

REVISTA TECNOLÓGICO-INDUSTRIAL

PUBLICACIÓN MENSUAL
DE LA

ASOCIACION DE INGENIEROS INDUSTRIALES
AGRUPACIÓN DE BARCELONA

PREMIADA CON MEDALLA DE ORO EN LA EXPOSICIÓN UNIVERSAL DE BARCELONA DE 1888
Y EN LA DE BOSTÓN DE 1883; Y CON MEDALLA DE PLATA EN LA DE PARÍS DE 1889 Y
EN LA DE BRUSELAS DE 1897.

SUMARIO

Aplicación de un nuevo principio fundamental á la determinación de las superficies de los álabes en las turbinas, por F. Mirapeix. Los progresos de las industrias electro-químicas (*continuación*).—Noticias: El peso de las muchedumbres.—Determinación del calentamiento de un conductor eléctrico por su variación de resistencia eléctrica.—Las escuelas técnicas americanas.—Bibliografía.—Líttros recibidos.

BARCELONA

La Redacción y Administración, en el local de la Asociación: Calle de Pelayo, n.º 9, entresuelo
Telefono, 541

COMISIÓN DE LA REVISTA

PRESIDENTE.—El de la Agrupación
D. José M.^a Cornet y Mas.

VOCAL.—D. Félix Cardellach.
" D. José Cabanach.
" D. Luis Daunis.
" D. Andrés Piñol.
" D. Fernando Tallada.

SECRETARIO.—D. Andrés Guillamot.

DIRECTORES DELEGADOS

D. José Playá.
D. José Serrat y Bonastre.

PRECIOS DE SUSCRIPCION

10 Pesetas anuales en toda España y 12 en el Extranjero
Un número suelto UNA Peseta.

Para los anuncios se enviará la tarifa á quien lo solicite.

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.

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.*

Academia Tecnológica

Dirigida por el Ingeniero industrial, mecánico y químico

D. Pedro Rius y Matas

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

PENSIONADO

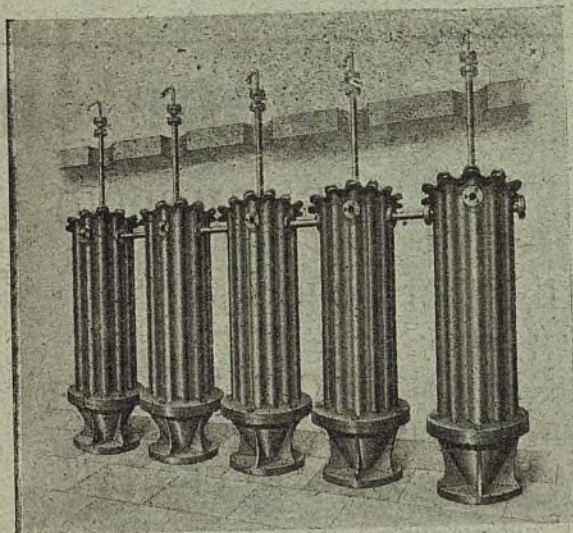
Para los alumnos *no bachilleres* funcionan las clases correspondientes al **Peritaje industrial** en sus varias especialidades (*mecánico, químico, electricista, etc.*), cuyo título habilita para ingresar en mejores condiciones técnicas que el bachillerato ordinario en las Escuelas de Ingenieros industriales.

DIBUJOS DE INGRESO É INDUSTRIALES

Pelayo, 12, 1.º—BARCELONA

RICARDO ZARAGOZA

BARCELONA—Valencia, núm. 223.



Sección de un conducto de humos.
Vista de una instalación de **Economizadores EMILIA**

Economizador "EMILIA"

(Recalentadores de agua para la alimentación de calderas.)

Economía de carbón de 10 á 25 %.—Impide las incrustaciones.—Su limpieza interior es automática y en marcha.—No existe en él ningún movimiento mecánico.

Calderas multitubulares inexplorables

sistema **NICLAUSSE**

Máquinas de vapor,

Condensadores. &, &.

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

PLANAS, FLAQUER Y COMP.^A

CONSTRUCTORES DE MAQUINAS

TALLERES EN GERONA fundados en el año 1857

Dirección general: Plaza de Cataluña, 12, 1.º — BARCELONA

CONSTRUCCIONES MECÁNICAS

Especialidad en **Turbinas** y toda clase de **Motores hidráulicos**. (Construidos más de 1100, con una fuerza superior á 75000 caballos.

TURBINAS á libre desviación, á reacción y límites para funcionar inmersas y con aspiración, de eje vertical y horizontal á cámara abierta y con cámara cerrada.

Especialidad en **Turbinas Francis** á distribuidor con palas móviles

Turbinas á gran velocidad para pequeños saltos y grandes caudales apropiadas para el movimiento de máquinas eléctricas.

Ruedas «Pelton» para grandes saltos y pequeños caudales.

Reguladores de alta precisión y de gran sensibilidad para turbinas

Transmisiones de movimiento de todas clases. **Prensas hidráulicas** con cilindros de acero fundido — **Bombas** de todas clases. Especialidad en bombas centrifugas para grandes y pequeñas alturas.

CONSTRUCCIONES ELÉCTRICAS

Máquinas y Motores eléctricos de todas clases. (Fuerza total de las construidas superior á 60.000 caballos).

Grandes dinamos de corriente continua á pequeña velocidad para estaciones centrales.

Máquinas de corriente alternativa monofase.

Alternadores de corriente trifase para utilización de energía eléctrica á gran distancia.

Especialidad en **alternadores** para la fabricación de carburo de calcio.

Transformadores, con ventilación natural y con baño de aceite y refrigeración artificial.

Especialidad en **transformadores** para altas tensiones.

Motores de corriente continua, alternativa (mono y polifase) á grandes y pequeñas velocidades y 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 material vario — **Cables**, conductores, aéreos y subterráneos, aisladores, etc.

INSTALACIÓN COMPLETA DE ESTACIONES CENTRALES

Alumbrado eléctrico de poblaciones.

Especialidad en Turbo-Alternadores de eje vertical ú horizontal. * Electro-bombas para riegos y grandes elevaciones de agua

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.

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

11, Calle de Campo Sagrado, (antes 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.) movidas 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, Américas y extranjero.—Numerosas referencias.

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

Teléfono número 595

✠ Planchas metálicas graneadas para la industria litográfica ✠

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 DE SANTA EULALIA (LETRA T)

BARCELONA (GRACIA)

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

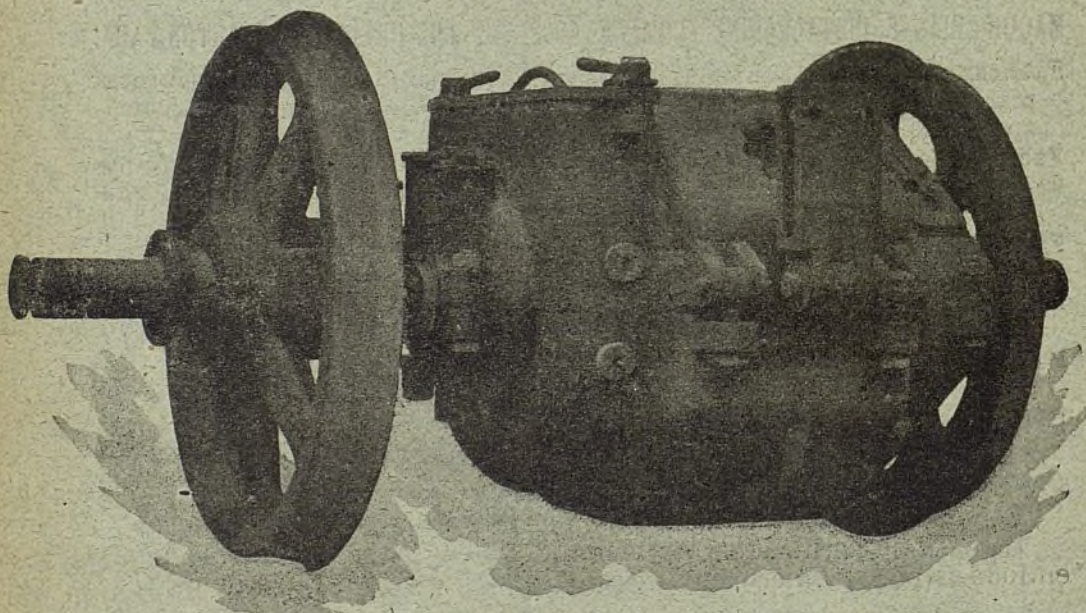
"La Industria Eléctrica"

Sociedad Anónima

BARCELONA. — Muntaner, 49

Oficina en Madrid: Carrera de S. Gerónimo, 43

Grandes talleres de construcción



Motor normal de Tranvía, montado sobre su eje.

Dinamos y alternadores — Motores de todas clases
Transformadores — Conmutatrices

Construcción de toda clase de material para la completa instalación
de Centrales para alumbrado — Tracción
Transporte de fuerza — Industrias Electro-químicas
y electro-mecánicas

Instalación de explotación y agotamiento de minas
Tranvías y funiculares

Pídanse proyectos y presupuestos — Se envían catálogos gratis

Ayuntamiento de Madrid

REVISTA TECNOLÓGICO-INDUSTRIAL

PUBLICADA POR LA

ASOCIACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES

Barcelona, Noviembre, 1906.

APLICACIÓN

de un nuevo principio fundamental á la determinación de las
superficies de los álabes en las turbinas

En el número 5 de la Revista de este año, basándome en el desarrollo dado por el Dr. Lorenz á su teoría de las turbinas, di á conocer un nuevo principio ó teorema fundamental relativo á la forma de los álabes en esta clase de máquinas. Este principio se refiere sólo á las que trabajan sumergidas, sea cualquiera por lo demás la aplicación ó forma que ellas tengan; siendo extensivo por lo tanto lo mismo á las turbinas de vaso lleno, que á las bombas centrífugas, hélices propulsoras, ventiladores y molinos de viento. Para llegar á establecerse, tuvimos en cuenta, además de las condiciones en que se funda la teoría del Dr. Lorenz, otras dos, que con ser esenciales no son tomadas allí en consideración, ó no se juzgan necesarias, y son una de ellas la acción normal del fluido sobre la superficie del álabe, y la otra, la ausencia de torbellinos en la proyección del movimiento del fluido sobre un plano diametral.

La primera de estas condiciones rigurosamente exacta para los fluidos en estado de reposo, y en todo caso para los fluidos ideales perfectos cuyas propiedades sirvieron de base al desarrollo de la teoría, pasa á ser solo aproximada para los fluidos naturales cuando

existe un movimiento relativo entre estos y la pared sólida en contacto, desarrollándose una pequeña componente tangencial que se opone al movimiento. La acción de esta fuerza la supusimos involucrada con la de otras secundarias cuyos efectos sería vano pretender calcular con exactitud, admitiendo que al asignar valor á la altura H se habían ya deducido las pérdidas que aproximadamente pueda ésta experimentar por dichos conceptos. Con esto queda solo en consideración la componente principal, normal á la superficie del álabe.

La segunda condición añadida es doblemente esencial. En el terreno analítico hace accesible el cálculo de fuerzas, movimientos, velocidades y presiones. En el terreno técnico conduce al *desideratum* de una máxima utilización de la energía, pues de existir torbellinos en el plano diametral, la energía cinética contenida en ellos jamás se resolvería en trabajo útil.

Las condiciones que sirvieron de base para llegar á formular el nuevo principio, fueron pues, en conjunto las siguientes:

- 1.^a Régimen permanente.
- 2.^a Simetría alrededor del eje.
- 3.^a Continuidad en la corriente fluída.
- 4.^a Esfuerzos mútuos entre el fluido y el álabe normales á la superficie de este último.
- 5.^a Ausencia de torbellinos en el movimiento del fluido sobre un plano axial.

La primera de estas condiciones anula las derivadas parciales con relación al tiempo, y las segunda las relativas al ángulo que constituye una de las coordenadas si referimos el conjunto á un sistema cilíndrico cuyo eje coincida con el de la turbina y como detallan las figs. 1 y 2 el significado de cuyas letras es conocido.

Con ellas, las ecuaciones fundamentales de la hidrodinámica son en la forma Euleriana

$$\left. \begin{aligned} q_r - \frac{g}{\gamma} \frac{\partial p}{\partial r} + \frac{v_n}{r} &= \frac{d v_r}{d t} \\ q_z - \frac{g}{\gamma} \frac{\partial p}{\partial z} + g &= \frac{d v_z}{d t} \\ q_n r &= \frac{d (v_n r)}{d t} \end{aligned} \right\} \quad [1]$$

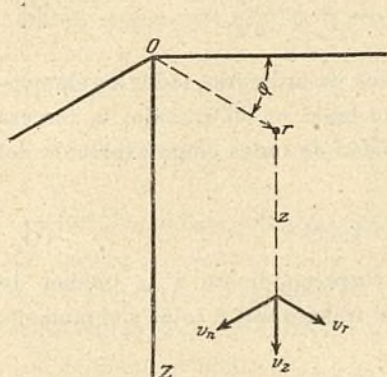


Fig. 1.

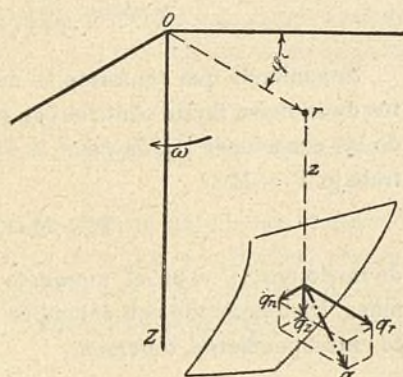


Fig. 2.

La condición de continuidad, vendrá expresada por la ecuación

$$\frac{\partial (v_r, r)}{\partial r} + \frac{\partial (v_z, r)}{\partial z} = 0 \quad [2]$$

la cual supone la existencia de una función de corriente ó de gasto

$$\psi = f(r, z)$$

tal que

$$v_r = \pm \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial z} \quad ; \quad v_z = \pm \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial r} \quad [3]$$

La cuarta condición da las siguientes relaciones entre las fuerzas aceleradoras y las coordenadas de la superficie del álabe.

$$\frac{\partial \chi}{\partial r} = - \frac{q_r}{q_n r} \quad ; \quad \frac{\partial \chi}{\partial z} = - \frac{q_z}{q_n r} \quad [4]$$

y la quinta condición, expresada analíticamente por

$$\frac{\partial v_z}{\partial r} = \frac{\partial v_r}{\partial z} \quad [5]$$

exige la existencia de una función

$$\Phi = f(r, z)$$

de potencial de velocidad tal, que

$$v_r = - \frac{\partial \Phi}{\partial r} \quad v_z = - \frac{\partial \Phi}{\partial z} \quad [6]$$

Suponiendo que conforme se desea de ordinario, todos los elementos de la masa fluida contribuyen por igual en el trabajo, la tercera de las ecuaciones [1], da *para la unidad de masa* como expresión del trabajo $T = M \omega$

$$T = M \omega = (v_n r) \omega \quad [7]$$

de modo que $(v_n r)$ es el momento correspondiente á la unidad de masa. Distinguiendo con subíndice el trabajo útil y total y el momento correspondiente, tenemos

$$T_1 = M_1 \omega = g h \quad [7 a]$$

La suma de las ecuaciones [1] integrada, con las igualdades [7] y la condición [5] conduce, eliminando las derivadas parciales de la presión, á los valores

$$q_r = - \frac{d\chi}{dt} \frac{\partial M}{\partial r} \quad q_z = - \frac{d\chi}{dt} \frac{\partial M}{\partial z} \quad [8]$$

con lo que conocidos los valores de q_r q_z $q_n r$, aplicados á la condición [4] dan

$$\frac{\frac{\partial M}{\partial r}}{\frac{\partial M}{\partial z}} = \frac{\frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{d\chi}{dt} \right)}{\frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{d\chi}{dt} \right)} \quad [9]$$

de donde deducimos por fin

$$d\chi = [A f'(M) + B] dM \quad [10]$$

siendo A y B constantes arbitrarias, y $f'(M)$ una función arbitraria también del momento M.

La ecuación [10], expresión analítica del principio fundamental que vamos á aplicar, es consecuencia ineludible de las condiciones que hemos sentado anteriormente y en todo álabe cuya superficie no cumpla esta ley, dejarán de satisfacerse una ó varias de aquellas. El principio nos dice que la derivada de la coordenada angular con relación al momento M es solo función de esta variable.

La diferencial $d\chi$ se halla también determinada por las componentes tangenciales de los movimientos absolutos y de giro del rodete

$d\chi = d\varphi - \omega dt$; ó sea substituyendo el valor de φ en función de M

$$d\chi = \left(\frac{M}{r^2} - \omega \right) dt \quad [11]$$

Hecho este resumen, con objeto de abarcar claramente la génesis del principio [10] y tener á la vista las fórmulas principales, pasaremos á presentar un ejemplo de aplicación por los medios analíticos examinando antes ligeramente qué caminos se presentan abiertos á una solución general.

Puesto que las velocidades tienen que satisfacer á las ecuaciones [6] substituyendo estos valores en la de continuidad [2], hallaremos, efectuando las operaciones indicadas

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial r^2} + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial z^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \Phi}{\partial r} = 0 \quad [12]$$

ecuación general de las líneas equipotenciales de velocidad, en el caso supuesto de ser el movimiento irrotacional y continuo en el plano diametral, y existir simetría alrededor del eje.

La ecuación general de las líneas de movimiento ó de gasto, la hallaremos aplicando los valores [3] de las velocidades, á la condición [5] que anula la rotación de la velocidad en el plano diametral. Esta substitución nos da, efectuando las diferenciaciones indicadas

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial r^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} - \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial r} = 0 \quad [13]$$

Los recursos analíticos á que hay que apelar para obtener soluciones finitas de las ecuaciones [12] ó [13] son bastante complicados, y conducen ordinariamente á expresiones de un número infinito de términos y de un empleo sumamente incómodo. Las expresiones más generales que conozco para ψ y Φ en las que sin ser extraordinariamente complicadas las variables figuren en número finito de términos, ó en función de series tan conocida que sus valores puedan conside-

rarse prácticamente como un solo término son las siguientes (1).

$$\psi = r^2 \left[\frac{a}{2} + bz + c \left(z^2 + \frac{r^2}{4} \right) + c_1 \left(\frac{z^2}{3} - \frac{r^2}{4} \right) z \right] + c_2 z \quad [14]$$

$$\begin{aligned} \Phi = r^2 \left[\frac{b}{2} + cz + c_1 \left(\frac{z^2}{3} - \frac{r^2}{4} \right) \right] + \\ + c^2 l_n r - az - bz^2 - \frac{2}{3} cz^3 - \frac{1}{6} c_1 z^4 + C \quad [15] \end{aligned}$$

Las cinco constantes arbitrarias $a b c c_1 c_2$ contenidas en estas expresiones, permiten adaptarse hasta cierto punto á las formas y condiciones exigidas por la práctica para las secciones transversales de las turbinas. (2) Según sean los valores asignados á las constantes, podrán presentarse las líneas de movimiento y de potencial en forma tal, que á determinados puntos de la sección diametral correspondan velocidades infinitas, es decir, manantiales ó sumideros cuya proximidad es necesario evitar al fijar el perfil adoptado para la turbina.

Para ejemplo de aplicación del nuevo principio, utilizaremos las expresiones [14] y [15], suponiendo en ellas

$$b = c = c_1 c_2 = 0.$$

con lo que quedarán reducidas á

$$\psi = \frac{a}{z} r^2 \quad [14 a]$$

$$\Phi = -az + C \quad [15 a]$$

(*) Podría añadir todavía un término correspondiente al potencial

$$\Phi = \frac{c_3}{\sqrt{r^2 + (z + c_4)^2}}$$

pero sin facilitar grandes recursos complicaría extraordinariamente las expresiones. Esta forma es muy útil en ciertos casos tratada aisladamente.

(2) Aunque las funciones [14] [15], se adaptan á tipos axial, radial y mixto, no corresponden bien con los perfiles ó secciones transversales consagrados por la práctica para las turbinas Francis de mediana y gran velocidad. Para estos casos hay que recurrir á procedimientos gráficos empezando por determinar las líneas ψ y Φ , base principal de los ulteriores cálculos y trazados. Estos procedimientos, que permiten estudiar y determinar la superficie de los álabes cualquiera que sea la sección diametral adoptada, forman un cuerpo de doctrina bastante extenso para merecer un artículo especial.

Según vemos por estas ecuaciones las líneas de movimiento son paralelas al eje, y las de igual potencial de velocidad perpendiculares al mismo. Nos hallamos, por lo tanto, en el caso de una turbina puramente axial, y tendremos

$$v_r = -\frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial z} = -\frac{\partial \Phi}{\partial r} = 0 \quad [16]$$

$$v_z = \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial r} = -\frac{\partial \Phi}{\partial z} = a = \text{constante} \quad [17]$$

Las condiciones de continuidad y ausencia de torbellinos están satisfechas como es fácil comprobar.

Determinada ya la ley del movimiento en el plano diametral, pasaremos á fijar la que liga á la coordenada angular con el momento. Para ello, persiguiendo la sencillez en las soluciones, adoptaremos en la ecuación [10] una forma muy sencilla para $f'(M)$ y pondremos

$$d\chi = (2AM + B) dM \quad [10 a]$$

que integrada y determinada la constante por la condición de que para $\chi = 0$ $M = M_1$, lo que equivale á situar el plano de origen de las z coincidiendo con los cantos de entrada de los álabes del rodeté, ó respectivamente de salida del distribuidor, nos da

$$\chi = A(M^2 - M_1^2) + B(M - M_1) \quad [18]$$

La ecuación [11], nos da por otra parte sustituyendo á dt su equivalente $\frac{dz}{a}$

$$d\chi = \left(\frac{M}{r^2} - \omega \right) \frac{dz}{a} \quad [11 a]$$

Igualando los dos valores [10 a] y [11 a] de $d\chi$, y separando las variables, se obtiene la ecuación diferencial

$$\frac{dz}{ar^2} = \frac{2AM dM}{(M - \omega r^2)} + \frac{B dM}{M - \omega r^2} \quad [19]$$

Efectuando la integración á lo largo de las líneas de movimiento, para cada una de las cuales, como hemos visto, el radio es constan.

te, y teniendo en cuenta que para $z = 0$ $M = M_1$, hallamos la integral definida

$$\frac{z}{ar^2} = 2 A \left(\omega r^2 l_n \frac{M - \omega r^2}{M_1 - \omega r^2} + M - M_1 \right) + B l_n \frac{M - \omega r^2}{M_1 - \omega r^2} \quad [20]$$

Esta es la ecuación de las líneas de trabajo en la cual se advierte desde luego que para que de valores reales para las ordenadas es condición indispensable que, con valores positivos de ω y M_1

$$\omega r^2 > M_1 \quad [21]$$

pues de otro modo alcanzarían á tener distintos signos el numerador y denominador de la fracción afectada del operador logarítmico.

Las constantes arbitrarias A y B, pueden determinarse en vista de satisfacer condiciones de orden constructivo, como por ejemplo ciertas dimensiones de altura ó cierto ángulo comprendido por los álabes. A esta última condición se recurre con frecuencia en los trazados, si se fija *a priori* el número de los álabes, los que tendrán que abarcar cierto ángulo mínimo si han de recubrirse lo suficiente para que el agua vaya bien guiada. Fijando esta sola condición, podremos prescindir de una de las constantes, suponiéndola nula. Conservando la B para tener la solución más sencilla, nos quedará

$$z = B ar^2 l_n \frac{M - \omega r^2}{M_1 - \omega r^2} \quad [20 a]$$

la constante podremos determinarla por medio de la [18], en la que supuestos $A = 0$ y que designamos por χ_1 el ángulo total correspondiente á $M = 0$, nos da para valor de B el de $\frac{\chi_1}{M_1}$ quedando ella transformada en

$$\chi = \chi_1 \left(1 - \frac{M}{M_1} \right) \quad [18 a]$$

que nos da el valor absoluto de χ_1 cuyo signo, según indican las [11 a] y [21], es negativo. Aplicando á la [20 a] el valor de B obtenemos finalmente la ecuación de las líneas de trabajo en los álabes del rodete

$$z = \frac{\chi_1 ar^2}{M_1} l_n \frac{\omega r^2 - M}{\omega r^2 - M_1} \quad [20 b]$$

Esta ecuación dará la forma de las secciones del álabe producidas por planos axiales para distintos valores de M , y unida con la [18 a] determinan completamente la superficie del álabe. La ecuación entre las coordenadas sería

$$z = \frac{\chi_1}{M_1} a r^2 l_n \frac{\omega r^2 - M_1 \left(1 - \frac{\chi_1}{\chi_2}\right)}{\omega r^2 - M_1} \quad [20 \text{ c}]$$

Las ecuaciones [20 b] [20 c] indican que las líneas de igual trabajo ó respectivamente de igual ángulo, tienen dos asintotas: una de ellas es la recta $z = 0$ á la vez línea de trabajo límite correspondiente á $M = M_1$. La otra está constituida por una de las dos rectas

$$r = \pm \sqrt{\frac{M_1}{\omega}}$$

si no consideramos más que una de las dos ramas simétricas de que en realidad consta la curva.

Otra cosa que se advierte en dichas ecuaciones, es que para una línea dada de trabajo (excepción hecha de $M = M_1$), la ordenada axial z varía con r ; y como el canto de salida del álabe es una de las líneas de trabajo, resulta que la altura del rodete es variable con el radio. Para que así no fuese, sería preciso que las líneas de trabajo fuesen independientes del radio, y esto no es posible en ningún caso como voy á demostrar, aunque sea haciendo una ligera digresión, dada la importancia que reviste este particular.

Poniendo para abreviar, la ecuación [10] bajo la forma equivalente

$$d\chi = f(M) dM \quad [10 \text{ a}]$$

la ecuación de las líneas de trabajo será

$$\left(\frac{M}{r^2} - \omega\right) dt = f(M) dM \quad [21]$$

Para pasar de esta á la ecuación finita entre las coordenadas r z φ ó entre r z y el momento M , será ante todo preciso expresar el tiempo en función de las coordenadas, lo que se logrará en cuanto en función de estas mismas conozcamos las velocidades en virtud de las relaciones

$$dt = \frac{dr}{v_r} = \frac{dz}{v_z} = \frac{ds}{v_s} \quad [22]$$

siendo v_r y v_z las velocidades radial y axial y v_s la velocidad en un sentido s ó una cantidad cualquiera variable con el tiempo y función conocida de las coordenadas r, z . De modo que para integrar la ecuación [21], deberemos aplicar alguno de los siguientes valores

$$v_r = f_1(r, z) \quad v_z = f_2(r, z) \quad v_s = f_3(r, z) \quad [23]$$

siendo f_1, f_2, f_3 funciones conocidas de las coordenadas (r, z) ó de una sola de ellas que vendrán determinadas por las ψ y Φ . Ciñéndonos á las dos primoras de estas velocidades (pues la tercera no se prestaría á un tratamiento analítico con el sistema de coordenadas adoptado, y solo se ha indicado para generalizar el concepto), podremos dar á la [21] las siguientes formas

$$\left(\frac{M}{r^2} - \omega \right) \frac{dr}{f_1(r, z)} = f(M) dM \quad [21 a]$$

$$\left(\frac{M}{r^2} - \omega \right) \frac{dz}{f_2(r, z)} = f(M) dM \quad [21 b]$$

Puesto el tiempo en función de las coordenadas para llegar á la ecuación en términos finitos de las líneas de trabajo ya solo nos falta una condición, eso sí, esencial; y es que las ecuaciones [21 a] y [21 b] sean integrables; es decir que sus términos sean diferenciales exactas. El segundo miembro desde luego lo es, y en cuanto al segundo término del primero, tampoco puede haber duda siendo constante ω : queda pues solo en consideración el primer término en sus dos formas

$$\frac{M dr}{r^2 f_1(r, z)} \quad \text{y} \quad \frac{M dz}{r^2 f_2(r, z)}$$

Discutiendo todas las hipótesis posibles sobre las funciones f_1 y f_2 , es decir, que figuren en ellas ambas coordenadas ó una sola, se llega á las siguientes conclusiones:

1.^a En el caso especial en que $v_r = f_1(r)$, la forma $M = f(r)$ siendo f una función arbitraria, constituirá una solución. Las líneas

de trabajo serán paralelas al eje, y la superficie del álabe será cilíndrica (3).

2.^a Fuera de este caso especial, la función M será *siempre* de la forma $M = f(r, z)$: es decir de ambas coordenadas.

Como corolario de esta segunda conclusión, puede decirse que *en ningún caso* las líneas de trabajo pueden ser función pura de z y por lo tanto la forma $M = f_z(z)$ queda excluida de los casos posibles.

Dejando ya estas generalidades y volviendo al ejemplo que nos ocupa, haremos notar que la ecuación [21], multiplicada por ω , junto con la [7 a] nos dan

$$\omega r > \sqrt{gh} \quad [24]$$

es decir que la velocidad tangencial del álabe debe ser mayor que \sqrt{gh} en todos sus puntos. Esta condición que no se ha tenido en cuenta hasta ahora para la construcción de las turbinas axiales á vaso lleno, bastaría por sí sola á explicar los medianos resultados obtenidos con las turbinas Jonval y á reacción límite construidas hasta aquí, en aquellos casos en que sin hallarse cumplida la condición [24], el ancho útil de la corona no sea tan reducido que permita considerar como tubos á los vasos del rodete y del distribuidor.

Dentro de las hipótesis fundamentales admitidas, el principio de la derivada del ángulo es completamente general, cualesquiera que sean el signo y el valor de ω . Para determinar la superficie de los álaves distribuidores, nos bastará suponer nula la velocidad angular. En el caso particular que nos ocupa, la ecuación de las líneas de trabajo [20], se reducirá á

$$\frac{z}{ar^2} = 2A (M - M_1) + B l_n \frac{M}{M_1} \quad [25]$$

resultado al que podría llegarse tratando directamente las ecuaciones

(3) En el n.º 7 del «Zeitschrift für das gesamte Turbinenwesen» de este año, el Dr. Lorenz, glosando mi principio, llega á la consecuencia de que la única solución correcta posible es la dada por las funciones $\psi = ar^2 z$ y $M = f(r)$, es decir álaves cilíndricos, lo que convertiría en ley general lo que no es más que un caso muy especial. De esta consecuencia prescinde ya en su más reciente estudio sobre ventiladores (n.º 22 del mismo periódico), pues adopta para M una función de la forma $M = f(z)$, la que por ser, como hemos visto, incompatible con el principio de la derivada del ángulo no puede conducir á formas perfectas para la superficie de los álaves.

[10 a] [11 a], suponiendo $\omega = 0$. No existiendo movimiento del álabe las coordenadas de su superficie coincidirán con las del movimiento absoluto, y la angular será por lo tanto φ .

Si para determinar las constantes A y B, fijamos, como se hizo para el rodete, la sola condición de un ángulo total φ , abrazado por el álabe distribuidor, podremos suponer nula una de las constantes.

La hipótesis $A = 0$ nos dará $B = -\frac{\varphi_1}{M_1}$ y

$$\varphi = \varphi_1 \left(1 - \frac{M}{M_1} \right) \quad [26]$$

siendo la ecuación de las líneas de trabajo

$$z = \frac{\varphi_1 a r^2}{M_1} l_n \frac{M_1}{M} \quad [25 a]$$

que representa parábolas de segundo grado, cuyo eje coincide con el de la turbina, teniendo todas ellas las rectas $z = 0$ por tangente común, y siendo su parámetro variable

$$\frac{M_1}{2 \varphi_1 a l_n \frac{M_1}{M}}$$

Haciendo aparecer el valor de la coordenada angular, hallamos

$$\varphi = \varphi_1 \left(1 - e^{-\frac{M}{\varphi_1 a r^2} z} \right) \quad [27]$$

La relación entre las velocidades tangencial y axial, definida por $\frac{r d\varphi}{dz}$, será, á lo largo de cada trayectoria

$$\frac{r d\varphi}{dz} = \frac{M_1}{ar} e^{-\frac{M}{\varphi_1 a r^2} z}$$

y en toda la extensión del canto de salida del álabe distribuidor, para el que $z = 0$

$$\frac{r d\varphi}{dz} = \frac{M_1}{ar} = \frac{v_n}{v_z} \quad [28]$$

comprobándose que la superficie conducirá el agua en la dirección debida.

En cualquiera de las formas [25 a] [27] en que se presenta la ecuación de la superficie del álabe distribuidor, se advierte que al movimiento puramente axial del agua, es decir, á su entrada en el distribuidor, en que $M = 0$ $\varphi = \varphi_1$, corresponderían valores infinitos de z , lo que exigiría dimensiones de álaves imposibles de realizar.

En la práctica habría que limitar la superficie de modo que sus planos tangentes formasen ya un cierto ángulo con el eje, empezando dicha superficie en regiones á las que correspondiese ya un valor real y positivo de M . Esto, que no ocasionaría grandes inconvenientes y aun es disposición bastante usada en esta clase de turbinas, constituiría un lunar en el procedimiento que no podría considerarse perfecto si las superficies teóricamente correctas, no pudiesen ser llevadas á la práctica en toda su extensión.

Para hallar formas correctas de álaves con superficie de extensión finita, el mismo principio ofrece recursos suficientes. La función que liga á las variables $d\varphi$ y dM , es completamente arbitraria, y no sólo no es preciso que sea igual para el rodete y para el distribuidor, sino que cabe dentro de un mismo álabe cambiarla paso á paso, con tal de conservar en iguales intervalos de los valores de M , ó del ángulo φ ó χ , la misma función para todos los elementos correspondientes de la superficie. En el caso presente, sin salirnos de la función de M tan sencilla como hemos adoptado, la hipótesis $B = 0$, nos

dará con $A = -\frac{\varphi_1}{M_1^2}$

$$\varphi = \varphi_1 \left[1 - \left(\frac{M}{M_1} \right)^2 \right] \quad [29]$$

y para la ecuación de las líneas de trabajo

$$z = 2 \frac{\varphi_1 a r^2}{M_1} \left(1 - \frac{M}{M_1} \right) \quad [25 b]$$

Nos hallamos todavía con líneas de trabajo constituidas por parábolas de segundo grado tangentes en el vértice, que está situado en el origen de coordenadas, con la resta $z = 0$. La coordenada axial máxima será

$$z_1 = 2 \frac{\varphi_1 a}{M_1} r^2$$

resultando el álabe de extensión finita y dispuesto para recibir el agua moviéndose ésta en sentido puramente axial, según deseábamos.

La ecuación de la superficie será, despejando el valor de φ

$$\varphi = \frac{M_1}{a r^2} z - \frac{M_1^2}{4 \varphi_1 a^2 r^4} z^2 \quad [30]$$

y la relación de velocidades á la salida del distribuidor

$$\frac{r d\varphi}{dz} = \frac{M_1}{ar} = \frac{v_n}{v_2} \quad [31]$$

es decir, la que debe ser.

Las ecuaciones que anteceden, permiten determinar con toda exactitud, en cada caso, la forma de las superficies de los álaves de rodete y distribuidor en las turbinas del tipo que nos hemos propuesto estudiar, pero no se limita á esto la utilidad de la nueva teoría. Ella permite investigar todas las condiciones dinámicas del problema dando á conocer lo mismo para cada punto que para el conjunto, los valores de velocidades, presiones y fuerzas. Como ejemplo de ello calcularemos el empuje axial, que es el esfuerzo secundario más señalado en esta clase de turbinas. Dicho empuje, en una turbina de eje vertical, es debido á tres causas distintas, á saber: el peso propio de las piezas, la presión del agua sobre el espesor de las paredes que limitan la parte útil del rodete interior y exteriormente, y la componente axial de la acción ejercida por el agua sobre los álaves del rodete. No nos ocuparemos de las dos primeras cuyo cálculo es sencillo y conocido, limitándonos al estudio de la última de las causas de empuje.

La componente axial del esfuerzo ejercido por el agua sobre la superficie de los álaves del rodete, es, como hemos visto, referido á la unidad de masa.

$$q_z = - \frac{d\chi}{dt} \frac{\partial M}{\partial z} \quad [8]$$

En el caso presente, con $dt = \frac{dz}{a}$, y χ determinado por la ecuación [18 a], tendremos

$$\frac{d\chi}{dt} = - \frac{\chi_1 a}{M_1} \frac{dM}{dz}$$

valor que sustituido en la ecuación anterior, nos permitirá escribir

$$q_z = \frac{\chi_1 a}{M_1} \left(\frac{dM}{dz} \right)^2 \quad [8 a]$$

y el empuje debido á la totalidad de la masa del agua contenida en el rodete, será

$$\int q_z dm = \frac{\gamma}{g} \frac{\chi_1 a}{M_1} \int \int \int \left(\frac{dM}{dz} \right)^2 dr \cdot r d\varphi \cdot dz \quad [32]$$

extendiéndose los limites de la integración á todo el volumen útil del rodete. Teniendo en cuenta la simetría alrededor del eje y que las líneas de movimiento ó de gasto son paralelas al mismo, efectuando desde luego la integración sobre φ , podremos poner la [32] como sigue:

$$\int q_z dm = \frac{\gamma}{g} \frac{2\pi\chi_1 a}{M_1} \int \left[\int \left(\frac{dM}{dz} \right)^2 dz \right] r dr \quad [32 a]$$

La ecuación [20 b] nos da para valor de M

$$M = \omega r^2 - (\omega r^2 - M_1) e^{-\frac{M_1}{\chi_1 a r^2} z} \quad [20 d]$$

de la cual deducimos

$$\left(\frac{dM}{dz} \right)^2 = (\omega r^2 - M_1)^2 e^{2 \frac{M_1}{\chi_1 a r^2} z} \times \left(\frac{M_1}{\chi_1 a r^2} \right)^2$$

Multiplicando por dz y extendiendo la integración á los límites correspondientes al volumen total, ó sea desde

$$z = 0 \text{ hasta } z = \frac{\chi_1 a r^2}{M_1} \ln \frac{\omega r^2}{\omega r^2 - M_1}$$

$$\int_0^{z_{\max}} \left(\frac{dM}{dz} \right)^2 dz = \frac{M_1^2}{\chi_1 a} \left(\omega - \frac{M_1}{2 r^2} \right) \quad [33]$$

cón cuyo valor

$$\int q_z dm = \frac{\gamma}{g} \cdot 2 \pi M_1 \int_{R_0}^{R_1} \left(\omega r - \frac{M_1}{2r} \right) dr \quad [32 b]$$

siendo R_0 y R_1 los radios mínimo y máximo del rodete, siendo en consecuencia el valor del empuje

$$\int q_z dm = \frac{\gamma}{g} \left[M_1 \omega \pi (R_1^2 - R_0^2) - \pi M_1^2 l_n \frac{R_1}{R_0} \right] \quad [32 c]$$

El factor $\pi (R_1^2 - R_0^2)$, representa el área útil de la sección normal del rodete, que designaremos por Ω . Si además llamamos β á la relación de velocidades $\frac{\omega R_0}{\sqrt{g H}}$ y δ á la de radios $\frac{R_1}{R_0}$, algunas sencillas transformaciones, nos darán finalmente

$$\int q_z dm = \gamma \Omega H \left[1 - \frac{1}{\beta^2 (\delta^2 - 1)} l_n \delta \right] \quad [32 d]$$

El empuje es pues igual al peso de una columna de agua cuya base es la superficie útil del rodete, y la altura una fracción del salto representada por el factor entre paréntesis. El valor de dicho factor es, suponiendo $\beta = 1$, mínimo teórico admisible según la condición [21]

para $\delta =$	1.1	1.2	1.4	2	4	6	8
$1 - \frac{l_n \delta}{\beta^2 (\delta^2 - 1)} =$	0,547	0,585	0,650	0,768	0,908	0,949	0,968

En la fig. 3 que acompaña, están representadas seis líneas de trabajo ó secciones axiales equidistantes. Los datos numéricos que han servido de base para su trazado, son los siguientes:

Altura útil deducidas las pérdidas por rozamientos y velocidad á la salida = $H = 2$ metros.

Distancia de las asintotas de las líneas de trabajo al eje; ó sea radio mínimo teórico = $R_0 = 0,30$.

Angulo total abrazado por un álabe del rodete = $\chi_1 = 0,60$.

Angulo total abrazado por un álabe del distribuidor = $\varphi_1 = 0,30$.

Velocidad axial = $a = 1,50$ p. s.

Los cálculos (hechos á la regla) dan

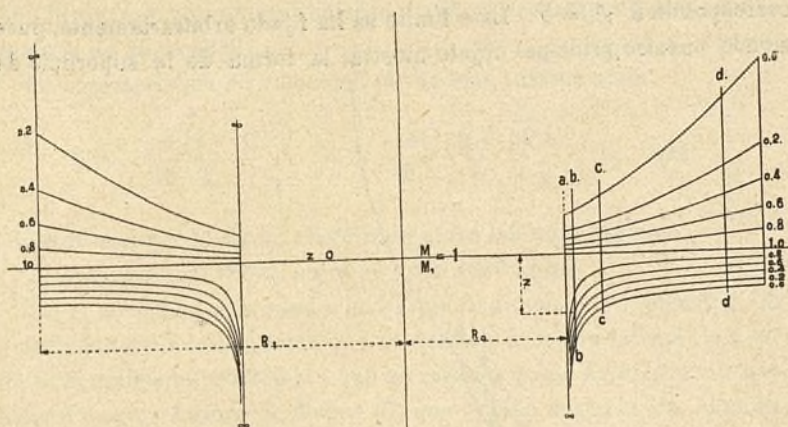


Fig. 3.

$$\left(\omega R_0 \right)^2 = M_1 \omega = g H = 19,62$$

$$\omega = \frac{\sqrt{19,62}}{0,3} = 14,8$$

$$M_1 = \frac{19,62}{14,8} = 1,325$$

$$\text{Vueltas por minuto} = \frac{30 \omega}{\pi} = 141.$$

Con estas cifras, y para valores de $\frac{M}{M_1} = 1 \quad 0,8 \quad 0,6 \quad 0,4 \quad 0,2 \quad 0$ que corresponden respectivamente á valores [18 a] [26] de $\frac{\chi}{\chi_1}$ y $\frac{\varphi}{\varphi_1}$ iguales á $0 \quad 0,2 \quad 0,4 \quad 0,6 \quad 0,8 \quad 1$, para los ángulos, han sido calculados una serie de puntos de las líneas de trabajo por medio de la ecuación [20 b] para el rodete y la [25 a] para la parte del distribuidor representada á la izquierda del eje en la figura, faltando en el distribuidor la línea $M = 0$ situada al infinito. Para la parte de la derecha del distribuidor, se han utilizado los valores de $\left(\frac{M}{M_1} \right)^2 = 1 \quad 0,8 \quad 0,6 \quad 0,4 \quad 0,2 \quad 0$ correspondientes también [29] á la división del ángulo total φ_1 en cinco partes iguales.

La figura 4 representa el desarrollo de las diversas secciones cilíndricas a, b, c, d , de los álabes del rodete y distribuidor.

Las líneas se han trazado hasta un radio máximo $R_1 = 0,671$ que

corresponde á $\lambda^2 = 5$. Este límite se ha fijado arbitrariamente, pues siendo nuestro principal objeto mostrar la forma de la superficie de

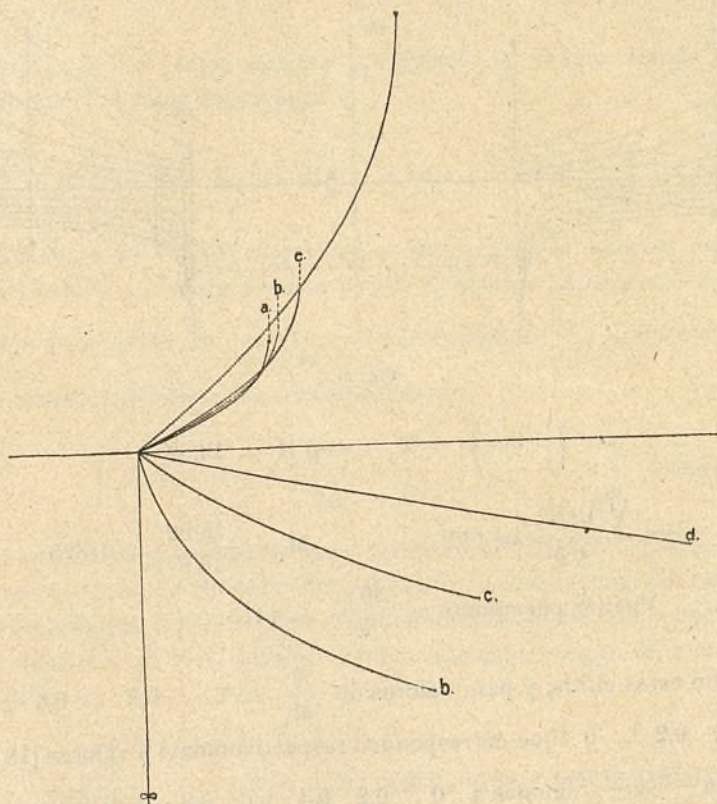


Fig. 4.

los álabes, no nos hemos sujetado á datos de gasto de agua y velocidad. En una aplicación práctica, R_0 debería ser mayor que el correspondiente á la asíntota para que quedase satisfecha la condición [21] á no ser de dejar incompleta la superficie del álabe, lo que constituiría una ligera incorrección en su forma.

Contando con un 12,5 % como término medio de la disminución en la sección á causa del espesor en los álabes, con un radio exterior r el caudal de agua absorbido por la turbina sería en litros

$$Q = 4120 (r^2 - 0,09)$$

Con el radio $R_1 = 0,671$ á que alcanza el trazado, admitiría unos

1480 litros, que con un rendimiento de 75 % corresponderían á una potencia de 29,6 caballos.

La característica de velocidad (4) de esta turbina sería

$$K = \frac{n}{H} \sqrt{\frac{HP}{\sqrt{H}}} = \frac{141}{2} \sqrt{\frac{29,6}{\sqrt{2}}} = 322$$

debiendo ser, por lo tanto, clasificada entre las muy rápidas.

El empuje axial [32 d], sería de unos 1800 kgms.

En el artículo antes citado, en el que di á conocer el principio de la derivada del ángulo, decía que su análisis arrojaba mucha luz sobre el complicado problema á que se refería, y que su aplicación conducía á nuevas formas de álabes (5) que si bien después de estudiadas resultaban sumamente racionales, no habían sido ensayadas. Dejando á un lado el aspecto general del álabe, cuya novedad salta á la vista, nos hallamos con dos condiciones ineludibles para todo trazado correcto de turbinas axiales y son la [21] ó su equivalente la [24] por una parte, y por otra la incompatibilidad de las líneas de trabajo de la forma $M = f(z)$, con la ausencia de torbellinos.

La primera de estas dos condiciones no se limita á las formas que hemos adoptado para las funciones ψ y $\frac{d\chi}{dM}$ sino que es general á todas las turbinas axiales á vaso lleno, ya sean puras ó mixtas. La segunda de las condiciones subsiste para toda clase de turbinas sumergidas. Ninguna de ellas ha sido hasta ahora tenida en cuenta para la construcción de las turbinas axiales en sus diversas aplicaciones, y creo que no es aventurado asegurar que tanto en las turbinas Jonval y á reacción limitada en las que el ancho relativo de la corona sea algo considerable, como en las hélices propulsoras y ventiladores helizoidales contruidos en las formas ordinarias, no tan solo se producen importantes torbellinos en el movimiento sobre un plano diametral, sino que también las condiciones de dicho movimiento se separan bastante de las que con arreglo á las antiguas teorías se suponen más ó menos gratuitamente, y que constituyen la base, delez-

(4) Véase mi artículo «Características de velocidad en los distintos sistemas de turbinas» en La Energía Eléctrica de 25 Mayo de 1906.

(5) Por los nuevos procedimientos y formas de álabes á que el principio de la derivada del ángulo da origen, tengo concedida patente de invención.

nable y movediza, de los posteriores estudios y trazados. Una vez fijadas las líneas que limitan la sección de la turbina (en el caso estudiado rectas paralelas al eje), la dirección y magnitud relativa de la velocidad en cada punto de la sección diametral queda perfectamente determinada por la condición de la ausencia de torbellinos sin la cual no se concibe una turbina perfecta, y no son en ningún modo arbitrarios. En el caso particular que hemos visto, la condición $a =$ constante coincide con la hipótesis hecha ordinariamente de un modo arbitrario para el estudio de esta clase de turbinas, á pesar de lo cual la forma de la superficie de los álabes resulta completamente distinta. Pero este es un caso especialísimo, pues en las turbinas mixtas, sobre todo en las de gran velocidad, las condiciones del movimiento en el plano diametral, tal como se suponen aun arbitrariamente por tratadistas muy modernos y las exigidas por las leyes de la hidrodinámica para que dicho movimiento sea irrotacional difieren enormemente, afectando dichas diferencias de un modo profundo á la forma de los álabes.

Determinada la superficie del álabe, se puede proceder á su construcción por cualquiera de los medios ordinarios conocidos cuya descripción omitimos por separarse del carácter de este artículo. Haremos notar solamente que el procedimiento permite, una vez obtenido el trazado de una turbina, modificar, sin perjuicio de la perfección del mismo, la capacidad de la turbina entre ciertos límites y sin recurrir á nuevos estudios; poniendo al constructor en condiciones de suministrar turbinas de la capacidad estrictamente necesaria con beneficio de los rendimientos, y no con la grosera aproximación que resulta del empleo de las series comerciales.

Aunque lo expuesto basta á dar idea del alcance y modo de empleo del principio de la derivada del ángulo, su aplicación á los tipos radial y mixto y á las hélices, ofrece algunos detalles interesantes que me propongo reseñar cuando disponga de ocasión oportuna.

Santander Agosto 1906.

FRANCISCO MIRAPEIX.

Los progresos de las industrias electro-químicas

(Continuación) (*)

Productos amoniacales.—Hemos visto la utilización del nitrógeno atmosférico bajo forma de compuestos oxigenados ó *cianados*; se ha propuesto igualmente fijarlo bajo la forma de amoniaco y productos amoniacales.

Los diversos métodos que se han patentado parecen de un interés inmediato muy mediano, puesto que el amoniaco constituye un subproducto abundante de todos los procedimientos de destilación ó combustión lenta de las materias orgánicas: hulla, madera, turba, etc. El frecuente empleo de los hornos de cok de recuperación, la difusión cada vez más grande de las grandes instalaciones de gasógenos para fuerza motriz (Mond, Duff, etc.), entregan al mercado cantidades considerables de sales amoniacales, y las cotizaciones experimentan una disminución ó baja, signo de plétora.

Inglaterra sola ha producido 260.000 toneladas de sulfato de amoniaco mientras que no consume más que 7000, y el excedente se vierte á los mercados extranjeros que invade.

En estas condiciones, la síntesis del amoniaco partiendo del aire aparece como poco interesante, á reserva de las aplicaciones nuevas que se podrían encontrar en la industria química orgánica. Es pues principalmente á título de información y por su sencillez, por lo que hemos citado el procedimiento Kaiser, que consiste esencialmente en fijar el nitrógeno atmosférico sobre el hidruro de calcio calentado eléctricamente; así se forma amoniaco por una parte y nitruro de calcio por otra, el cual es susceptible de restituir á su vez el amoniaco, cuando se calienta en presencia del hidrógeno; esta última reacción regenera el hidruro de calcio y permite empezar de nuevo el mismo ciclo de operaciones.

Sodio y Calcio.—La fabricación de estos metales por la electro-

(*) Véase el número de Agosto último.

lisis ignea es hoy un hecho. Estos dos metales creemos pueden ser suministrados industrialmente en Francia por la *Société d'Electrochimie* y en Alemania por la *Elektrochemische Werke G. m. b. H.* de Bitterfeld; esta última principalmente, aplica de un modo corriente el procedimiento Rathenau para la electrolisis del cloruro de calcio fundido.

Sin embargo las producciones permanecen insignificantes, esto sobre todo porque aún faltan empleos prácticos de estos metales. Su cualidad principal es la de ser antes que todo, seductores enérgicos, es decir, cuerpos esencialmente ávidos de oxígeno. Esta propiedad les designa para las aplicaciones en química orgánica y en metalurgia. No obstante el consumo en estas aplicaciones es aún despreciable, aun cuando hemos indicado el uso, que empezará á extenderse en las fundiciones americanas, de ferro-sodio y de ferro-calcio para purificar los baños antes de la colada.

El calcio, más manejable que el sodio, y por otra parte menos violento en sus reacciones, nos parece especialmente á propósito para lograr un porvenir en este género de aplicaciones; este metal, tal como se le encuentra actualmente en el comercio, en forma de pequeñas barritas de una riqueza de 96 á 98 por 100 de calcio puro; su densidad es de 1.5446, es decir, que es casi dos veces más ligero que el aluminio, cuya densidad es aproximadamente de 2,7.

Su dureza es superior á la del sodio, del plomo ó del estaño, comparable á la del aluminio, pero ligeramente á la del zinc y del magnesio; su resistencia de ruptura á la tracción es de 0.610 kilogramos mm.²; en fin, aún cuando se empuñe en el aire, puede conservarse sin temor de oxidación, al contrario del sodio. La propiedad química más curiosa del calcio es de ser muy ávido no solo de oxígeno, sino que también de nitrógeno. Esta preciosa facultad puede ser diversamente aplicada en la práctica; por ejemplo para la creación de un vacío químico perfecto en las lámparas de incandescencia ó los globos para los rayos X, ó también en la purificación completa de los gases que se producen en un baño de fundición ó de acero en fusión. Recientemente se ha reconocido la influencia perjudicial que ejerce la presencia del nitrógeno en las constantes mecánicas de los hierros y aceros; del mismo modo, la propiedad que posee el calcio de eliminar

este gas, no consiguiéndolo de un modo semejante más que el titano es de las más interesantes.

Considerando la abundancia del calcio en la naturaleza, que permite obtener este metal á buen precio y por otra parte, sus diversas propiedades físicas y químicas, no hay duda de que se llegará dentro de poco á crear para este metal un real porvenir industrial.

ELECTROSIDERURGIA

Llegamos ahora á esta cuestión capital de la Electrosiderurgia, en la cual los progresos han sido más considerables. Dividiremos el estudio de la electrometalurgia del hierro y productos conexos en tres grandes clases, respondiendo bien á la división que se puede observar en las investigaciones prácticas sobre este asunto:

A. Reducción eléctrica de los minerales de hierro, ó dicho de otro modo, producción de la fundición por la sustitución del alto horno eléctrico.

B. Producción del acero eléctrico. Precisamente es en este camino donde los desarrollos han sido los más notables.

C. Producción de aleaciones férreas y metales raros empleados hoy en una vasta escala, tanto á consecuencia de las aplicaciones crecientes de los aceros especiales, como por el consumo inesperado descubierto para estos productos en el alumbrado por incandescencia eléctrica y por el gas.

Estudiemos nuestro asunto en este orden.

A.—TRATAMIENTO DE LOS MINERALES DE HIERRO.—Hemos ya señalado precedentemente, el poco éxito que podía encontrar la fundición eléctrica mientras exista hulla y mineral á relativa proximidad el uno de la otra, como sucede principalmente en Europa. Por otra parte, vislumbrábamos la hipótesis del agotamiento de los minerales ricos actuales y de la necesidad de utilizar dentro de poco los minerales pobres ó en granos abandonados actualmente.

Los dictámenes oficiales han venido á fortificar esta opinión: estos son los del profesor Törneböhm sobre las reservas mundiales del mineral de hierro y su agotamiento eventual, y el de M. M. Hanneel y Harbord sobre el estado actual de la electro-siderurgia en Europa.

La Escandinavia posee yacimientos de minerales de hierro extremadamente puros y muy ricos: es por esto, que los hierros llamados de Suecia, obtenidos con estos minerales y empleados para la fabricación de las calidades superiores de los aceros al crisol, tienen una reputación universal. El gobierno sueco, deseoso de darse cuenta de la influencia que podrían ejercer las reservas de magnetitas suecas sobre el porvenir de la Siderurgia europea, había encargado al profesor Törneböhm que se dedicase a una información sobre las cantidades de buenos minerales de hierro reconocidas y sobre la duración probable de su explotación. El dictámen inserto en el *Tekniske Tidsskrift* de Septiembre de 1905, es particularmente interesante y las conclusiones bien claras: aparte del yacimiento ferrífero aún nuevo que se reparte la Francia y el Luxemburgo, todas las reservas europeas son más ó menos gastadas y se puede estimar en 10.000 millones de toneladas la masa aún disponible, lo cual significa que al tipo actual de explotación, los minerales ricos serían agotados antes de fin del siglo.

Por el estado presente el pequeño cuadro siguiente da una idea muy clara sobre la situación actual de la industria del hierro en el mundo, en millones de toneladas:

PAISES	Reserva de mineral	Producción	Consumo	Exportación
Estados Unidos . . .	1,100	35	35	»
Inglaterra	1,000	14	20	»
Alem. ^a , Luxemburgo . .	2,200	21	24	2
España	500	8	1	7
Rusia	1,500	4	6	2
Francia	1,500	6	8	»
Suecia	1,000	4	1	3
Otros países	1,200	8	5	2
TOTALES	10,000	100	100	16

Será pues preciso llegar á la concentración de los minerales pobres y á la utilización de los minerales pulverulentos ó en granos abandonados actualmente; es en este sentido sobre todo, imposible para el alto horno, donde el horno eléctrico podrá ensayarse con se-

guridad realizando la aglomeración de los minerales en polvos naturales ó concentrados proviniendo del enriquecimiento de los minerales pobres, aglomeración que actualmente se efectúa de un modo muy poco satisfactorio en forma de panes.

El dictamen de M. M. Hanneel y Harbord tiene igualmente por origen una preocupación económica. El gobierno del Canadá busca el modo de desarrollar en su país una siderurgia nacional por todos medios en poder suyo. Por esto carga de un derecho de importación elevado (13,75 fr. por tonelada) la fundición extranjera mientras que concede una prima de valor ligeramente superior á la fundición indígena. País pobre de hulla, bastante rico en minerales de hierro y, particularmente, en minerales pulverulentos, poseyendo importantes riquezas hidráulicas, el Canadá, por el efecto de todas estas circunstancias reunidas, se encuentra convertido en un campo de experiencias especialmente indicado para la producción de la fundición eléctrica. Esto es lo que comprendió el gobierno del Canadá quien, delante del vasto movimiento de la electro-siderurgia europea, encargó en el año 1904 M. Hanneel, Superintendente de minas, una misión de estudios cerca de las principales fábricas que se entregan á investigaciones de este género: la Praz, Livet en Francia, Gysinge en Suecia, Turin, etc.

El dictamen de esta información extremadamente documentada, es una obra preciosa para los electro-metalurgistas, y entre otras conclusiones interesantes, afirma por una parte que es perfectamente posible obtener en el horno eléctrico las diferentes calidades de fundiciones para afino y de moldeado usuales, lo cual después de todo no presentaba ninguna objeción técnica, y, por otra parte que el horno eléctrico no puede concurrir con el alto horno más que en el caso en que la energía eléctrica es muy barata por un lado y si el combustible es muy caro por el otro. Copiamos textualmente:

“En las condiciones actuales, en donde los altos hornos constituyen una industria establecida, el procedimiento eléctrico no puede sostener la competencia; pero en casos especiales, cuando se dispone de una fuerza motriz hidráulica anchamente suficiente, y no es fácil obtener cok del alto horno, el procedimiento eléctrico puede dar buenos resultados bajo el punto de vista comercial.”

El dictamen cita hasta cifras; estima que hay igualdad en el pre-

cio resultante de la fundición cuando, por una parte, la energía resulta á 50 fr. el caballo—año—lo que es barato—y por otra, cuando el cok cuesta 35 fr. la tonelada—lo cual es caro. He aquí pues esta vez sólidamente apoyada una opinión que guiaba el simple buen sentido; es decir, que, el alto horno moderno siendo un aparato térmico de excelente rendimiento, comparable al del horno eléctrico, la energía térmica obtenida partiendo del cok costará incontestablemente más barata en las regiones civilizadas que partiendo de la energía eléctrica, cuyos solos gastos financieros del capital inmovilizado en las vastas instalaciones hidráulicas, mecánicas y eléctricas necesarias gravan mucho el precio resultante.

No hay que olvidar en efecto que el alto horno actual es un instrumento eminentemente perfeccionado. Desde su creación que se puede hacer remontar á 1618, cuando, si hay que creer los autores del otro lado de la Mancha, un inglés, Dudley, realizó por primera vez la fundición de los minerales de hierro en hornos de cuba, ha visto realizar sucesivamente importantes mejoras: la máquina de vapor de Watt en 1770 que hizo posible la máquina soplante, la calefacción del aire, realizada en 1828 por Neilson, el aumento de capacidad, la utilización del gas de tragante, muy recientemente la desecación del aire por congelación, etc., son tantas otras causas que han reducido el consumo del cok.

El horno eléctrico, al contrario, no puede presentar una evolución comparable. Desde el primer intento se ha creado un aparato térmico cuyo rendimiento es muy elevado, instrumento maravilloso de precisión y de sencillez. Por desgracia, consume una forma de energía cuyo coste es elevado; en una palabra, todo se reduce á una simple cuestión de dinero.

Por lo demás, uno puede darse cuenta perfectamente, considerando que actualmente la producción de una tonelada de fundición eléctrica por 24 horas, exige una potencia instalada de 30 Kw. á lo menos. Un alto horno moderno, capaz para producir de 300 á 350 toneladas por 24 horas, cuesta con sus accesorios menos de 5 millones de francos. Dejamos al lector hacer el cálculo de lo que costaría la instalación hidráulica y el material electrotécnico para una potencia de 30.000 Kw. necesaria para obtener la misma producción en el horno eléctrico.

La cuestión de la fundición eléctrica nos parece pues definitivamente juzgada y cuando tendremos que anotar en lo sucesivo un desarrollo económico del procedimiento eléctrico, esto será siempre en una región en donde la siderurgia no existe ó existe poco, en donde la hulla es rara, las fuerzas hidráulicas abundantes, y en donde el mineral á tratar será lo más amenudo inutilizable por el alto horno: pulverulento, arsenical, titanífero ó demasiado fosforoso.

Este campo, aunque limitado, es aún suficientemente vasto para seducir electro-metalurgistas de gran valía, tales como MM. Héroult, Keller, Harmet, quienes con una perseverancia digna del mayor elogio persiguen la solución del problema. M. Héroult que creó el acero eléctrico, como había creado el aluminio industrial, estudia el problema de la fundición eléctrica en Sault Sainte-Marie (Canadá), uno de los puntos en donde este problema es soluble, como lo hemos hecho notar antes. Los resultados de sus ensayos aún pendientes, son esperados con interés por todos los metalurgistas, cuya atención ha sido llamada por un telegrama favorable de M. Hanneel á fin de febrero último.

M. Keller, en las fábricas de la Sociedad Keller y Leleux en Livet (Isère), ha montado un horno que ha funcionado con éxito delante de la Comisión del Canadá, y cuyos resultados han servido de base para el dictamen; se ha instalado ó se ha terminado la instalación de otro horno de 1500 Kw. que será capaz para producir 20 toneladas de fundición por 24 horas.

Aparte de estas investigaciones, no hay que anotar otras nuevas tentativas. La aglomeración ó escorificación eléctrica de los minerales ó productos feríferos en polvo que presenta, como lo dijimos más arriba, un interés práctico muy grande, está abandonada. El procedimiento Ruthenburg que se nos presentaba seductor, parece haber fracasado; si no está totalmente abandonado, á lo menos está suspendido por lo que se refiere á los ensayos. Por el contrario, hay lugar á señalar el aparato Galbraith-Stewart que se ha propuesto para el mismo objeto; este aparato que se ha propuesto experimentar en las arenas de la Nueva Zelandia, está esencialmente constituido por una serie de barras de grafito llevadas á la incandescencia, á través de las cuales el mineral pasa y se escorifica. Este aparato es demasiado nuevo para que se pueda formar juicio alguno sobre el mismo.

(Continuará).

B. EL ACERO ELÉCTRICO.—Aquí las conclusiones serán diferentes. Como lo augurábamos en nuestro estudio precedente, el horno eléctrico ha producido una verdadera revolución en los métodos de fabricación del acero.

Estábamos en efecto acostumbrados hasta aquí á ver sobre todo en el horno eléctrico un productor de energía térmica, cuyo alto mérito se afirma por un rendimiento elevado y una comodidad de reglaje que no tiene semejante; bajo esta forma acabamos de verle luchar con el alto horno. Pues, en el caso de los aceros, no es así como se le debe considerar: el horno de acero eléctrico no sirve sólo para reemplazar la hulla negra por la hulla blanca, sino que sirve también para obtener resultados que sin él no se podrían alcanzar; es, en una palabra, un nuevo instrumento de producción, y esta revelación inesperada abre un brillante porvenir á la electrotérmia, colocando el horno eléctrico en primera línea de los aparatos para la fabricación futura del acero.

Algunas palabras de explicación harán comprender toda la importancia de esta evolución. El acero, este rey de nuestra época moderna, puede obtenerse, como todos saben, ya sea por la descarbonización de la fundición, ya sea por la recarburación del hierro. Cuando nos contentamos con el acero ordinario, se emplea el procedimiento Bessemer, que produce rápida y económicamente enormes cantidades de metal. Desgraciadamente este metal es insuficientemente purificado; hoy ya no nos contentamos con él y la voga del convertidor está en su decadencia. El horno Siemens-Martin, sobre cuya solera se hace la purificación según diverso número de variantes, se emplea cada vez más. El acero sobre solera así obtenido, es más costoso, pero se puede llevar la purificación mucho más lejos que con el Bessemer y obtener de este modo, á voluntad, hasta los aceros semi-finos y aceros especiales empleados para la marina, la artillería, el automóvil, etc.

Sin embargo, cuando se quieren obtener calidades de acero aún superiores, el mismo Martin no es suficiente: es preciso recurrir al segundo método, el de la recarburación del hierro puro. Este hierro recarburado, cementado para emplear el término corriente, enseguida se funde en crisoles; estos son los "aceros al crisol" que representan las mejores calidades de acero y también las más caras, por causa de

las múltiples operaciones que ha sido preciso hacer sufrir á la materia antes de obtenerlos.

Pues bien, estos aceros superiores que la metalurgia ordinaria fabrica tan penosamente, el horno eléctrico los obtiene muy fácilmente y, en poco tiempo se habrá asegurado el monopolio de los aceros finos, absolutamente como se ha asegurado ya de los ferro-silicios ricos, de los ferro-cromos y de las aleaciones de hierro en general.

Se concibe, en efecto, que la elevadísima temperatura del horno acelera las reacciones, produce un metal más fluido para las operaciones, y que, por otra parte, la atmósfera neutra - las operaciones en el horno eléctrico pueden asimilarse á las de un crisol cerrado — permite llevar el refinado al punto que se desea, hasta la completa eliminación de los elementos perjudiciales. Se habrán pues suprimido todas las operaciones accesorias: cementación, fusión al crisol, y finalmente, á cantidades iguales, el acero eléctrico será más barato que el acero fundido.

Tal es el caso, en efecto, y no solamente este es combatido por aquel en el terreno económico, sino que además se observa que, para una misma composición química y una misma resistencia mecánica, los aceros eléctricos tienen un alargamiento y una resistencia al choque superiores á los de los aceros usuales correspondientes; esta preciosa cualidad es debida evidentemente á la atmósfera neutra precipitada que pone el metal al abrigo del oxígeno y del nitrógeno de los cuales más arriba hemos mencionado los efectos perniciosos.

Era natural, delante de estos resultados notables, pensar en mejorar por medio de un paso por el horno eléctrico, la calidad de los productos que salen del Bessemer ó del Martín, y aquí precisamente empieza la revolución de la cual hemos hablado en un principio.

Los resultados, en efecto, han sido satisfactorios, y desde hoy puede asegurarse un mejoramiento general de la calidad de los aceros, gracias á la posibilidad de llevar económicamente la purificación en el horno eléctrico más lejos que por los medios actuales. Prácticamente, esto tendrá por efecto poner al alcance de numerosas industrias calidades de acero superiores á los que debían adoptar hasta ahora por razón de la economía y se imaginan fácilmente las vastas consecuencias de este acontecimiento en la construcción mecánica y metálica.

NOTICIAS

EL PESO DE LAS MUCHEDUMBRES.—Durante muchos años para la evaluación del peso de una muchedumbre en el cálculo de un puente de un piso se ha tomado como máximo una carga uniformemente repartida de 400 ks. por metro cuadrado y este mismo valor es el que figura en el Reglamento vigente para cálculo de puentes de carretera, admitiéndose en puentes de gran luz y distantes de poblado unos 300 ks. solamente. Pero experimentos llevados á cabo últimamente, han demostrado que cuando la muchedumbre es muy apiñada la carga equivalente es mucho mayor que la indicada. En un reciente número del Engineering se refieren algunos de estos experimentos que vamos á transcribir brevemente. Mr. Stoney colocó 58 obreros cuyo peso medio era de 145 libras en un espacio de 57 pies cuadrados, lo cual equivale á 147'4 libras por pie cuadrado ó sea 720 kgs. por m.². De una manera análoga el Profesor Mr. L. Johnson de la Universidad de Haward, acumuló 67 hombres de un peso medio de 151'5 libras en un espacio de 64 pies, lo cual da 156'9 libras por m.².

Cuando se publicaron estos resultados en 1904, dieron lugar á muchos comentarios y decidieron al profesor Johnson á hacer nuevos ensayos, que confirmaron los resultados ya obtenidos antes. Para ello preparó una jaula de madera con una base de 6 X 6 pies y la colocó sobre un piso, arriostrando al mismo tiempo las paredes contra las de la habitación y en la parte superior de la caja montó un aparato fotográfico para reproducir los hombres situados dentro, obligándoles á mirar hacia arriba para dar fe de su presencia y obtener así el peso exacto. Una de las experiencias estaba destinada á hacer constar que la carga de 40 libras por pie (200 kgs. por m.²) que se toma generalmente como tipo para techos de edificios públicos, era excedida fácilmente. Las experiencias se hicieron con número variable de hombres y en cada caso la fotografía permitía formar idea de su mayor ó menor acumulación. Distribuyendo los hombres de cualquier manera, en el caso máximo se obtuvo una carga de 750 kgs. por m.², y aunque en realidad los hombres estaban muy apretados, no hay duda de que más lo están en el caso de una multitud en movimiento que entra ó sale de un teatro, iglesia, etc., cuando los que van detrás empujan á los de delante contra la puerta. En este caso, la circunstancia de estar todos los hombres en una misma dirección, hace aumentar la carga y una experiencia hecha en estas condiciones, llegó á dar 890 kgs. por m.². En realidad esta carga se obtiene pocas veces, pero no hay duda que es conveniente tenerla en cuenta en sitios donde ocurran aglomeraciones á diario como en las entradas de teatros, tribunas públicas y andenes de estación de ferrocarril.

En conclusión, el Profesor Johnson deduce que puede admitirse una carga de 700 kgs. por m.² en sitios donde hay frecuentes aglomeraciones y 400 kgs. en edificios públicos y casas particulares donde hay reuniones numerosas.

DETERMINACIÓN DEL CALENTAMIENTO DE UN CONDUCTOR ELÉCTRICO POR SU VARIACIÓN DE RESISTENCIA ELÉCTRICA.—Si un conductor presenta á la temperatura θ_1 una resistencia R_1 y se calienta de θ grados, su resistencia R_2 , á la temperatura $\theta_1 + \theta$ será dada por la fórmula:

$$R_2 = R_1 (1 + \alpha \theta) \quad [1]$$

α es un coeficiente que varía con la temperatura inicial θ_1 y que M. A. E. Kemelly ha establecido para el cobre, para temperaturas iniciales comprendidas entre 0°C y 50°C . A continuación reproducimos el cuadro que da estos valores de α .

θ_1	α	θ_1	α
0	0,004200	26	0,003786
1	0,004181	27	0,003772
2	0,004165	28	0,003758
3	0,004148	29	0,003744
4	0,004131	30	0,003730
5	0,004114	31	0,003716
6	0,004097	32	0,003702
7	0,004080	33	0,003689
8	0,004063	34	0,003675
9	0,004047	35	0,003662
10	0,004031	36	0,003648
11	0,004015	37	0,003635
12	0,003999	38	0,003622
13	0,003983	39	0,003609
14	0,003967	40	0,003596
15	0,003951	41	0,003583
16	0,003936	42	0,003570
17	0,003920	43	0,003557
18	0,003905	44	0,003545
19	0,003890	45	0,003532
20	0,003875	46	0,003520
21	0,003860	47	0,003508
22	0,003845	48	0,003495
23	0,003830	49	0,003483
24	0,003815	50	0,003471
25	0,003801		

Esta forma especial presenta un interés muy particular para la determinación del calentamiento de un conductor de cobre atravesado por una corriente eléctrica.

Supongamos, por ejemplo, que la resistencia de este conductor sea de 0,23 ohm. á la temperatura inicial θ_1 de 25°C , y que después del paso de la corriente sea igual á 0,271 ohm.

La fórmula (1) da:

$$\theta = \frac{\frac{R_2}{R_1} - 1}{\alpha} \quad (2)$$

Llevando á la fórmula (2) los valores indicados, se tiene:

$$\frac{R_2}{R_1} = 1,1783 : \frac{R_2}{R_1} - 1 = 0,1783,$$

y dividiendo 0,1783 por el valor de α correspondiente á la temperatura inicial de 25° C ($\alpha = 0,003801$), se saca:

$$\theta = \frac{0,1783}{0,003801} = 46,9 \text{ grados centígrados.}$$

LAS ESCUELAS TÉCNICAS AMERICANAS.—En la memoria anual de la "Glasgow and West of Scotland Technical College" se citan algunos datos interesantes sobre la visita hecha á varias Escuelas técnicas de los E. U. por dos profesores de la primera. Las instituciones visitadas fueron las Universidades de Purdue, Illinois, Pennsylvania, Chicago, Columbia, Cornell, Yale, Haward, McGill y gran número de otras escuelas relacionadas con el desarrollo de los conocimientos tecnológicos. En la memoria se hacen notar de una manera vigorosa las diferentes condiciones que tienen estos centros comparados con los del otro lado del Atlántico. El desarrollo de las escuelas de ingenieros ha sido grande; en Cornell se cuentan 1.300 alumnos de ingeniería, en Purdue unos 1.000 y en muchos otros sitios el número de alumnos oscila entre 500 y 1.000. La superioridad de estas escuelas sobre las de Inglaterra obedece, según los autores de la memoria, á dos causas. La primera consiste en los medios económicos inmensos de que disponen las escuelas y la otra á la cooperación de los industriales. Los grandes recursos permiten disponer para el personal no sólo de algunos hombres eminentes sino que se les rodea además de un verdadero estado mayor de auxiliares que cuidan de la eficacia de la enseñanza. No se vacila en aumentar los sueldos si se cree obtener así mejores resultados y los numerosos auxiliares que tienen los profesores principales les permiten dedicarse á trabajos particulares lo cual se considera como un mérito para el profesor y le da ocasión de estar en contacto con los industriales.

La cooperación de éstos se hace de varias maneras. Por ejemplo, por medio de la cooperación de parte de las compañías de ferrocarriles, la Universidad de Purdue ha podido hacer experimentos sobre locomotoras, tanto en el laboratorio como sobre la vía. Asimismo las Delaware, Lakawauna y Western Railroads permiten á los alumnos de la Universidad de Cornell la conducción de locomotoras y otras pruebas en marcha. Muchas casas constructoras importantes admiten á los alumnos para que hagan prácticas durante las vacaciones, lo cual tiene, además, la ventaja de ponerlos en relaciones con sus futuros jefes, siendo tan solicitados los alumnos, que á veces es difícil retenerles en las Escuelas hasta la terminación de su carrera. Así en la McGill University salieron este año 53 ingenieros, para los cuales se ofrecieron 570 plazas.

BIBLIOGRAFÍA

MANUAL DEL QUÍMICO Y DEL INDUSTRIAL.—Colección de tablas, datos físicos y químicos y procesos de análisis técnicos por el *Dr. Luigi Gabba*, profesor de Química tecnológica en el R. Ins. Técnico superior y en la R. Escuela superior de Agricultura de Milán, traducido de la tercera edición italiana por D. Francisco Novellas, Licenciado en Ciencias físicas y matemáticas y Perito Químico.—Barcelona, Librería de Domingo Ribó, Calle de Pelayo 46.—Un vol. en 8.º de más de 500 páginas.—Precio en rústica: 9 pesetas.

Escasos como estamos en España de libros que traten de esta materia, la publicación de este interesante Manual de un valor eminentemente práctico, al paso que viene á llenar un vacío sentido, está destinado á prestar un valiosísimo servicio lo mismo á los técnicos, para quienes constituye un excelente prontuario, que á los industriales y fabricantes de productos químicos y á todos aquellos que directa é indirectamente se ocupan de las industrias químicas en general, para quienes es una fuente de estudio y un manantial de datos de grandísima utilidad y frecuente aplicación.

Está dividido en cuatro capítulos: en el primero expone los sistemas monetarios, las pesas y medidas de diversos países, conteniendo gran número de tablas para su conversión en el sistema métrico decimal. En el capítulo segundo presenta gran número de tablas y datos físicos relativos al calor, á la barometría, higrómetros, densimetría, depresión, difusión, óptica y electricidad, conteniendo diversidad de tablas de pesos específicos de álcalis, ácidos, sales y compuestos varios. El capítulo tercero contiene todos aquellos datos químicos de uso constante para las aplicaciones y especialmente para los análisis. Finalmente, el último capítulo consagrado á la química aplicada se ocupa del examen de las aguas, del ensayo de aleaciones, de los ensayos de la composición y ensayos concernientes á la industria química, de los vidrios morteros y cementos, materias combustibles é iluminantes, materias grasas, aceites, resinas, barnices, jabones, fibras, tierras, abonos, materias colorantes, almidón, azúcar, tanino, cuerpos explosivos, orinas, etc.

En una palabra, contiene todo lo que el químico y el industrial químico pueden necesitar, siendo de agradecer sinceramente el trabajo del Sr. Novellas, por la traducción de este libro, que recomendamos á nuestros lectores en general y especialmente á los químicos analíticos y técnicos, directores de fábricas, fabricantes de productos químicos, alumnos de las clases de química, etc.

PROBLEMAS DE ELECTRICIDAD.—Colección graduada extensiva á todas las ramas de la ciencia eléctrica, por el *Dr. Roberto Weber*, profesor de Física en la facultad de ciencias de Neuchatel, traducida por el Dr. Eduardo Fontseré, profesor de la Facultad de Ciencias de Barcelona.—Barcelona, Gustavo Gili, editor, calle de la Universidad, 45.

—Un tomo en 8.º, de más de 400 páginas.—Precio: en rústica 7 pesetas y 8 encuadernado en tela inglesa.

El grandísimo desarrollo de las aplicaciones de la electricidad han atraído al estudio de esta rama de la Física á una legión de montadores y de operarios inteligentes, á quienes no ha sido dable disfrutar de las circunstancias indispensables para el conocimiento de las teorías superiores de la Ciencia, pero que necesitan hallar resueltos, en forma categórica, los problemas ó las dificultades que la práctica puede presentarles.

Este medio viene á ofrecerlo este interesante libro del Dr. Weber, fielmente traducido por el Dr. Eduardo Fontseré, cuyas obras originales son tan apreciadas del público inteligente. Los Problemas de Electricidad del Profesor Weber servirán, más que otro libro alguno, para dar resuelta en el acto, por medio de excelentes modelos de cálculo, cualquier dificultad teórica que en las múltiples aplicaciones de la Electricidad puedan presentarse al montador ó al telegrafista, y constituyen por sí solos, un tratado completo de Electricidad explicada por medio de ejercicios prácticos, desde la definición de las unidades eléctricas, hasta las más complicadas cuestiones de las instalaciones industriales.

Bástenos decir, en elogio de la obra, que se han publicado de la misma, ediciones en alemán, en francés y en inglés, alguna de ellas varias veces agotada, y que está actualmente en prensa una versión italiana. Por esto es de esperar que esta edición española tendrá una buena acogida, tanto por los electricistas, como por los profesores, por los ingenieros y por los empleados del Cuerpo de Telégrafos, pues para todos ha de servirles de un auxiliar valiosísimo.

TRAITÉ DE MANIPULATIONS ET DE MESURES ÉLECTRIQUES ET MAGNÉTIQUES INDUSTRIELLES, pour *H. Pécheux*, professeur à l'Ecole d'Arts et Metiers d'Aix.—Paris, Librairie J-B. Baillière et Fils, 19 rue d'Hautefeuille.—1 vol. in-16 de 536 pages avec 189 figures.—Prix cartonné: 6 fr.

El autor en este tratado expone los métodos actualmente empleados en los laboratorios para obtener las cantidades eléctricas y magnéticas usuales; ha añadido la medida de las temperaturas industriales, la de las cantidades de calor desprendidas por las corrientes y la de la intensidad luminosa de las lámparas eléctricas.

La obra empieza por el enunciado rápido de las leyes que rigen los fenómenos eléctricos, la definición de las magnitudes eléctricas, caloríficas y luminosas, con la exposición de las unidades que sirven para expresarlas. Viene enseguida la descripción de las unidades prácticas empleadas (*patrones de medida*): patrones de resistencia, de fuerza electromotriz, de intensidad, de cantidad, de capacidad, de intensidad luminosa, de calorías y de temperatura.

La parte más importante de la obra está consagrada á los aparatos y métodos de medida: el autor ha escogido los métodos más prácticos, los que se pueden seguir con un número limitado de aparatos y

suponiendo un laboratorio reducido á lo más estrictamente necesario, como es el caso de los laboratorios industriales. Los aparatos más conocidos han sido estudiados lo más completamente posible á fin de permitir al electricista saber lo que de ellos puede esperar y la manera de utilizarlos.

Ningún método ha sido expuesto que no sea seguido de una aplicación inmediata; el autor ha insistido en la utilización de los aparatos, las precauciones á tomar para hacer una lectura precisa y la aproximación en que es preciso contar, por los resultados obtenidos por una manipulación de medidas eléctricas ó magnéticas.

Este tratado no presenta más que métodos experimentados, habiendo dado buenos resultados y de fácil aplicación, por lo cual está destinado á ser de suma utilidad á los encargados de laboratorios y á todos los que deben hacer medidas eléctricas.

LE SALPÊTRE ET LES AZOTATES, par H. Pécheux, professeur à l'École Nationale d'Arts et Métiers d'Aix.— Paris, Librairie J. B. Baillière et Fils, Editeurs.— 19 rue d'Hautefeuille.— 1 vol. in-16 de 96 pages avec 19 figures.— Prix cartonné: 1 fr. 50.

El salitre es un producto químico de un empleo muy especial en la Industria y la Agricultura, en la una para la fabricación de las pólvoras y fuegos artificiales y en la otra para la preparación de los abonos químicos.

La primera materia para su preparación es el nitro de Chile cuya extracción y modos de empleo describe el autor: este nitrato, el más abundante en el mercado del mundo, es más importante que el salitre, pues á más de su aplicación para la fabricación del salitre, sirve para preparar los abonos y los fuegos artificiales: estos dos nitratos son pues inseparables en la historia de los explosivos y de sus primeras materias.

Los explosivos en gran número que utilizan las armas de guerra y los trabajos de la ingeniería y de la marina, así como la pirotécnia se han descrito después de los salitres fundamentales. El autor ha dado la composición de cada una de las principales pólvoras actualmente en uso, é indica su modo de preparación industrial.

Los fosfatos (naturales ó artificiales) que se preparan para las necesidades de la agricultura, los abonos químicos (naturales ó artificiales, animales, vegetales, minerales, mixtos) vienen descritos á continuación, bajo el punto de vista de su composición química y de su fabricación.

Este pequeño é interesante volúmen de la *Enciclopedia tecnológica y comercial* se termina por la extracción del fósforo-ambar, el estudio de sus propiedades y de sus aplicaciones para la preparación del fósforo rojo y de las cerillas químicas.

MANUAL PRÁCTICO DE CORRESPONDENCIA ALEMANA, por J. B. Melzi, Director de la Escuela de lenguas modernas en Paris.—Madrid, P.

Orrier, Editor, Plaza de la Lealtad 2.— Un tomo de 240 páginas, 1,50 pesetas en rústica y 2 pesetas en tela.

La casa editorial de P. Orrier acaba de publicar en la colección de los Manuales de Correspondencia de Melzi, un Manual práctico de Correspondencia Alemana, que será de gran utilidad, tanto para los que aprenden este idioma, como para los comerciantes que, sabiéndolo poco, tienen que escribir cartas en alemán.

Todos los asuntos que suelen tener cabida en las cartas, cartas de pésame, de felicitación, cartas familiares, cartas de comercio, circulares, cartas de reclamaciones, encargos, pedidos, etc., están tratados con extensión, y con ligeras modificaciones pueden servir para todos los casos particulares.

Como se han publicado antes los *Manuales de Correspondencia francesa, Correspondencia inglesa y Correspondencia española*, que sirve de clave para los demás, los Manuales prácticos de Correspondencia de Melzi forman una verdadera biblioteca indispensable á los comerciantes y á todos los que por necesidad ó por afición se dedican al estudio de los idiomas.

NOCIONES DE INSTRUCCIÓN CÍVICA.— Rudimentos de Derecho, por *Ciro Bayo*, abogado.—Madrid, P. Orrier, Editor, Plaza de la Lealtad 2.— Un tomo en rústica, 4,50 pesetas; encuadernado en tela, 2 pesetas.

Se acaba de publicar un tomito en extremo interesante y útil. Se titula *Nociones de Instrucción Cívica*, y en él están condensadas las leyes del Código político, que tantos ignoran porque no las aprendieron en la escuela, al revés de lo que se hace en otros países.

Comprende las nociones de Derecho constitucional, definición de la Constitución, organización del gobierno, Poder legislativo, ejecutivo, judicial; nos da á conocer la organización de Diputaciones provinciales y Ayuntamientos, nuestros derechos civiles; en una palabra, nos pone al corriente de *nuestros derechos y de nuestros deberes políticos*.

Es un libro útil y hasta indispensable para todos y sería de desear que tal libro estuviera de texto en todas las escuelas y que se aprendiera de niño lo que de hombre debe saber.

LIBROS RECIBIDOS

TYPES GÉNÉRAUX DE COMPARAISONS MÉTÉOROLOGIQUES, pour 1^{re} Année 1905 (Deuxième semestre) pour *Gustave Eiffel*.—Paris, 1906.—1 vol.

LES OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES DU WEATHER BUREAU DE WASHINGTON, pour *Gustave Eiffel*.—Paris 1906.—1 foll.

THE INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS.—Minutes of proceedings, vols. CLXIV-CLXV.—London 1906.—2 vols.

Charter, Supplemental Charters, by-laws and List of members.—London 1906.—1 vol.

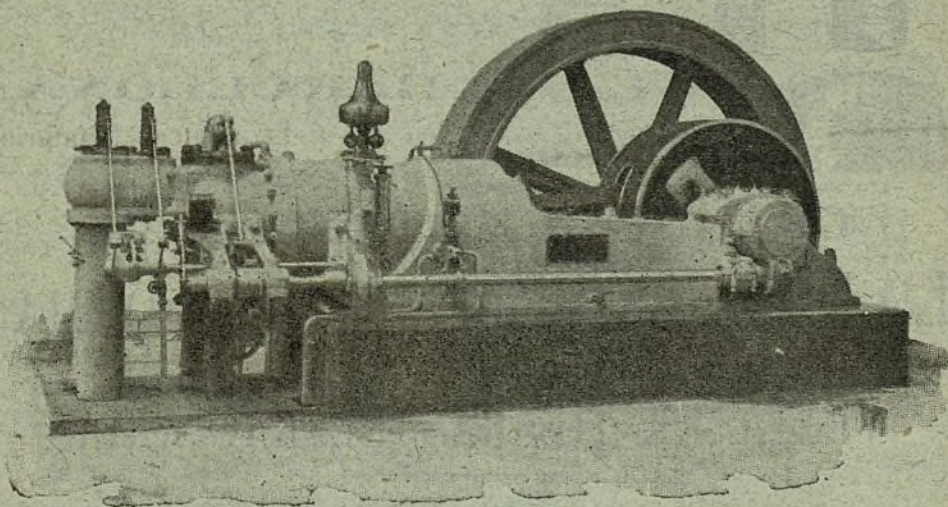
LA MAQUINISTA

TERRESTRE Y MARÍTIMA

BARCELONA

Talleres de Construcción: BARCELONETA

Motores de gas. - Instalaciones de gas pobre. - Gasógenos de aspiración.



MÁQUINAS DE VAPOR fijas, semifijas y portátiles.

GENERADORES DE VAPOR y demás trabajos de calderería.

MOTORES HIDRÁULICOS de todas clases.

MÁQUINAS MARINAS.

LOCOMOTORAS Y MATERIAL FIJO para ferrocarriles.

CONSTRUCCIONES METÁLICAS; puentes, armaduras, mercados públicos.

GRUAS DE MANO, DE VAPOR, hidráulicas y eléctricas.

TRANSMISIONES.

FUNDICIÓN DE HIERRO Y BRONCE.

PROYECTOS INDUSTRIALES.

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

GRAN FABRICA DE OBJETOS REFRACTARIOS Y GRES

FUNDADA EN 1840



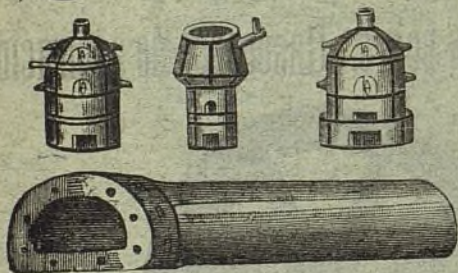
—✂— POR —✂—

CUCURNY

DESPACHO:

BARCELONA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA: Refratarios



GRANDES EXISTENCIAS DE LADRILLOS DE TODAS FORMAS

VENTA DE TIERRAS REFRACTARIAS

Retortas y piezas para hornos á gas, sulfuro de carbono.

Ladrillos y piezas para generadores de gas pobre.

Piezas y ladrillos para Altos Hornos, estufas Caupper para hornos de porcelana, cemento Portland, cal, etc., etc.

Hornos y Muflas para la cocción y decoración de la Mayolica, vidrio, porcelana, etc., etc.

Hornos especiales para fundir toda clase de metales.

Crisoles, Copelas y Muflas, Escorificadores y Calcinadores para análisis de cualquier mineral.

Crisoles de Grafito para fundición de bronce.

Especialidad en Tubería de Gres incorrosible á los ácidos y muy superior á las de hierro y cemento.

Baldosin de Gres para solados de andenes, pesebres, cuadras, etc., etc.

Vasos en gres y porosos para pilas eléctricas.

Recipientes de Gres rectos y cilíndricos para la Galvanoplastia.

Medidas Gres del sistema decimal para la medición y trasiego de ácidos.

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

EXPLOSIONES DE GENERADORES DE VAPOR

POR EL INGENIERO INDUSTRIAL

G. J. DE GUILLÉN-GARCIA

Esta obra premiada con primer premio en el Concurso 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; Calsals, Pino, 5; y Parera.

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 MÁQUINAS

— 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 de gas.
- Turbinas.
- Transmisiones de movimiento y reparación de máquinas.

Proyectos y Presupuestos.

'MECHANICAL WORLD'

The most Progressive and Practical Journal of
**Machine Construction, Mechanical,
Electrical and Motive Power Engineering.**

Fully Illustrated. Annual Subscription 8/8 post free.

Specimen copy free on application to
65, KING STREET, MANCHESTER, ENGLAND.

ZEITSCHRIFT

für das gesamte

TURBINENWESEN

Dampfturbinen, Wasserturbinen, Kreiselpumpen, Kreiselpumpe, mit Einschluss der Gasturbinen, der Turbodynamos und der Turbinenschiffe sowie der Kreisende Dampfmaschinen.

R. OLDENBOURG — München

Se publican 3 veces por mes.

Precio de suscripción anual: 18 marcos

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

Serra y Hernandez, Ingenieros

OFICINA TÉCNICA INTERNACIONAL

Para la obtención de

Patentes de invención y de introducción.
Certificados de adición.—Registro de marcas, dibujos,
modelos, nombres comerciales,
recompensas industriales

Registro legal de transferencias	9	Copias de Patentes en vigor y caducadas
Puesta en práctica de las invenciones	9	Formación y copias de planos
Pago de cuotas anuales	9	Traducciones en todos los idiomas.

Precios sumamente reducidos

EXTRANJERO

Esta casa tiene correspondientes en todos los países y puede, en inmejorables condiciones, encargarse de la obtención de Patentes y Marcas.

Rambla de Canaletas, 5.—Barcelona

SPANISH CHEESE DYEING PATENT

N.º 29187 / 1902

This Patent, perfected and improved by years of Commercial Dyeing, is **FOR SALE**.

It dyes wool yarns on Cheeses, and it is the only Cheese dyeing process which dyes yarn perfectly even and level in color—BECAUSE—the dyeing process compels the dye liquor to go through the cheese from the outside to the inside and from the inside to the outside alternately several times each and every minute that the dyeing process is going on. These alternating passages of the dye liquor through the yarn make the machine different from, and the results of dyeing by this machine infinitely superior to, every other Cheese dyeing machine.

The finest and most tender yarns dyed and worked with the same facility as thick and strong yarns.

The dyeing machine is automatic in operation and occupies little space. The cost of labour is very small, and a large turnout of dyed yarn is made with a plant occupying very little room.

All information and terms of sale given on application to R. Illingworth, Hill Street, Coventry, England.