pagado.

Número de muestra GRATIS á quien lo solicite.

THE ENGINEER PUBLISHING CO., CLEVELAND, E. U. A.

ACADEMIA POLITÉCNICA

DIRIGIDA POR

D. JACINTO PLANAS Y ROSICH

INGENIERO INDUSTRIAL

5. PLAZA DE LA UNIVERSIDAD, 5 (Frente á la Universidad) - BARCELONA

SECCIÓN DE CIENCIAS

Preparación para las carreras de Ingeniero, Arquitecto, Ciencias, Prácticos Industriales y Peritos Mecánicos, Electricistas, Metalurgistas-ensayadores, Químicos, Aparejadores y Manufactureros. Cursos de ampliación para las carreras de Medicina y Farmacia.

— PENSIONADO —

Clases generales de las siguientes asignaturas de la escuela: Mecánica Industrial, Estereotomía, Física Industrial, 1.^{er} curso (calor), Análisis químico, Hidráulica, Física Industrial, 2.^o curso (Electricidad), Química inorgánica, Construcciones, Máquinas, 1.^{er} curso.

Agradeceremos á nuestros lectores que al dirigirse á los anunciantes citen la Revista Tecnológico Industrial.

COMPañÍA DEL FRENO DE VACÍO

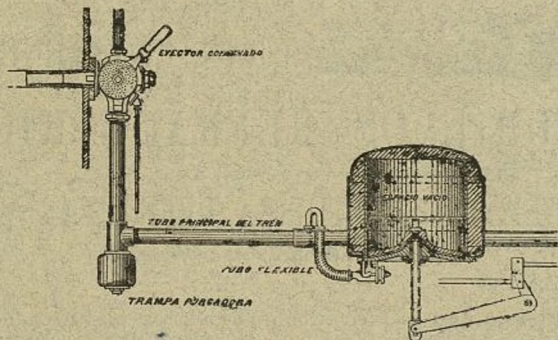
Dirección para España, Portugal, Francia y Bélgica: 15, RUE PORTALIS, PARÍS

MEDALLAS DE ORO. { Exposición Universal, París, 1878.
— Internacional, Londres, 1885
— Universal, París, 1889.

FRENOS CONTINUOS AUTOMÁTICOS Y NO AUTOMÁTICOS

PARA FERROCARRILES Y TRANVIAS Á VAPOR

FRENOS DE ACCIÓN RÁPIDA para trenes largos militares y mercancías.



SEÑALES DE ALARMA

combinadas con el freno por comunicación entre el maquinista, conductores y viajeros

CONSTRUCCIÓN SENCILLA, ACCIÓN MUY ENÉRGICA, ENTRETENIMIENTO CASI NULO

250.000 APLICACIONES A FIN DE 1897

en Inglaterra, en el Continente, en las Indias, América del Sur, Colonias, etc.

AGENCIAS. { Viena, 2/5 Marchfeldstrasse, 2.
— Berlin, 71, Alt. Moablt.
— Amsterdam, O. Z. Woorburgwall, 217.
— Florencia, 21, Via Cavour.

San Petersburgo, Admiraltats-Canal, 9.
— Sidney, 71, Clarence Street.
— Calcuta, 30, Strand.

Dirección general — LONDRES: 32, Queen Victoria Street.

Agradecemos á nuestros lectores que al dirigirse á los anunciantes citen la Revista Tecnológico Industrial.

GRAN FABRICA DE PRODUCTOS REFRACTARIOS Y DE GRÉ



— DE —
M. CUCURNY
BARCELONA



Única en España.—Fundada en 1840



**GRAN EXISTENCIA
DE
LADRILLOS REFRACTARIOS**

DEPÓSITO DE TIERRA REFRACTARIA

à precios sumamente reducidos

Especialidad en la construcción de retortas en grandes dimensiones para fábricas de gas, sulfuro de carbono, blanco de zinc, refinación de azufres y otras industrias.

Hornos y crisoles para la fundición de toda clase de metales.

Hornos para la calefacción de retortas, para la fabricación de cemento, cal, yeso, vidrio, cristal, negro animal y su revivificación, para ladrillerías, dulcerías y pan cocer.

Hornillos económicos para coladas, planchar y guisar.

Muflas para decorar cristal y porcelana; crisoles.

Escorificadores, copelas y muflas para ensayos y fundición de metales.

Vasos porosos de todas formas y dimensiones para pilas eléctricas y galvanoplastia.

Torrillas de gré, bombonas, tubos, evaporaderas, cubos, jarreros, barreños y otros objetos para la fabricación, conducción y transporte de ácidos.

Válvulas y espitas para algibes, tinajas de tintorerías y blanqueos, y para toda clase de ácidos y licores.

Agradeceremos á nuestros lectores que al dirigirse á los anunciantes citen la Revista Tecnológico Industrial.

EXPLOSIONES DE GENERADORES DE VAPOR

POR EL INGENIERO INDUSTRIAL

D. G. J. DE GUILLÉN-GARCIA

Esta obra premiada con primer premio en el Concurso de 1893 de la Asociación de Ingenieros Industriales de Barcelona y publicada por esta Asociación á propuesta de un jurado calificador, véndese en esta Administración al precio de 7 pesetas y en las librerías de Puig, Plaza Nueva, 5; Verdaguer, Rambla del Centro, 5; Mayol, calle Fernando VII, 13; Bastinos, calle Pelayo, 52; Casals, Pino, 5; Parera, Cortes, 228 y Suñer, Puertaferri, 14.

Colección Legislativa

REFERENTE Á LOS

INGENIEROS INDUSTRIALES

Comprende todo lo legislado respecto á los Ingenieros Industriales desde la creación de la carrera; forma un tomo de 260 páginas encuadernado en rústica y se vende en esta Administración al precio de 3 pesetas ejemplar.

Agradeceremos á nuestros lectores que al dirigirse á los anunciantes citen la Revista Tecnológico Industrial.



LA CONSTRUCTORA DE MAQUINAS — @ DE @ — ANDRES OLIVA

Carretera de Mataró, 342, San Martín de Provensals (BARCELONA)

APLICACIÓN DEL FRENO SISTEMA RAMONEDA

Especialidad en **MAQUINARIA COMPLETA** para **BLANQUEOS, TINTORERIAS, ESTAMPADOS y APRESTOS**

Hidro extractores simples y con motor anexo.—Prensas hidráulicas para todas aplicaciones.—Prensas de tornillo y engranajes para la agricultura.—Elevación de aguas para riego é industria.—Instalación de fábricas para la elaboración de harinas y aserrar maderas.—Máquinas secadoras de café, privilegiadas.—Ascensores hidráulicos y mecánicos.—Máquinas y calderas de vapor.—Motores á gas.—Turbinas.—Transmisiones de movimiento y reparación de máquinas.

Proyectos y Presupuestos.

EL INDICADOR DE PRESIONES

POR EL INGENIERO INDUSTRIAL

D. JUAN A. MOLINAS

De reconocida utilidad para Ingenieros, Constructores de Máquinas de vapor, Jefes de taller y Maquinistas.

Forma un esmerado volumen con grabados intercalados en el texto, y véndese al precio de **Ptas. 3'50** en esta Administración.

Agradeceremos á nuestros lectores que al dirigirse á los anunciantes citen la **Revista Tecnológico Industrial**.

LA MAQUINISTA TERRESTRE Y MARÍTIMA BARCELONA



Talleres de Construcción: Barceloneta.



Máquinas de vapor fijas, semifijas y portátiles.—Máquinas para extracción y desagüe de minas.—Máquinas para la marina.—Generadores de vapor.—Diques flotantes. Trabajos de calderería.—Hierro forjado de todas dimensiones.—Locomotoras y material fijo para ferrocarriles. Construcciones metálicas.—Puentes y armaduras.—Mercados públicos.—Gruas de mano, de vapor é hidráulicas.—Motores hidráulicos.—Motores de gas de todas potencias.—Transmisiones de movimiento.—Fundición de hierro y bronce.—Proyectos industriales.

Agradeceremos á nuestros lectores que se dirijan á los anunciantes citen la Revista Tecnológico Industrial.

PLANAS, FLAQUER Y COMP.^A

CONSTRUCTORES DE MAQUINAS

Casa fundada en 1857.—Dirección general: Ronda Universidad, 22.—Barcelona.

CONSTRUCCIONES MECÁNICAS

Especialidad en **Turbinas** y toda clase de **Motores hidráulicos**. (Construidos más de 900, con una fuerza total de de 55.000 caballos).

TURBINAS á libre desviación á reacción, para funcionar inmersas y con aspiración.

TURBINAS de eje vertical, de eje horizontal, con cámara abierta y con cámara cerrada.

TURBINAS dobles, de coronas múltiples y de admisión parcial.

TURBINAS especiales para instalaciones eléctricas.

REGULADORES de gran sensibilidad para turbinas.

Transmisiones de movimiento de todas clases.—**Prensas hidráulicas** con cilindros de acero fundido.—**Bombas** de todas clases para riegos y grandes elevaciones de agua.

CONSTRUCCIONES ELÉCTRICAS

Máquinas y Motores eléctricos de todas clases (Fuerza total de las construidas, superior á 25.000 caballos).

GRANDES DINAMOS á pequeña velocidad para estaciones centrales.

MAQUINAS de corriente alterna para utilización de energía eléctrica á gran distancia.—Concesionarios de la casa **GANZY Y COMPANIA**, de Budapest.

ALTERNADORES de corriente polifase.

TRANSFORMADORES sistema Ziperowski, Dery y Blathy.

MOTORES de corriente continua, alternativa y trifase, de arranque automático.

Reguladores automáticos y á mano.—**Aparatos de medida**.—**Accesorios** para estaciones centrales y para toda clase de instalaciones.

Lámparas de arco, de incandescencia y de material vario.—**Cables**, **Conductores** aéreos y subterráneos, **Aisladores**, etc., etc.

INSTALACIÓN COMPLETA DE ESTACIONES CENTRALES

Alumbrado eléctrico de poblaciones.

Transporte y distribución de energía eléctrica á grandes y pequeñas distancias.—Importantes aplicaciones efectuadas.—*Pidanse proyectos y presupuestos.*

Patentes de Invención

Y
MARCAS DE FÁBRICA Y DE COMERCIO

OFICINA INTERNACIONAL

BAJO LA DIRECCIÓN DE

D. GERÓNIMO BOLIVAR

INGENIERO INDUSTRIAL

Ronda de la Universidad, 19.—BARCELONA

Redacción de Memorias y solicitudes.—Planos. Pago de anualidades. Expedientes de puestas en práctica.—Consultas y dictámenes sobre nulidad de patentes y cuanto se relaciona con la obtención y venta de patentes en España y en el extranjero.

¡Agradeceremos á nuestros lectores que al dirigirse á los anunciantes citen la Revista Tecnológico Industrial.

Para la aplicación del freno

SISTEMA RAMONEDA

para ascensores y montacargas, dirigirse á

D. JOSÉ M. MANICH — Ingeniero

Calle de Méndez Núñez, núm. 3, piso 2.º

BARCELONA

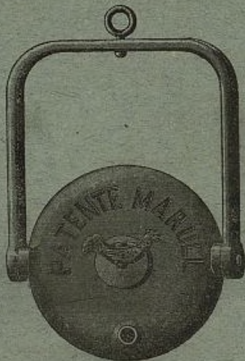
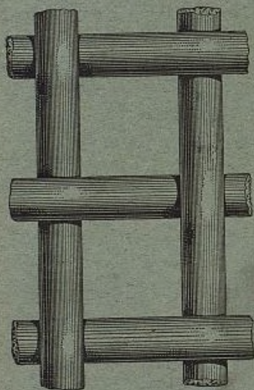
DISPONIBLE

Agradeceremos á nuestros lectores que al dirigirse á los anunciantes citen la Revista Tecnológico Industrial.

Ayuntamiento de Madrid

TEJIDOS METÁLICOS - ARTÍCULOS DE ALAMBRE
 ACCESORIOS PARA MINAS - APARATOS PARA MOLINERÍA
RAMON MARULL

DESPACHO: VILANOVA, 21 Y 23. - BARCELONA
 FÁBRICA Y TALLERES: SAN MARTÍN DE PROVENSAIS



Tejidos metálicos

- Telas metálicas lisas, asargadas cadeneta y retor.
- Enrejados de simple y triple torsión.
- Telas caracolillo (malla redonda).
- Tejidos especiales para la molinería.

Artículos de alambre.

- Espino artificial de alambre galvanizado.
- Grampillones y Puntas de París.
- Muelles para muebles y somiers.
- Cables metálicos de acero de todas resistencias.

Accesorios para minas

- Tejidos extrafuertes y articulados.
- Lámparas de seguridad sistema Seippel.
- Candiles de hierro fundidos privilegiados.
- Planchas perforadas de acero u otros metales.

Aparatos para molinería.

- Turbinas dobles "Petit Geant".
- Instalaciones completas de molinos y fábricas de harinas.
- Sedas legítimas de Zurich y francesas.
- Picos, piquetas y demás del ramo de molinería.

Cedacería y en general toda clase de artículos de alambre y tela metálica.

Ayuntamiento de Madrid

REVISTA TECNOLÓGICO-INDUSTRIAL

PUBLICADA POR LA

ASOCIACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES

Barcelona, Agosto 1903.

CONSIDERACIONES SOBRE LAS SERIES HARMÓNICAS

Y LOS PROCEDIMIENTOS APROXIMADOS PARA EL TRAZADO DE LOS ENGRANAJES

(Conclusión)

En la figura 8 la curva de trazo seguido representa la epicloide y la de trazos interrumpidos es un arco de círculo trazado haciendo centro en g con radio gm . Desde S hasta m el arco de círculo se desvía del cicloidal en el sentido de las x negativas, coincide en m donde hay un contacto de segundo orden y de m hacia arriba se desvía en el sentido de las x positivas. Para apreciar el valor de estas desviaciones, calcularemos las distancias del centro g á los puntos S y a del arco de epicloide que suponemos limitado en este último punto y las restaremos del radio ρ .

$$\text{Distancia } gS = \sqrt{x_2^2 + (y_2 - r)^2} =$$

$$\sqrt{0.762308^2 + (2.682003 - 3 \times 0.95)^2} = 0.78060$$

Diferencia: $\rho - gS = 0.78681 - 0.78060 = 0.00621$ veces el paso.

Como no conocemos las coordenadas del extremo a del perfil, vamos á calcularlas partiendo del ángulo φ , correspondiente en el círculo generador, que á su vez deduciremos de la altura h del diente en sentido del radio. La distancia del punto a al origen vale $r + h$; por lo tanto: $(r + h)^2 = x^2 + y^2$, y substituyendo en vez de las coordenadas sus valores deducidos de las ecuaciones (1) y (2), tendremos:

$$(r+h)^2 = x^2 + y^2 = r_0^2 \left[\frac{n+1}{n} \operatorname{sen}. n\varphi - \operatorname{sen}. (n+1)\varphi \right]^2 + \\ r_0^2 \left[\frac{n+1}{n} \cos. \varphi - \cos. (n+1)\varphi \right]^2 = \\ r_0^2 \left[\left(\frac{n+1}{n} \right)^2 + 1 - 2 \frac{n+1}{n} \cos. \varphi \right]$$

Substituyendo en vez de $\frac{r_0}{r}$ su igual n y simplificando, resulta:

$$\cos. \varphi = 1 - \frac{1}{n+1} \times \frac{h}{r_0} - \frac{n}{2(n+1)} \times \left(\frac{h}{r_0} \right)^2 \quad (6)$$

fórmula general que nos da el ángulo φ de giro del círculo generador en función de la altura h de un punto cualquiera de la epicycloide sobre el círculo de base, medida en sentido del radio de este último.

En el caso particular que estudiamos, haremos siguiendo la costumbre $h = 0.3$, puesto que tomamos el paso como unidad y por lo tanto

$$\cos. \varphi_1 = 1 - \frac{3}{4} \times \frac{0.3}{0.95} - \frac{1}{8} \times \left(\frac{0.3}{0.95} \right)^2 = 0.750693$$

de donde $\varphi_1 = 41^\circ 20' 57''$.

Para mayor sencillez en los cálculos tomaremos $\varphi_1 = 41^\circ 30'$ lo cual equivale á considerar un punto algo más elevado, pero siempre perteneciente á la epicycloide. Sustituyendo este valor en las fórmulas (1) y (2), tendremos las coordenadas del punto a .

$$x_a = 0.95 \left(4 \operatorname{sen}. \frac{1}{3} \times 41^\circ 30' - \operatorname{sen}. \frac{4}{3} \times 41^\circ 30' \right) =$$

$$0.95 (4 \times \operatorname{sen}. 13^\circ 50' - \operatorname{sen}. 55^\circ 20') = 0.12722$$

$$y_a = 0.95 (4 \cos. 13^\circ 50' - \cos. 55^\circ 20') = 3.14944$$

Por lo tanto:

$$\text{Distancia } g a = \sqrt{(0.762308 - 0.12722)^2 + (2.682003 - 3.14944)^2} = \\ 0.78856.$$

Diferencia $\rho - g a = 0.78681 - 0.78856 = -0.00175$ veces el paso.

Estas diferencias nos darian los errores que buscamos, si el arco de epicycloide se substituyera por el de círculo que le es osculador en m ; pero en realidad no es así, sino que después de determinado el

radio $\rho = g m$, se trazan los perfiles con el mismo, pero haciéndolos pasar por S , lo que equivale á trasladar paralelamente á sí mismo el arco de trazos hasta ocupar la posición indicada de trazo y punto que es el verdadero perfil que se sustituye al cicloidal. Por lo tanto, el error que se comete en la sustitución del método exacto por el aproximado es nulo en S y va creciendo hacia el extremo a del diente donde alcanza su máximo que, despreciando la influencia de la inclinación del radio $g S$ sobre el $g a$, puede obtenerse por la suma de las diferencias calculadas para S y a ; ó sea en este caso:

$$0.00621 + 0.00175 = 0.00796 \text{ veces el paso}$$

En el caso de la cremallera, siguiendo la misma marcha tendremos; (fig. 9):

Ecuaciones de la cicloide referida á los ejes coordinados Sx , Sy .

$$x = r_0 (\varphi - \text{sen. } \varphi) \quad (7)$$

$$y = r_0 (1 - \cos. \varphi) \quad (8)$$

Coordenadas del punto m

$$x_1 = 0.95 (2\pi \times \frac{30^\circ}{360^\circ} - \text{sen. } 30^\circ) = 0.022419.$$

$$y_1 = 0.95 (1 - \cos. 30^\circ) = 0.127276.$$

Coordenadas del centro de curvatura g de la cicloide en m :

$$(9) \quad x_2 = r_0 (\varphi + \text{sen. } \varphi) = 0.95 (2\pi \times \frac{30}{360} + \text{sen. } 30^\circ) = 0.972419$$

$$(10) \quad y_2 = -r_0 (1 - \cos. \varphi) = -0.95 (1 - \cos. 30^\circ) = -0.127276$$

Dimensión del radio de curvatura:

$$(11) \quad \rho = 4 r_0 \text{sen. } \frac{\varphi}{2} = 4 \times 0.95 \times \text{sen. } 15^\circ = 0.983512.$$

Comprobación de la distancia de g á m :

$$gm = \rho = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} = \sqrt{(0.022419 - 0.972419)^2 + (0.127276 + 0.127276)^2} = 0.983513$$

valor que solo difiere del anterior en una millonésima.

$$\text{Distancia } gS = \sqrt{x_2^2 + y_2^2} = \sqrt{0.972419^2 + 0.127276^2} = 0.980713$$

$$\text{Diferencia } \rho - gS = 0.983513 - 0.980713 = 0.0028 \text{ veces el paso.}$$

Los valores correspondientes de x e y serán:

$$x_1 = 0.95 (4 \text{ sen. } 11^\circ - \text{sen. } 44^\circ) = 0.06515$$

$$y_1 = 0.95 (4 \text{ cos. } 11^\circ - \text{cos. } 44^\circ) = 3.04682$$

El centro g del arco de círculo estará en la intersección de la normal mg con una perpendicular en el punto medio de la recta mS . La ecuación de la normal en un punto (x_1, y_1) de la epicicloide tiene por expresión:

$$(13) \quad y - y_1 = (x - x_1) \times -tg. \left(n\varphi + \frac{\varphi}{2} \right); \text{ donde substituyendo}$$

valores, tendremos $y - 3.04682 = (x - 0.06515) \times -tg \ 27^\circ 30'$; ó sea

$$(14) \quad y = -0.52057 x + 3.08073.$$

La ecuación de la perpendicular en el punto medio de una recta que une los puntos (x_1, y_1) , (x_2, y_2) es:

$$(15) \quad 2(x_1 - x_2)x + 2(y_1 - y_2)y - x_1^2 - y_1^2 + x_2^2 + y_2^2 = 0 \quad \text{ó}$$

$$\text{substituyendo valores} \\ 2 \times 0.06515 x + 2 (3.04682 - 2.85) y - 0.06515^2 - 3.04682^2 + 2.85^2 = 0 \\ \text{ó sea } (16) \quad 0.13030 x + 0.39364 y - 1.16485 = 0$$

Resolviendo las ecuaciones (14) y (16) resultan las coordenadas del punto g $x_1 = 0.64125$ " $y_1 = 2.74691$.

El radio del arco de círculo que pasa por m y S valdrá:

$$\rho^1 = Sg = \sqrt{0.64125^2 + (2.85 - 2.74691)^2} = 0.64948$$

y la distancia de g al extremo a del arco de epicicloide calculado anteriormente

$$ga = \sqrt{(0.64125 - 0.12722)^2 + (3.14944 - 2.74691)^2} = 0.65288$$

existiendo por lo tanto un error:

$$\rho^1 - ga = 0.64948 - 0.65288 = -0.00340 \text{ veces el paso.}$$

En el caso de la cremallera, tendremos siguiendo la misma marcha (fig. 11).

Angulo φ_2 correspondiente á m . Haciendo $y_1 = 0.2$ en la fórmula (12)

$$\cos \varphi_2 = 1 - \frac{0.2}{0.95} = 0.789474; \text{ de donde } \varphi_2 = 37^\circ 51' 58'' = 37.8662 \text{ gra.}$$

$$\text{dos y por lo tanto } x_1 = 0.95 \left(\frac{2\pi \times 37.8662}{360} - \text{sen. } 37^\circ 51' 58'' \right) = \\ 0.044718.$$

Ecuación de la normal en $m(x_1, y_1)$

$$y - y_1 = \frac{\cos. \varphi - 1}{\text{sen. } \varphi} (x - x_1) \quad (17)$$

ó sea sustituyendo valores y simplificando

$$y = -0.342978 x + 0.215337 \quad (18)$$

Ecuación de la perpendicular en el punto medio de mS Sustituyendo valores en (15):

$$2 \times 0.044718 x + 2 \times 0.2 y - 0.044718^2 - 0.2^2 = 0;$$

ó sea $0.089436 x + 0.4 y - 0.042 = 0 \quad (19)$

Resolviendo (18) y (19) resultan las coordenadas de g

$$x_1 = 0.92419 \quad " \quad y_1 = -0.10164$$

Radio $\rho' = \sqrt{0.92419^2 + 0.10164^2} = 0.92976$

Distancia $ga = \sqrt{(0.92419 - 0.08359)^2 + (0.3 + 0.10164)^2} = 0.93162$

Error $\rho' - ga = 0.92976 - 0.93162 = -0.00186$ veces el paso.

Conocidos los errores á que ambos métodos nos conducen en los casos extremos, podemos admitir que el error medio corresponde á una rueda, cuyo círculo primitivo equidiste aproximadamente en una pequeña porción de los círculos primitivos de la rueda de 18 dientes y de la cremallera. Esto se verifica para una rueda de 40 dientes, cuyo trazado aproximado nos daría respecto del cicloidal los siguientes errores máximos:

Empleando el método de Willis. . . $\frac{0.00796 + 0.00549}{2} =$

0.0067 veces el paso.

Id. id. de Unwin. . . $\frac{0.00340 + 0.00186}{2} =$

0.0026 veces el paso.

de modo que el segundo método da una aproximación dos veces y media mayor que el primero.

Apliquemos estos valores á una rueda de fundición de 50 milímetros de paso que según Keller (Calcul et construction des transmissions), puede resistir en buenas condiciones un esfuerzo tangencial

$P = \left(\frac{50}{1.78}\right)^2 = 800$ kilogramos aproximadamente y girando á 150

revoluciones por minuto, esta dispuesta para transmitir según la fórmula del mismo autor.

$$t = 242.5 \sqrt[3]{\frac{N}{nZ}} \quad N = \frac{nZt^3}{242.5^3} = \frac{150 \times 40 \times 50^3}{242.5^3} = 52 \text{ caballos.}$$

Estos valores nos indican que la rueda en cuestión es aplicable á casos muy corrientes en las transmisiones de trabajo y puede considerarse como un término medio aceptable, quizás algo elevado.

El error que los trazados aproximados nos darán valdrá:

Empleando el método de Willis . . $0.0067 \times 50 = 0.335$ milímetros.

Id. id. de Unwin. . $0.0026 \times 50 = 0.13$ id.

Resulta pues que con el último método el error de trazado es inferior á la aproximación que puede esperarse de la construcción corriente aun cuando se trate de dientes ajustados y con el método de Willis es inferior á la aproximación admisible para los dientes de fundición en bruto. Además, en todo caso, estas diferencias deben borrarse muy pronto con el desgaste; de modo, que en nuestro sentir, es muy aventurado el atribuir á falta de exactitud el fracaso del método de Willis.

En opinión de los constructores prácticos, los dientes trazados por este método resultan demasiado apuntados; pero los cálculos que acabamos de hacer demuestran que lo mismo ha de ocurrir adoptando el método cicloidal ó su aproximado de Unwin si el piñón mínimo de la serie es el de 12 dientes como hemos considerado hasta aquí. La figura 12 representa tres dientes de una rueda de 40, trazados por los tres procedimientos y las diferencias son apenas sensibles á la vista. Investiguemos las causas y efectos de dicho apuntamiento concretándonos al trazado cicloidal que estudiaremos con toda generalidad.

Para ello partiremos del ángulo Ψ (fig. 2) que la normal $a m$ al perfil en su extremo forma con el radio $O m$ del círculo primitivo correspondiente al pié de dicha normal. Cuanto más agudo sea este ángulo, mayor será la inclinación del perfil respecto del círculo primitivo y la forma del diente será tanto más apuntada. El valor de Ψ en cada caso puede calcularse fácilmente deduciéndolo del ángulo φ correspondiente á la rodadura del círculo generador necesaria para

describir el punto a , puesto que ambos ángulos pertenecen al triángulo isósceles $a G'' m$ y por lo tanto $\Psi = \frac{\pi}{2} - \frac{1}{2} \varphi$. Por otra parte la fórmula (6) permite calcular φ en función de la altura del diente h , del radio r_0 del círculo generador y de la relación $n = r_0 : r$ entre este último y el radio del círculo de base. Expresando estos valores en función del paso t y de los números de dientes Z de la rueda y Z_0 del piñón mínimo cuyo radio es doble de r_0 tendremos:

$$h = 0.3 t \quad r_0 = \frac{Z_0 t}{4 \pi} \quad r = \frac{Z t}{2 \pi} \text{ y por lo tanto}$$

$$\frac{h}{r_0} = \frac{0.3 \times 4 \pi}{Z_0} = \frac{3.77}{Z_0} \text{ y } n = \frac{r_0}{r} = \frac{Z_0}{2 Z}$$

Sustituyendo estos valores en la fórmula (6) y simplificando, tendremos la fórmula:

$$\cos. \varphi = 1 - \frac{7.54 Z}{(2 Z + Z_0) Z_0} - \frac{14.21}{(2 Z_0 + 4 Z) Z_0} \quad (20)$$

que nos da φ en función del número de dientes de la rueda que se considera y del piñón mínimo de la serie. De la simple observación de la fórmula se desprende que para una misma rueda, siendo Z constante, á medida que Z_0 aumenta, $\cos \varphi$ se acerca á la unidad y por lo tanto φ tiende á cero y Ψ á $\frac{\pi}{2}$. Para valores de Z algo considerables el tercer término del segundo miembro se hace muy pequeño respecto de los demás, de modo que puede despreciarse sin gran error. Si al mismo tiempo sustituimos $\cos \varphi$ por los dos primeros términos de su desarrollo en serie, puesto que se trata de un ángulo pequeño, tendremos:

$$1 - \frac{\varphi^2}{2} = 1 - \frac{7.54 Z}{(2 Z + Z_0) Z_0}; \text{ de donde } \frac{1}{2} \varphi = \sqrt{\frac{3.77 Z}{2 Z + Z_0} \times \frac{1}{Z_0}} \text{ y}$$

$$\text{por lo tanto } \Psi = \frac{\pi}{2} - \sqrt{\frac{3.77 Z}{2 Z + Z_0} \times \frac{1}{Z_0}} \quad (21)$$

Evaluatede esta manera el apuntamiento, recordemos que el ángulo Ψ (fig. 2) mide la inclinación según la cual el extremo a del diente que consideramos, empieza á empujar al diente correspondiente de



la otra rueda y que esta inclinación varia para la cabeza del diente hasta el contacto en S donde la normal comun es perpendicular á la línea de los centros. Si suponemos que sólo trabaja un diente de cada rueda, como en general el momento de rotación que hay que vencer es constante, la presión de empuje será variable y esta variación dará lugar á trepidaciones que serán tanto menores cuanto menos difiera W de $\frac{\pi}{2}$, lo cual nos indica la conveniencia de aumentar Z_0 todo lo posible.

En realidad, si el engranaje está bien trazado, deben tocar varios dientes á la vez y esto contrarresta algo el efecto del cambio de inclinación de las normales comunes, puesto que el esfuerzo con que una rueda impulsa á la otra es la resultante de varias presiones y su inclinación respecto de la línea de los centros se hace menos variable á medida que aumenta la duración del engrane. En la obra de Keller antes citada está el cálculo de esta duración en función de los números de dientes Z, Z_1 de las ruedas que engranan y el Z_0 del piñón mínimo; el resultado viene dado por la fórmula:

$$p = \sqrt{\frac{0.3}{\pi} \times \frac{ZZ_0}{2Z + Z_0}} + \sqrt{\frac{0.3}{\pi} \times \frac{Z_1 Z_0}{2Z_1 + Z_0}} \quad (22)$$

que nos dice que para valores dados de Z y Z_1 , la duración p crece con Z_0 y confirma la necesidad de aumentar en lo posible el valor de Z_0 si se quiere obtener un movimiento libre de trepidaciones.

El piñón mínimo de doce dientes adoptado por Willis es sin duda alguna la causa principal del mal resultado práctico que han dado sus tablas para las ruedas de transmisión de trabajo, que no debe imputarse en nuestra opinión á poca exactitud del trazado, sino á un defecto común á todas las series armónicas obtenidas por el trazado cicloidal exacto ó por los aproximados que de él se derivan, cuando se quieren hacer extensivas á piñones de pocos dientes.

Por la misma razón se explica que algunos constructores renuncien á emplear series armónicas á pesar de la economía que reportan y estudien un trazado especial para cada caso, adoptando como diámetro de los círculos generadores los radios de las mismas ruedas. En estas condiciones los perfiles de los pies de los dientes son rectos

y radiales y los valores de Ψ y p pueden calcularse substituyendo para cada rueda en lugar de Z_0 el número de dientes de la otra.

No creemos, sin embargo, que sea necesario recurrir á este extremo, sobre todo si se tiene en cuenta que el número de dientes de las ruedas de transmisión no suele hacerse menor de 24 (v. Bach-Die Maschinen elemente), lo cual permite adoptar este número para el piñón mínimo de la serie. Haciendo $Z_0 = 24$ en la fórmula (21), tendremos para las ruedas extremas:

$$\text{Piñón mínimo: } Z = Z_0 = 24, \Psi = \frac{\pi}{2} - \sqrt{\frac{3.77 \times 24}{2 \times 24 + 24} \times \frac{1}{24}} = \frac{\pi}{2} - 0.229; \text{ equivalente á } 76^\circ 50'$$

$$\text{Cremallera: } Z = \infty, \Psi = \frac{\pi}{2} - \sqrt{\frac{3.77}{2} \times \frac{1}{24}} = \frac{\pi}{2} - 0.280; \text{ equivalente á } 73^\circ 40'$$

En los casos estudiados para $Z_0 = 12$, hubiéramos obtenido:

$$\text{Rueda de 18 dientes: } \Psi = 90^\circ - \frac{1}{2} \varphi = 90^\circ - \frac{1}{2} \times 41^\circ 20' = 69^\circ 20'$$

$$\text{Cremallera: } \Psi = 90^\circ - \frac{1}{2} \varphi = 90^\circ - \frac{1}{2} \times 46^\circ 50' = 66^\circ 35'$$

ángulos mucho más agudos.

La substitución de los arcos de cicloide por arcos de círculo podría hacerse de la misma manera que en los métodos usuales; ya sea empleando la construcción de Unwin; ya sea por el método de Reuleaux, tomando como radio del círculo generador: $r_0 = \frac{24 \times t}{4 \pi} = 1.90$ veces el paso y para el ángulo SGm (fig. 7), veinte grados en lugar de treinta. Este último trazado sería equivalente al de Willis si se adoptara para NSO (fig. 6), ochenta grados en vez de setenta y cinco, se determinara K' de manera que el punto I' , se alejase al infinito para el piñón de 24 dientes y se tomara $Sn = \frac{12 t}{\pi} \times \sin 10^\circ = 0.66 t$ ó sea dos tercios del paso en vez de una mitad. Con arreglo á estas bases se han trazado los perfiles de la fig. 13 correspondientes á una rueda de 40 dientes, cuya forma es mucho menos apuntada que en la figura 12.

La adopción del piñón mínimo de 24 dientes ofrece sin embargo el inconveniente de excluir los piñones de pocos dientes que se emplean en engranajes de gran relación y poca velocidad como por ejemplo en los mecanismos de las gruas; pero esta dificultad podría

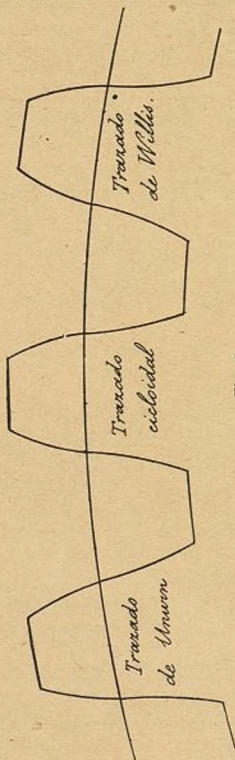


Fig. 12

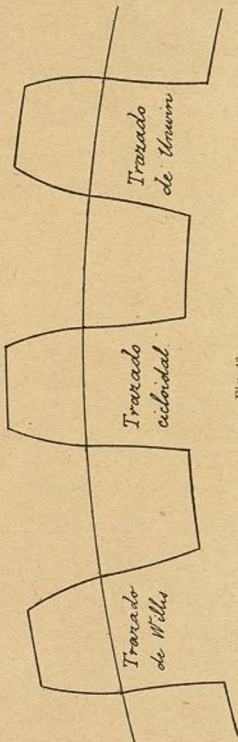


Fig. 13

solventarse adoptando dos series distintas: una para las ruedas de trasmisión de trabajo con un piñón mínimo de 24 dientes y otra para las ruedas de trasmisión de fuerza, cuyas trepidaciones tienen menos importancia, con un piñón mínimo de 12 ó 11, lo cual permitiría aplicar las tablas de Willis, el método usual de Reuleaux ú otro análogo.

JOSÉ SERRAT Y BONASTRE.

Profesor de la Escuela de Ingenieros Industriales de Bilbao.

Bilbao, Marzo de 1903.

LUCHA POR LA EXISTENCIA

No solamente en los seres vivientes, incluso el hombre, se realiza la lucha por la vida. Manifiéstanse los efectos de esta ley fatal é ineludible, en las mismas obras humanas y quizás en ellas con más energía por lo mismo que salen imperfectas de las manos de su creador y el equilibrio del mundo se basa en que lo incompleto deje el sitio libre á lo más perfecto.

Diariamente asistimos á esas luchas incruentas y fecundas en que cada batalla es un progreso, cada episodio un descubrimiento, el vencedor es el hombre, el lábaro victorioso el de la ciencia, las conquistas realizadas, una nueva extensión en el dominio de la naturaleza. A esa aspiración constante hacia lo mejor, debemos los grandes descubrimientos modernos y los importantes inventos que se suceden en progresión geométrica relegando las de hoy, á segundo término las de ayer y haciendo presentir las que mañana han de venir á obscurcerlos y reemplazarlos.

Asistimos hoy á la lucha entablada entre el gas y la electricidad disputándose el alumbrado público y particular; y los resultados de esta lucha van siendo beneficiosos para todos, puesto que cada sistema para merecer el veredicto favorable del gran Jurado, procura despojarse de sus defectos é inconvenientes y adornarse con nuevas cualidades...

Vencedor en su día el gas, de los antiguos y primitivos procedimientos de iluminación y vencedor no sin prolongada lucha, pues el clásico aceite se defendió reemplazando los toscos y rutinarios velones por las perfeccionadas é ingeniosas lámparas de Argand, Thilorier, Girard, Carcel y otros, cuya luz podía sostener como intensidad y fijeza, ventajosa comparación con la del nuevo agente, véase hoy atacado á su vez por un enemigo poderoso que trata de suplantarle en todas las aplicaciones de alumbrado, calor y fuerza.

En el transcurso de esta lucha, cuyo desenlace no se ve próximo, pero se adivina, el gas ha ido transformando sus procedimientos, modificando la fabricación, cambiando su propia naturaleza.

Se han inventado nuevos aparatos para el alumbrado; y desde el Bunsen al Siemens, al Auer, al Kern y tantos otros, se van sucediendo continuamente una serie de modificaciones para mejorar las condiciones de la combustión lograda casi perfecta con el empleo de la incandescencia. No era bastante todo esto para sostener la lucha: se han aplicado aparatos que comprimen el gas lanzándolo en los mecheros á presiones inverosímiles á través de capuchones colosales, todo ello para obtener grandes focos que puedan competir con el arco voltaico. No bastando esto, procura asimilarse las ventajas de su rival y se inventan continuamente infinidad de mecanismos; reflectores varios, pantallas y también encendedores automáticos más ó menos ingeniosos para producir, á semejanza de la electricidad, la iluminación á voluntad y á distancia. No descuida tampoco la economía del consumo que es el terreno donde hoy se ventilan y fallan sin apelación las pretensiones de los nuevos procedimientos industriales; y para conservar la considerable ventaja que hoy tiene sobre su contrincante, desde que se aplicó la incandescencia, busca alianzas con otros gases más pobres pero más baratos y desenvuelve el aprovechamiento de los subproductos para que le ayuden á cubrir los gastos de producción y de explotación.

No han permanecido ociosos los electricistas y sin descuidar el perfeccionamiento de los aparatos de iluminación que desde el antiguo y complicado regulador Serrin les ha conducido á las sencillas y casi perfectas lámparas de arco actuales que dan una regularidad completa, han estado trabajando y trabajan para resolver el punto capital, para apoderarse de la posición estratégica en la cual batalla, para obtener en una palabra, el alumbrado eléctrico económico. Mucho ha adelantado la electricidad en este camino, cuya primera etapa fué la antigua lámpara incandescente con cinco watts de consumo por bujía para llegar á las modernísimas de Weisman, de Nernst ó de Auer con filamento de osmio y consumo de un watt ó de un watt y medio pasando antes por las lámparas ordinarias actuales que consumen prácticamente no menos de tres watts y medio.

No está, sin embargo, resuelta la lucha á favor del alumbrado eléctrico; y si bien éste es inmensamente superior al del gas en los restantes conceptos, le permanece inferior en el del coste, y en tal situación continuará mientras en las grandes capitales donde no exis-

ta fuerza hidráulica, y el gas se pueda expendir á 20 céntimos el metro cúbico, cueste el kilowatt más de 50 céntimos y el consumo por bujía sea superior á un watt y medio.

Esta lucha entre el gas y la electricidad que tanto ha contribuido á abaratar el alumbrado y á perfeccionar el del primer sistema en términos que hay tanta diferencia entre un aparato Siemens ó Bunsen y el primitivo mechero de abanico, como entre una lámpara Argand y el velón antiquísimo, es sin embargo juego de niños comparada con la que se ha entablado, podríamos decir desde ayer, entre la máquina de vapor y las máquinas de explosión por el gas.

La máquina de vapor, gloria del siglo XIX, triunfo del ingenio humano que ha revolucionado el mundo y centuplicado la potencia dinámica del hombre; la máquina de vapor, que hoy es el alma de la grande industria, y el sopro poderoso que impele las comunicaciones al través de los mares y de los continentes, de hoy más se verá amenazada de desaparición ante un nuevo invento que nacido hace poco y tras de una corta infancia, ha alcanzado ya las proporciones de un coloso.

Las máquinas de explosión, los motores de gas especialmente, parecían destinados por sus mismas condiciones esenciales á no salir del papel secundario que en un principio desempeñaban; á servir las pequeñas industrias, á producir la fuerza á domicilio en las ciudades. La explosión de la mezcla gaseosa al inflamarse parecía una fuerza brutal poco dispuesta á dejarse conducir y regularizar, mucho menos si debía medirse por centenares de caballos. Mas, esta opinión que se consideraba axiomática, fué desmoronándose ante las audacias de los constructores, ante el estudio más concienzudo del funcionamiento que aconsejaba nuevas disposiciones sancionadas luego por la experiencia. Vinieron después los medios más perfectos de ejecución, metales y aleaciones con propiedades adecuadas puestos al servicio del constructor y la conveniencia de utilizar nuevos manantiales de energía superiores á los conocidos por su baratura ó por la facilidad con que se creaban donde fuesen necesarios. Todo ello contribuyó á dar el impulso que debía hacer salir el motor de gas del humilde papel que hasta hace poco había desempeñado.

En la Exposición Universal de París de 1900 aparecieron ya motores de gas de 500, 600 y 700 caballos de fuerza. Desde entonces,

las dimensiones han ido en aumento y son varios los que en estos dos últimos años se han construido para la industria y para la minería que desarrollan 1.000 y hasta 1.200 caballos. Los constructores ya no se detienen ante límite alguno; con lo cual el motor de gas puede ya ser considerado definitivamente como motor adecuado para la grande industria.

Pero esto, con ser mucho, no es lo más importante. No solo esta fuerza indómita se ha sometido á una gran regularización, comunicándole á la vez la flexibilidad necesaria para prestarse á las grandes variaciones de resistencia experimentadas por los dinamos generatrices del alumbrado eléctrico, sino que se ha producido el gas que debe alimentarlas en condiciones de seguridad y economía completamente imprevistas.

La comparación entre el coste del caballo-hora producido por los motores de gas y el del producido por la máquina de vapor es principalmente lo que ha de decidir la contienda.

Hoy por hoy, comparado el consumo de carbón de una buena máquina de vapor de 1.000 caballos de fuerza con el de una máquina de gas de la misma fuerza, se llega casi al mismo resultado. En efecto, una máquina compound con distribución de válvulas equilibradas no consume en marcha más allá de 5.500 kgs. de vapor por caballo-hora, para cuya producción, con una buena caldera multitubular se necesitarán 600 gramos próximamente de antracita.

La diferencia no es grande; y no parece á primera vista que corra serio peligro de ser suplantada la máquina de vapor. Pero hay que considerar que estamos solo en los comienzos de la lucha; y que la máquina de gas nacida ayer, tiene ante sí mucho espacio donde exhibirse, mientras que la máquina de vapor llegada ya á su apogeo, se perfecciona muy lentamente y solo en detalles que no afectando lo esencial del principio no pueden modificar grandemente el resultado.

Aunque en la actualidad, las luchas de los procedimientos y de los mecanismos entre sí no pueden ser duraderas porque los poderosos medios de investigación, los grandes elementos constructivos y las mismas condiciones en que se desenvuelve la grande industria determinan en breve el irremediable abandono del uno y el triunfo temporal del otro, y por lo tanto es de suponer que no tardaremos mu-

chos años en presenciar el desenlace de la lucha, sería interesante sin embargo, calcularlo de antemano.

¿Existen datos suficientes para ello?

Vamos á averiguarlo.

En la máquina de vapor teórica perfecta, ó sea en una máquina ideal, la fracción de trabajo utilizable en el cilindro, sería el 33 por 100 del correspondiente al calor que contiene el vapor que llega de la caldera; pero siendo irrealizable esta máquina perfecta, el cálculo da como máximo práctico de calórico disponible para ser convertido el trabajo en condiciones medias ordinarias, el 23 por 100 del calor total empleado: lo cual corresponde á un consumo de 4.272 kilogramos de vapor por caballo-hora, á razón de 665 calorías por kilogramo bajo una presión absoluta de 6 atmósferas.

Algunas casas constructoras de primer orden han llegado á construir máquinas de vapor policilíndricas, empleando el vapor recalentado á alta tensión con garantía de un consumo de 4.500 kilogramos de vapor por caballo-hora. Para obtener un resultado tan próximo al teórico es precisa una perfección extraordinaria en la construcción, y un engrase completo y continuo; de suerte que el coeficiente mecánico no baje del 90 por ciento. Para producir aquella cantidad de vapor con las mejores calderas actualmente conocidas, se necesitan 526 gramos de carbon de 8000 calorías.

Este resultado no podría mejorarse dentro del modo actual de funcionamiento de la máquina de vapor, sino acudiendo á tensiones iniciales no menores de 15 atmósferas que permitiesen el empleo de grandes expansiones en cilindros sucesivos para atenuar la influencia perjudicial de sus paredes, y en la adopción del vapor recalentado dentro de límites muy extensos. Algunos constructores han emprendido ya este camino, haciendo funcionar sus máquinas á la presión de 14 kilogramos y empleando expansiones mayores de 1 : 25.

El recalentamiento del vapor, en gran predicamento hace 30 años, decaído luego, vuelve á ser admitido por bastantes constructores que basan en su empleo grandes esperanzas á pesar de la oposición de muchos que lo encuentran peligroso por la degradación posible de los cilindros, si se exceden ciertos límites.

Algo podría conseguirse también modificando las calderas actuales que hoy no utilizan más allá del 73 por 100 del calor producido

en el hogar. En nuestro concepto, no hay duda que cabe introducir importantes modificaciones en vista del empleo del vapor á altas tensiones y de la utilización de combustibles menudos é inferiores en forma gaseosa, mientras el agua circula metódicamente en tubos de pequeño diámetro completamente rodeados de gases incandescentes.

Todas estas reformas, sin embargo, no modificarían esencialmente la máquina de vapor: y aun pecando de muy optimista, no podría esperarse que produjesen en el consumo de combustible, una economía mayor del 10 al 15 por ciento.

¿Bastaría ella para asegurar su triunfo definitivo sobre el motor de gas?

Considérese que en la época de la Exposición Universal de París de 1900, hubo motores de gas de 500 caballos que dieron en pruebas un rendimiento del 22 por ciento y que unos dos años después, ó sea á principios del actual, ya se alcanzaba el 35 por ciento de rendimiento en motores de 1.000 caballos de construcción alemana. La misma casa tiene en construcción un motor de 1.200 caballos con el cual espera conseguir el 40 por ciento, merced á ciertas reformas adoptadas en vista de lo observado en otros motores. De ello resulta, que en el espacio de dos años no solo se ha llegado á la construcción de motores de una potencia superior á cuanto podía imaginarse, sino, lo que es más importante, se ha conseguido casi duplicar el rendimiento. Los motores de gas están en plena evolución y son susceptibles todavía de importantes y trascendentales reformas que la experiencia irá indicando diariamente.

En estas condiciones ¿cabe augurar la desaparición definitiva en un plazo relativamente corto, de la máquina de vapor?

Considerada ésta como motor fijo y bajo el punto de vista del consumo de combustible, es de temer que pierda la partida, á menos que tenga en su juego una última carta. ¿Cuál puede ser ésta?

Sin que pretendamos dar por resuelto el difícil problema, si se adopta el procedimiento que en nuestro concepto se impone, único que queda abierto á las tentativas de los investigadores, parécenos que la máquina de vapor no podrá mantenerse como motor económico, sino acudiendo al empleo del calórico latente del vapor al terminar su expansión, para vaporizar otro líquido cuyo calórico de vaporización sea menor. Así por ejemplo, á la presión atmosférica, la tem-

peratura de ebullición del éter es de 35°,50 y en calórico de vaporización 90,50 calorías; por consiguiente abandonando un kilogramo de vapor de agua 536,10 calorías al condensarse, puede vaporizar á la presión de una atmósfera 4,920 kilogramos de éter tomado á 0°. Algún otro líquido se encuentra en condiciones iguales y la fuerza elástica de sus vapores podría ser convertida en trabajo útil en otro cilindro complementario de la misma máquina. ¿Será posible hoy día la aplicación de esta idea ya conocida desde mucho tiempo? No creemos que ninguna dificultad de construcción se oponga á llevarla á la práctica, pues existen muchas máquinas funcionando con líquidos que se regeneran en su interior ó circulan siempre los mismos, salvo pérdidas insignificantes que se reponen fácilmente.

Si como motor fijo es ya tan discutida la máquina de vapor, no parece que corra peligro tan inminente aplicada á la navegación por su gran facilidad de adaptarse á las variadas condiciones que debe satisfacer un motor marino. En cambio en la locomoción terrestre no debe temer por cierto al motor de gas; no será indudablemente suplantada por este; pero está amenazada de próxima desaparición por un enemigo más poderoso: la electricidad.

En definitiva, puede conjeturarse con fundamento, que no continuará el desarrollo incesante de la aplicación del vapor. Empiezan ya á notarse los efectos de la aparición del motor de gas como motor de la grande industria y especial para las estaciones electrógenas.

Quizá en breve al contemplar estas máquinas de vapor colosales, verdaderos monumentos por sus dimensiones, obras maestras de ejecución, organismos funcionando en virtud del calor que con el vapor penetra en sus entrañas y transformándolo en movimiento les asemeja á seres vivientes, podremos exclamar con tristeza al pensar que pasará su tiempo, *sic transit gloria mundi*, si no reflexionáramos que no son más que una de tantas manifestaciones de la inteligencia y que tras de ella, han de venir otras mejores, más perfectas y más poderosas que llenarán más cumplidamente su misión de aumentar las energías del hombre y extender su campo de acción sobre la Naturaleza en beneficio de la civilización y de la humanidad.

F. ARMENTER.

BIBLIOGRAFIA

DIE EISENKONSTRUKTIONEN DER INGENIEUR-HOCHBAUTEN, von *Max Foerster*, zweite verbesserte und vermehrte auflage, mit ueber 1000 Textabbildungen und 14 Tafeln.—Leipzig.—Wilhelm Engelmann, Verlagsbuchhandlung.—Preis bros: M. 42; gebunden M. 45.

Esta importantísima obra del eminente profesor de la Escuela Técnica de Dresde, como su título lo indica, es un tratado completo de construcciones metálicas de grandísima utilidad y aplicación, tanto para los alumnos de las escuelas técnicas, como para los Ingenieros que se dedican á este ramo importante de la construcción moderna.

De un modo muy claro y metódico, al desarrollar el autor su obra, en cada una de las partes que estudia, considera en primer lugar los elementos que constituyen una construcción, expone su cálculo y luego los compone formando una construcción completa que también estudia en su conjunto. Como los elementos ó detalles de construcción que presenta, son muy numerosos y apropiados á la mayor parte de casos que la práctica puede ofrecer, con un regular conocimiento de la resistencia de los materiales puede sacarse de ella grandísima utilidad para las aplicaciones, sirviendo como un poderosísimo auxiliar del Ingeniero y del constructor.

La obra está dividida en cuatro partes que comprenden diecisiete capítulos. La primera parte que estudia los materiales y su resistencia bajo los diferentes esfuerzos, abraza los dos primeros capítulos; en el cap. I estudia las propiedades y aplicaciones de los hierros que se emplean en las construcciones, ó indica los medios para evitar su oxidación y guardarlos del fuego; el cap. II está dedicado al estudio de la elasticidad y resistencia de este metal sometido á las diversas clases de esfuerzos y determina la sección de las barras en cada caso. Después de este preliminar teórico, pasa á la segunda parte que trata de los elementos de construcción, comprendiendo los cuatro capítulos siguientes; en el cap. III expone los diferentes medios de unión que se emplean en las construcciones metálicas, ya sea con roblones, ya con pernos ó tornillos, considerando en cada caso su cálculo y disposición; en el cap. IV estudia los medios de unión de dos ó más piezas ó barras situadas en un mismo plano y concurrentes á un mismo punto, presentando los casos más importantes y de más aplicación; las columnas de fundición y armadas son el objeto del cap. V, en el cual expone su cálculo y detalles de construcción en los diferentes casos; un estudio idéntico referente á las vigas, ya sean apoyadas, ya empotradas, constituye el objeto del cap. VI.

La parte tercera se ocupa de las cubiertas de hierro, comprendiendo los nueve capítulos siguientes; en el cap. VII se ocupa de las cubiertas en general, considerando su disposición y cargas que han de

soportar; estudia su cálculo y la construcción de sus diversos elementos y el arriostrado de las armaduras; el estudio del cálculo y construcción de los cuchillos de armadura con dos tornapuntas, con ó sin alero para una ó varias crujeas y el de las marquesinas son el objeto de los capítulos VIII y IX; el estudio de las cubiertas curvas lo es del siguiente en el cual además expone el cálculo de la estabilidad de los cuchillos de armadura ó cerchas con tres articulaciones, estudia su disposición general y su construcción presentando varios ejemplos de cubiertas de esta clase, y el detalle de la construcción de las articulaciones en ellas empleadas; en el cap. XI se estudian las cúpulas, indicando en primer lugar los procedimientos generales para el cálculo de las tensiones en un sistema estático en el espacio; luego estudia las diferentes clases de cúpulas y sus elementos principales, el cálculo estático de una cúpula con vigas planas y el cálculo de las cúpulas Schwedler, describiendo de todas su construcción; el cálculo y la construcción de las cubiertas de pabellones, torres y flechas, las cubiertas con faldones y las llamadas Föppel, constituyen los capítulos XII y XIII; y el material de cubierta para techumbres de hierro, cristal y planchas onduladas, con detalles para su fijación y para la conducción de las aguas de lluvia, es tratado en el siguiente, y en fin, en el cap. XV el autor indica algunas particularidades arquitectónicas de las grandes cubiertas metálicas para estaciones.

En la parte cuarta que comprende los dos últimos capítulos se ocupa en uno de las techumbres de plancha ondulada, de la construcción de edificios metálicos, de los depósitos de hierro con sus pilas de sostén y de los gasómetros, exponiendo el cálculo estático de estas construcciones y haciendo notar las particularidades y dificultades que ofrecen y manera de vencerlas; es el objeto del último capítulo la construcción de las limas-hoyas en las techumbres metálicas y de las escaleras de hierro. Por último, la obra termina con un interesante apéndice que contiene diferentes tablas, unas de cálculos, pesos, momentos de inercia y resistencia de los hierros del perfil normal alemán; otras de pesos y resistencias de los elementos que más comúnmente se emplean en las construcciones y otras de fórmulas matemáticas y datos numéricos para facilitar los cálculos que hay que hacer en las aplicaciones.

Una sección bibliográfica al final de cada capítulo y las numerosas figuras intercaladas en el texto completan el valor de esta obra notabilísima y magistral que recomendamos á nuestros lectores.

MANUEL DU CONSTRUCTEUR DE MOULINS ET DU MEUNIER, par F. Baumgartner, Ingénieur constructeur de moulins, traduit de l'allemand par Paul Schoren, Ingénieur des arts et manufactures.—Tome premier: *Les machines de Meunerie*.—Paris, Librairie Polytechnique, Ch. Béranger, Editeur, Rue de Saints-Pères.—Un vol. grand in-8.º avec 482 figures dans le texte.—Prix relié: 20 francs.

El autor, al publicar la presente obra, se ha propuesto presentar á las personas que se ocupan de la industria molinera, un manual en el

cual encuentren la respuesta á todas las cuestiones concernientes á la construcción de los molinos y á la molinería propiamente dicha, cosa que las obras publicadas hasta la fecha no han conseguido y en especial á la parte referente á la construcción de molinos.

Los vastos conocimientos del autor en esta materia y su experiencia como constructor en este ramo, han contribuido á que en esta obra haya podido realizar su objeto del modo más completo y con toda la claridad necesaria, haciendo bien resaltar lo que es la molinería propiamente dicha con la exposición de sus principios fundamentales y la construcción de molinos.

La obra está dividida en cinco partes: después de exponer un estudio sobre ventiladores en general y sobre algunos tipos especiales en particular, entra á la primera parte que se ocupa de las máquinas para la limpia, describiendo las más importantes para la limpia preparatoria, para la limpia propiamente dicha y para la limpia por la vía húmeda; de todas indica sus particularidades y ventajas que ofrecen, y estudia en detalle los órganos más importantes. En la segunda parte, se ocupa de las máquinas para la molienda, como son las muelas, los molinos de cilindros, los molinos disgregadores, los convertidores, los desintegradores y los molinos de discos, que estudia con todo el detalle, su modo de trabajo é instalación, su producción, etc. El tamizado constituye la parte tercera, en la cual estudia las diferentes máquinas á este objeto, las diferentes clases de tamices que se emplean y las máquinas para hacer la clasificación de las harinas. En la parte cuarta vienen descritas las máquinas de socorro tales como la balanza automática, el distribuidor mezclador, el colector de polvo, los mezcladores de harina en sus diferentes formas que afectan, hasta los llenadores de sacos. Finalmente, en la última parte estudia especialmente los diferentes medios que se emplean para el transporte, tanto vertical como horizontal, ya sean por medio de tornos, ascensores, tubos y planos inclinados en el primer caso, como por medio de tornillos de formas diversas en el segundo.

El gran número de grabados en el texto, su buena elección, tanto para el estudio de las diferentes máquinas, como para determinar sus proporciones para el emplazamiento y los datos que les acompañan, como peso y dimensiones que permiten determinar su producción, completan el valor de este interesante manual que recomendamos lo mismo á los constructores que industriales de este ramo, en la seguridad que han de encontrar en él un poderoso auxiliar en la práctica de cada uno.

CHAUX, CEMENTS ET MORTIERS, por Ed. Candlot, Ingénieur Directeur de la Cie. parisienne des Ciments Portland artificiels.—Paris, Librairie Gauthier-Villars, Quai des Grands-Augustins, 55.—Un vol. petit in.-8 avec figures (*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoires*). Prix: broché 2 fr. 50; cartonné 3 fr.

La fabricación de las cales y de los cementos adquiere desde algunos años un desarrollo cada vez mayor; las aplicaciones del cemento Portland cada día más numerosas han conducido á la construcción

de fábricas importantes en Francia y en el extranjero; en Alemania principalmente y en los Estados-Unidos, esta industria ha tomado un incremento considerable.

Los constructores que han de emplear constantemente los productos hidráulicos, muchas veces no poseen las nociones precisas sobre su modo de fabricación y sobre sus cualidades; nada sería pues tan útil y por esto un prontuario en el cual se encuentren resumidos los procedimientos de fabricación, los caracteres distintivos y los ensayos de los cementos y de las cales hidráulicas deberá prestarles grandes servicios.

Los primeros capítulos están consagrados á las cales hidráulicas, luego á los cementos naturales y en fin á los cementos artificiales. En los capítulos siguientes están descritos los métodos de ensayo de los productos hidráulicos; el último está consagrado á los morteros y al hormigón.

En un anejo en el cual se encontrarán los pliegos de condiciones que acaban de ser elaborados por una comisión nombrada por el ministerio de Obras Públicas y que son los solos que actualmente están en vigor en toda la Francia, completa el valor de este interesante libro que puede interesar á muchos de nuestros lectores

LES MATÉRIAUX ARTIFICIELS, par M.-A. Morel.—Paris, Librairie Gauthier-Villars, Quai des Grands-Augustins 55.—Un vol. petit in-8 avec figures (*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoires*).—Prix: broché: 2 fr. 50; cartonné 3 fr.

El gran desarrollo que en nuestros tiempos han adquirido todas las artes y las industrias, ha hecho que los materiales artificiales hayan sido, podríamos decir, una necesidad creada por el mismo desarrollo y por lo tanto han ido apareciendo sucesivamente, permitiendo así poder hacer con ellos lo que no hubiera sido posible con materiales naturales, por su coste ó por otras circunstancias.

Su estudio lo hace el autor en la presente obra de un modo completo aunque sucinto, permitiendo conocer su composición, elaboración, empleo, etc. de cada uno de ellos. Comprende cinco capítulos: en el cap. I estudia los materiales semi-artificiales, como breas, asfaltos, cales, cementos, puzolanas, yeso, ladrillo, tejas, baldosas, etc.; en el cap. II se ocupa de los materiales artificiales refractarios; en el siguiente trata de aquellos materiales asociados por medio de un armazón metálico, como el cemento, yeso y vidrio armados, el ladrillo armado, etc.; en el cap. IV se ocupa de aquellos materiales asociados por aglomeración por un medio no metálico, como morteros, breas, piedras artificiales, mosaicos, estucos, cartón piedra, etc., y en fin en el último son tratados aquellos accesorios y diversos, como silicización, fluctuación, conservación de las maderas, másticos y enlucidos, pinturas, barnices, tinturas y materiales diversos.

Recomendamos este libro á nuestros lectores en general y especialmente á aquellos que se ocupan en el ramo de la construcción, no dudando ha de interesarles.