

# REVISTA TECNOLÓGICO-INDUSTRIAL

PUBLICADA POR LA  
ASOCIACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES

Barcelona, Mayo, 1910

---

## Puesta en movimiento de los laminadores por motor eléctrico

---

(Conferencia dada por D. Ramón Marqués en el local de la Agrupación).

Voy á exponer, ligeramente, los diversos métodos conocidos y empleados para la puesta en movimiento de los laminadores y ver los resultados obtenidos mediante su aplicación.

Conocéis todos vosotros las operaciones que son necesarias para la fabricación del hierro y del acero; sabéis que después de unas operaciones de índole química, se efectúan otras puramente mecánicas, con objeto de purificar el producto; tales son el *estirado* y el *golpeado*.

El golpeado se efectúa en los pilones y el estirado con el laminador; éste sustituye la presión brusca del choque por la compresión lenta, da forma al metal y por el enérgico estirado á que le somete, se obtiene un producto de gran homogeneidad y pureza.

Al inglés Cort, inventor del procedimiento de pudelage, que permitió el empleo de la hulla en la fabricación del hierro, contribuyendo por esto en gran manera al desarrollo industrial de Inglaterra, se debe también la invención de los laminadores en el año 1783, hace cerca de 26 lustros, y si bien en un principio no se les concedió gran importancia, como sucede siempre, y el pobre Cort murió casi en la miseria, bien pronto su invención consiguió substituir los procedimientos de estirado entonces en uso, hasta ser universalmente empleado.

Una clasificación de los laminadores, dará como consecuencia una separación entre los métodos para accionarlos, y si en ocasiones esta

es difícil, en el presente caso podemos hacerla en dos grupos principales, que son:

#### LAMINADORES CONTÍNUOS Y LAMINADORES REVERSIBLES.

En los primeros, una vez iniciado el movimiento, persiste con variaciones de la velocidad de  $o$  á  $v$ , pero siempre en el mismo sentido. El paquete de metal calentado al rojo blanco, una vez ha pasado entre los cilindros, vuelve en sentido contrario á repetir la operación. Si hay tres cilindros en un mismo plano vertical y movemos el intermedio, claro que tendremos sentidos contrarios de arrastre entre este y los superior é inferior.

El laminador consistirá en tres cilindros colocados en un mismo plano vertical y por esto se denomina también en *trío*.

Tratándose de carriles ligeros ó pequeñas vigas, cuadrados y redondos, la operación se efectúa con facilidad, pero si los hierros ó aceros son gruesos perfiles ó planchas de blindaje, el procedimiento no sería práctico, dado el gran peso á elevar de un cilindro al otro, pues pesan los paquetes á veces 2 y 3 toneladas, y de aquí que se recurra á los trenes reversibles, es decir que cambian de sentido de movimiento á cada pase del metal. Entonces, con dos cilindros hay suficiente, y de aquí que se les llame en *duo*.

Como se montan generalmente varios cilindros en la prolongación del eje, se denominan *trenes* al conjunto de ellos, pudiendo ser estos análogamente *trenes duos* y *trenes tríos*. Para el laminado de las gruesas planchas de blindaje que protegen los acorazados modernos, algunas de las cuales pesan hasta 20 toneladas con espesores de 45 cm., se usan laminadores en *duo* reversibles, con el cilindro inferior bajo el suelo, de modo que la entrada del paquete está al nivel de la línea de tierra, y mediante una serie de rodillos movidos mecánicamente, se efectúa la operación de laminar sin gran dificultad.

Hasta el año 1902, el movimiento de los trenes duo y trio se había encomendado casi exclusivamente á las máquinas de vapor, y dado el trabajo especial de aquellos aparatos, la construcción de éstas había sido estudiada por las casas constructoras más acreditadas, con objeto de vencer lo mejor posible las dificultades serias del problema.

Ninguna operación industrial exige esfuerzos tan anormales como el laminado, desde una potencia casi nula, que digamos, para mover

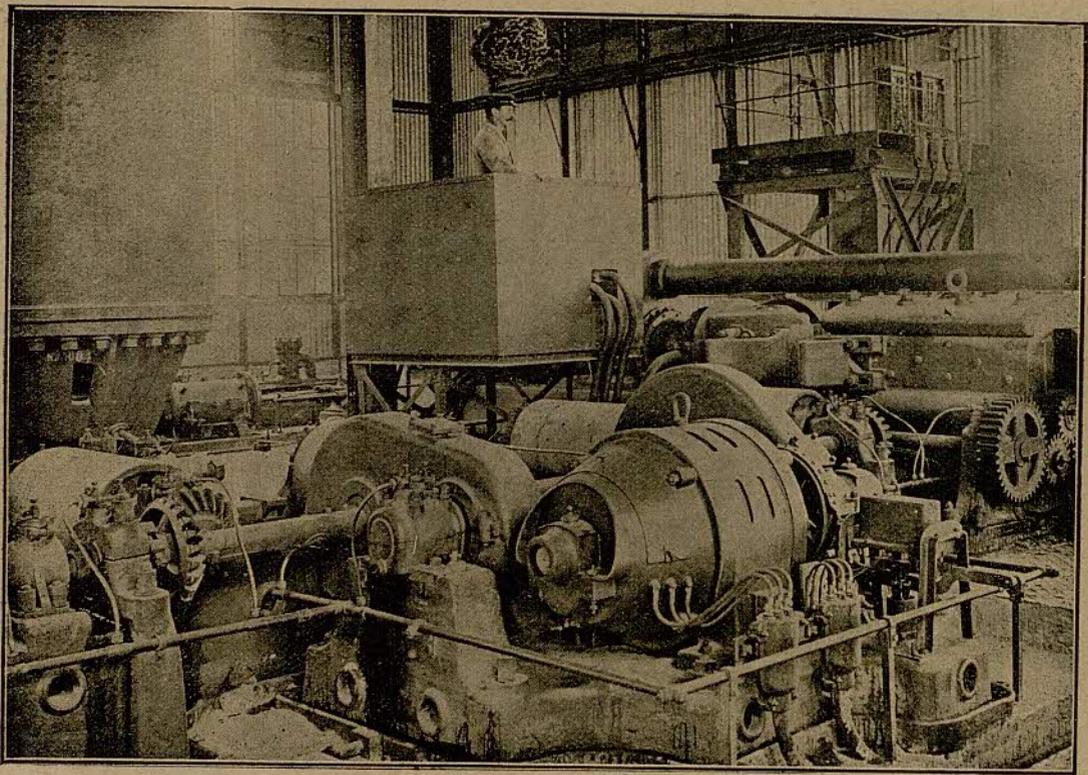


Fig. 1.—Accionado por motor eléctrico de los rodillos de un duo reversible.—Société Alsacienne de Constructions Mécaniques de Belfort.

los cilindros solos, á centenares de caballos en el momento de arrastrar el paquete, va realmente variación, y si recordamos que las ve-

locidades tienden á experimentar contrariamente al esfuerzo resistente grandes cambios en tiempos pequeños, comprenderemos el valor de las fuerzas de inercia debidas á las aceleraciones consiguientes y los choques y sacudidas de mucha importancia á que se halla sujeto el motor.

Si el tren era en *trío*, se resolvía casi siempre el problema con un motor á vapor de potencia inferior á la máxima y con el auxilio de un volante (acumulador) se vencía el aumento de trabajo resistente cuando era necesario. Con objeto de conseguir cierta elasticidad, se movía el laminador mediante correa, ó más generalmente, cables que desde el mismo volante atacaban el tren.

La dificultad de elevar el paquete del cilindro inferior al superior fué creciendo con el peso de las piezas laminadas, habiéndose usado en el transcurso del siglo pasado varias disposiciones cinemáticas sin variante en la máquina de vapor (que se seguía perfeccionando con el fin de obtener el consumo mínimo) para poder cambiar el sentido de movimiento de los laminadores. Citaremos como recuerdo histórico el tipo conocido por laminador Cabrol; el oscilante de Ramsbottom para paquetes y piezas cortas, son ejemplos de ello. Más tarde, sin tocar los laminadores, se usaron mecanismos intermedios (para conseguir el mismo objeto), basándose casi siempre en engranajes, que además de complicar la instalación y exponerla á costosas reparaciones, disminuían el rendimiento del conjunto.

La solución racional del problema de accionar los trenes *duos* consistió en invertir igualmente la marcha del motor.

Tratándose de la máquina de vapor, hubo necesidad de cambiar radicalmente el procedimiento entonces en uso para los *tríos*, suprimiendo el volante y cambiando la admisión por el intermedio de la colisa de Stephenson, como en la locomotora. Tal sistema fué primeramente aplicado por Ramsbottom en los talleres metalúrgicos para construcciones ferroviarias de Great-Western en Crewe.

En los laminadores, el volante es un órgano de gran importancia, puesto que funciona como un acumulador potente y económico de la fuerza del motor, cuando el laminador funciona á vacío entre dos pasos consecutivos del paquete y permite vencer la resistencia importantísima que ofrece el paso de un paquete algo frío ó de naturaleza muy dura.

No habiendo volante, se tendrá que usar una máquina mucho más potente, en la que la potencia sea superior á la máxima resistencia, para estar ciertos de tener un motor en estado de poder funcionar siempre y que obrando sólo sobre la admisión del vapor, se pueda gobernar. Además, en la máquina con volante, éste recibe los choques á la entrada del paquete, mientras que en la máquina sin volante, todos ellos los recibirá esta directamente y estando sujeta á estos y á gran variación de esfuerzos, será necesaria una máquina muy robusta.

Con esta disposición es la caldera la que funcionará como volante, de modo que así como en aquellas la sobre fuerza está limitada por la fuerza viva del volante, en estas lo está por la capacidad de la caldera.

A pesar de las dificultades que á primera vista presenta la construcción de una máquina de esta clase, la práctica demostró un perfecto funcionamiento y se introdujeron en todos los talleres metalúrgicos del continente europeo, como consecuencia de unas pruebas en los talleres de Seraing en Bélgica, de modo que el cambio de sentido se verifica sin choques peligrosos, pues los esfuerzos son amortiguados por el vapor mismo en el cilindro, como un medio elástico en los rápidos cambios de marcha, aún á 100 y más revoluciones por minuto.

Por lo dicho, es el tipo indispensable en el movimiento á vapor de los trenes duos, para la gruesa laminación.

Tiene en contra el inconveniente de un coste grande de instalación, por la robustez de máquina y caldera que exige, y un consumo muy grande de combustible, por lo que es el sistema menos económico.

Las últimas máquinas construídas son del tipo gemelas de cilindros horizontales, con distribución por válvulas de gran expansión (doble y triple) y con condensación, presentan las colisas de Alan, Gooch y Heusinger como á perfeccionados de la Stephenson, las cuales se mueven por un servo motor á vapor.

Hasta el año 1902, fecha de la exposición de Düsseldorf, los laminadores eran accionados del modo dicho por las máquinas de vapor, cuyas potencias oscilaban entre 500 y 10,000 caballos.

Quizás extrañéis esta potencia, pero no es un límite superior; en

1908 se ha instalado un verdadero coloso como potencia en las fábricas de acero de Carnegie. Según el «American Machinist», esta máquina Allis Chalmers, tiene 25000 HP, trabaja á condensación y 10'5 kgs.; el diámetro de los cilindros de alta es de 1070 m/m y el de baja 1780, la carrera común 1400 m/m y su peso total 550 toneladas, midiendo sus cimientos unos 18 ms. de longitud.

Se comprende enseguida que dada la clase de trabajo á que están sometidas, no son estas instalaciones las más apropiadas para obtener buenos rendimientos; en experiencias efectuadas, según dice R. de Valbreuze en un artículo de *L'Eclairage Electrique*, el consumo de vapor se elevaba á 40 ó 50 kgs. por caballo-hora.

Delante de estos resultados, los ingenieros electricistas trataron de obtener una economía considerable de vapor, aplicando el motor eléctrico para accionar aquellos aparatos, como intermediario entre la máquina de vapor y el laminador.

Partiendo de la base que en grupos electrógenos un poco importantes se obtenía el kilowat-hora á 7 kgs. de vapor, suponiendo en la transformación un rendimiento de 45% solamente, se tendría un consumo de 16 kgs. de vapor por caballo-hora en el motor; y efectivamente, en una de las primeras instalaciones efectuadas en Thiederhall, cerca de Brunswich, se pudo comprobar este gasto entre 15 y 17 kilos, según los ensayos.

Varias razones apoyan además el empleo de motor eléctrico, y entre ellas citemos como á más importantes las siguientes:

Bajo el punto de vista de la *seguridad y sencillez de maniobra*, es evidente que el motor eléctrico es superior al de vapor; los relays y disyuntores que podemos emplear con acción automática para el accionado de frenos y otros mecanismos accesorios, nos permiten obtener los mayores cambios de velocidad de un modo preciso y seguro.

En cuanto á *duración*, el motor eléctrico, poseyendo un par constante y uniforme, es muy superior al de vapor, cuyo par variable, unido á la acción perturbatriz de los órganos con movimiento alternativo, fatiga todas las piezas y expone á los cables á roturas, por la vibración que les comunica.

En fin, por la comodidad de emplazamiento y restricción del mismo, podemos colocarlo donde convenga y á cualquier distancia de la

estación generatriz, mientras que la máquina de vapor, á igualdad de potencia, exige por sí sola mucho más espacio; además, si quiere evitarse una gran pérdida en la transmisión del vapor, hay que colocar la caldera cerca de la máquina, lo cual aumenta mucho el espacio total ocupado.

Por estas razones, su mejor rendimiento y en vista de los resultados obtenidos en la primera instalación, el accionado de los laminadores por motor eléctrico, dejó ya vencida, que digamos, la máquina de vapor, y aún cuando no puedan darse pruebas de duración, (factor muy importante en una instalación), ya que el asunto es muy reciente, se han probado ya muchas soluciones y dispositivos, lo cual confirma el buen resultado económico que debe obtenerse en el cambio, ya que muchos talleres metalúrgicos se han decidido á efectuarlo, á pesar del gran coste de la instalación. Sería muy largo reseñar todos los sistemas que se han usado; á este objeto procuraremos solamente dar una idea de los más perfectos, por el órden en que han sido instalados, y para mayor claridad, pasaremos de lo sencillo á lo más complicado.

---

La gran dificultad que se presentó enseguida, al tratar de accionar los laminadores por motor eléctrico, fué la regulación del voltaje de distribución.

Sabéis cuán difícil resulta mantener constante el voltaje en una central, por las variaciones ordinarias de carga. Comprenderéis, pues, que un motor de laminador empalmado directamente en una red, daría tan bruscas sacudidas, que ninguna central podría consentir, ya que excluiría el funcionamiento de todo otro aparato.

Tenemos, pues, necesidad de regularizar la potencia tomada á la central, á fin de colocarla en las mejores condiciones de trabajo; digamos también que únicamente sirviéndonos de una central de importancia podemos hacer el problema verdaderamente económico, pues la instalación de una central únicamente para el motor ó motores de un tren de laminar, á menos que fuesen de grande potencia, sería siempre expuesta, por el gran coste á que resultaría el caballo-hora.

Esta regularización del trabajo variable de un motor, llamada

*tamponage* por los franceses, puede efectuarse por dos medios: ó por una batería Tampon (de aquí el nombre de *tamponage*) ó por medio de volantes.

Si se parte de igualdad de precio de coste, las baterías de acumuladores pueden almacenar mayor cantidad de energía que los volantes, pero éstos pueden dar momentáneamente potencias muy superiores á las de aquéllas; por esta razón han sido más empleados los volantes en el *tamponage* de laminadores, pues la sobre potencia exigida, es casi siempre instantánea, ó todo lo más dura algunos segundos.

Según afirma M. Noaillon, en un estudio sobre este asunto, la producción del kgm. es unas 13 veces más económica con volante que con batería Tampon; si consideramos además su mejor rendimiento y una conservación casi nula al lado de las baterías, comprenderemos la preferencia que á los volantes se ha dado.

Un caso reciente hace excepción; me refiero á la instalación de varios trenes eléctricos en los talleres de Sandviken en Suecia (puesta en marcha en 1907) por la casa Oerlikon de Zurich, la cual realizó la compensación por batería con *survolteur* y dos reductores, habiendo dado buenos resultados, si bien por tratarse de una idea nueva hasta entonces y que no detallo por no hacer interminable esta reseña, se hace poco uso de la batería, por lo cual el rendimiento del conjunto resultó bastante elevado. Pero en todas las otras instalaciones de que tengo noticia, han sido preferidos los volantes.

### Laminador en trio.

Si los trenes á accionar son continuos, como que su velocidad puede variar entre ciertos límites, se emplea como grupo compensador *el mismo motor*, que acciona el tren con la condición de que pueda disminuir sus vueltas con la carga y un volante *extrapesado*.

Si la red es de corriente continua, podemos hacer uso del motor Compound, que ya sabéis tiene aquella propiedad, condición indispensable para que el volante ceda en esta variación de vueltas parte de la energía acumulada.

Para aumentar esta variación de vueltas, la Compañía Internacional d' Electricité le añade una pequeña dinamo montada en el mismo árbol, llamada *igualador*, cuya corriente de armadura está derivada sobre la excitación serie del motor.

Posee dos excitaciones, una en hilo fino en serie, con la excitación Shunt del motor; la otra en hilo grueso, alimentada por un Shunt regulable intercalado en el circuito principal. Cuando la carga es pequeña, la excitación á hilo fino predomina, disminuyendo su corriente, y á veces cambia el compun-

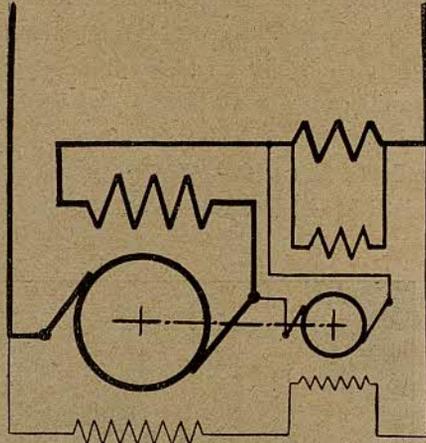


Fig. 2. - Esquema de motor Compound con «igualador». - Compagnie Internationale d' Electricité.

daje del motor, que gira entonces con mayor velocidad, que la que

tendría sin este igualador.

En carga, por el contrario, la excitación de hilo grueso es la que domina, y la corriente del *igualador*, sumándose á la de la línea, refuerza el compundage y el motor disminuye sus vueltas.

La instalación hecha con este sistema en la sociedad «La Providencia» en Marchienne-au-Pont, ha dado muy buenos resultados.

La misma compañía utiliza otro sistema para la disminución de las vueltas con la carga, y consiste en intercalar resistencias en el circuito principal, con objeto de producir una caí-

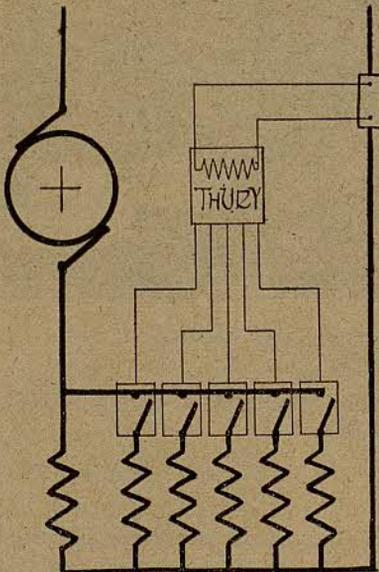


Fig. 3. - Esquema de la Compagnie Internationale d' Electricité, accionando las resistencias por un Thury.

da de tensión que disminuya el voltage en los bornes del motor, procedimiento que daría poco rendimiento si las resistencias estuvieran siempre intercaladas en circuito.

Se vence la dificultad intercalando las resistencias automáticamente en circuito, cuando el amperage aumenta. El tipo del esquema maniobrado por un thury, cuya bobina está empalmada en un shunt del circuito principal, funciona asimismo de un modo perfecto en los talleres de *La Providencia*.

Si la red es de corriente alterna, debe hacerse uso de un motor

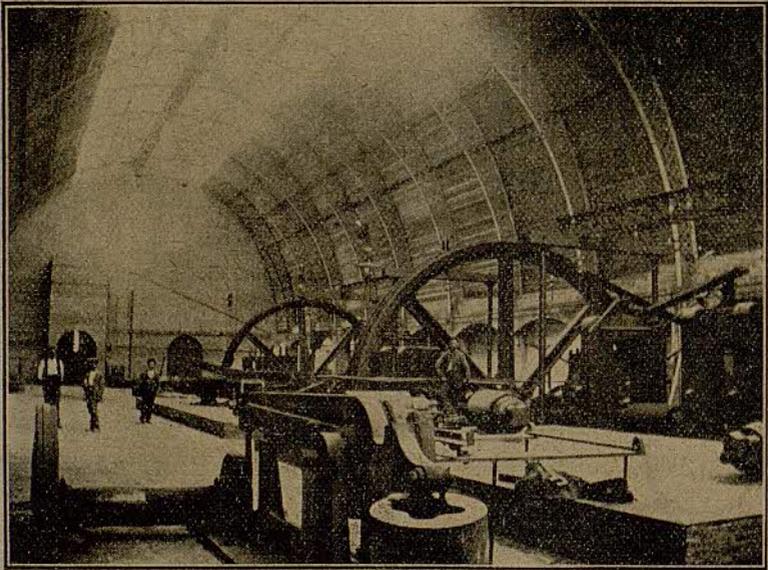


Fig. 4. — Sala de laminado de los Sres. Arquer, Badalona.

asincrónico, y entonces para disminuir sus vueltas hay que intercalar forzosamente resistencias en el rotor.

El empleo de un regulador de *Thury* permite verificar la manobra de modo automático.

La instalación hecha recientemente por «La Industria Eléctrica» de Barcelona, en los talleres de laminado que los Sres. Hijos de don Manuel Arquer tienen en Badalona, nos ofrece un ejemplo en este sistema.

Se instalaron dos trenes para plancha de distintas potencias, accionados separadamente.

El de mayor potencia, es accionado por un motor trifásico asíncrono, que puede desarrollar en trabajo normal 350 caballos á 500 voltios entre fases y 240 revoluciones.

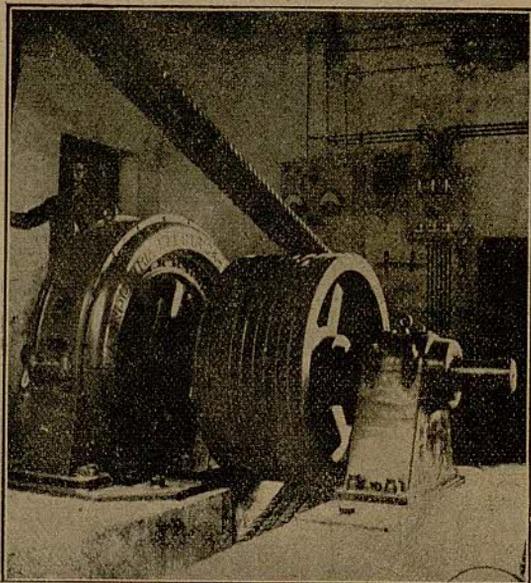


Fig. 5.—Motor trifásico asíncrono de los Sres. Arquer.  
«La Industria Eléctrica»

El otro motor, de tipo análogo, puede desarrollar en trabajo continuo 150 HP á 500 voltios y 240 revoluciones.

Como los reostatos deben trabajar casi continuamente, hay necesidad de proporcionar sus dimensiones, para evitar un calentamiento excesivo.

La introducción del reostato y sus contactos en baño de aceite, contribuye á su duración, pues de esta manera se suprimen las chispas que saltarían de uno á otro contacto en toda maniobra.

El regulador *Thury*, que pone en movimiento el reostato, está regulado de modo que funciona á toda variación de intensidad en la línea.

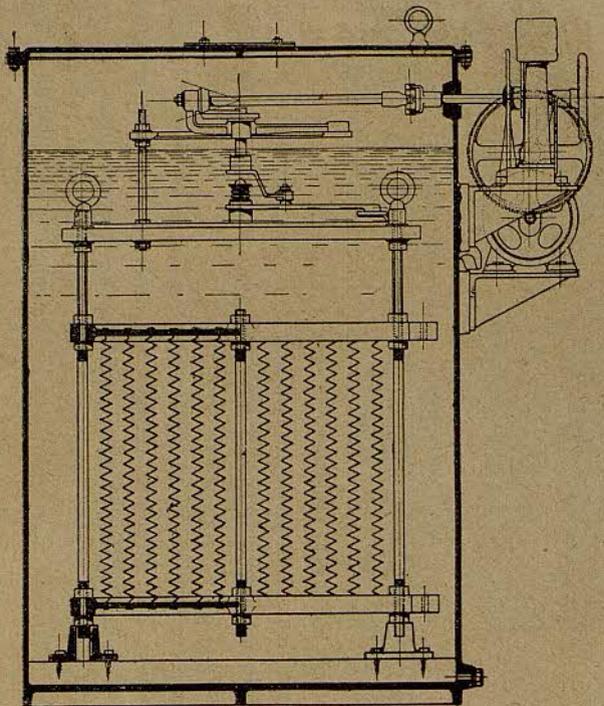


Fig. 6.—Corte del reostato del motor de 350 HP.  
«La Industria Eléctrica.»

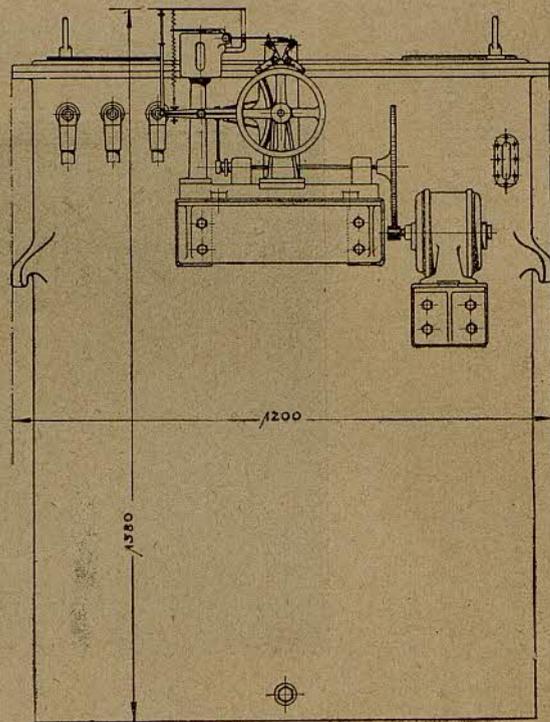


Fig. 7.—Vista exterior del reostato del motor de 350 HP.  
«La Industria Eléctrica.»

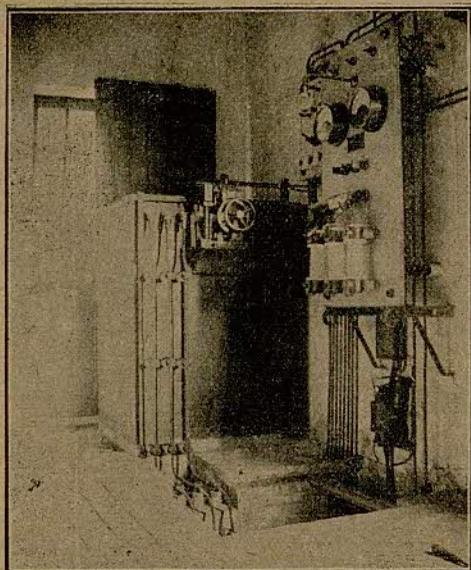


Fig. 8.—Cuadro y reostato del motor de 150 HP.  
«La Industria Eléctrica.»

La parte mecánica del regulador es accionada por un pequeño motor trifásico á 220 voltios, cuya reducción efectúa un transformador empalmado antes del estator del motor.

Cada motor acciona, mediante cables, los grandes volantes de 7'20 ms. de diámetro y 30 y 25 toneladas respectivamente unidos al eje de los laminadores que construyó *La Maquinista Terrestre y Marítima*.

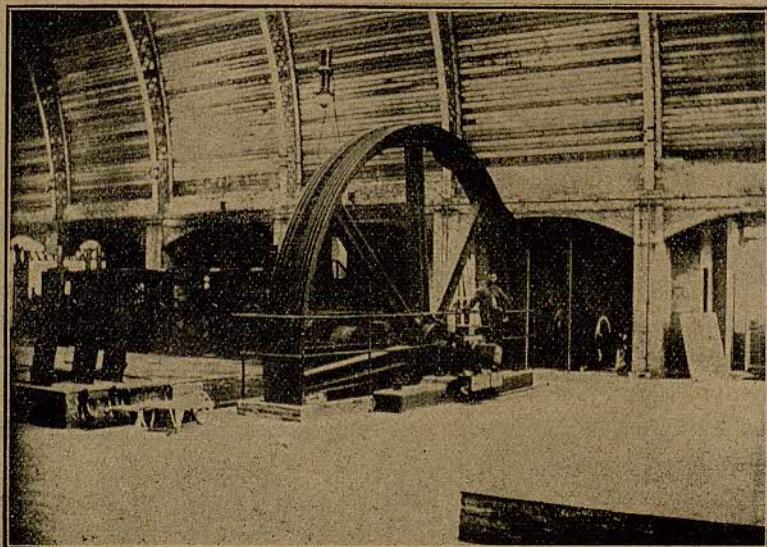


Fig. 9.—Conjunto del tren y motor de 150 HP. —«La Industria Eléctrica.»

Con esta disposición de volante y el regulador Thury en el rotor, se ha logrado de un modo perfecto la compensación; si tenemos en cuenta además la facilidad de arranque y perfección de todas las maniobras, podremos afirmar que la instalación efectuada por «La Industria Eléctrica» es de las que acreditan a una casa constructora.

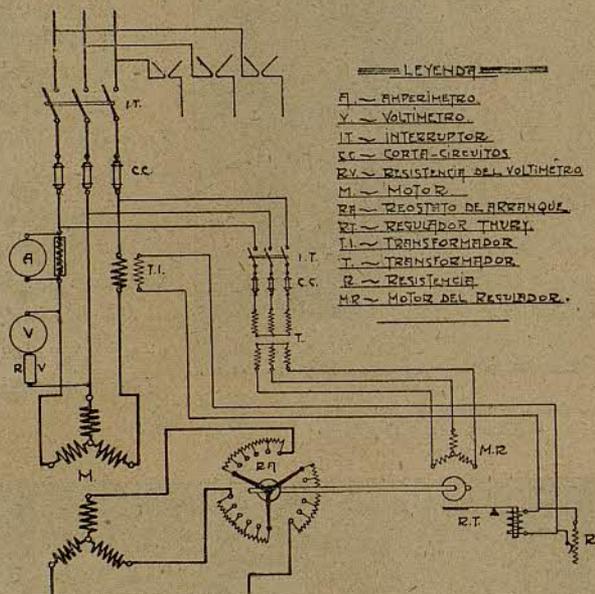


Fig. 10.—Esquema de conexiones de un motor de los Sres. Arquer. «La Industria Eléctrica.»

Para los tríos las soluciones citadas son las que han prevalecido, y de ellas existen numerosas instalaciones.

La construcción de los motores no ofrece nada de particular; solamente teniendo en cuenta el trabajo que efectúan, se construyen de ordinario más robustos que los tipos corrientes, y si son para corriente alterna se exagera un poco el entrehierro, porque se logra así una seguridad de marcha que compensa la disminución del factor de potencia que resulta.

En cuanto á instalación, se efectúa de modo que aparezcan separadas las partes mecánicas y eléctricas; al efecto se rodea el motor y sus anexos por una construcción apropiada (plancha ondulada por

ejemplo), al objeto de evitar el contacto del polvo metálico, que podría dar lugar á graves accidentes.

Con objeto de dar elasticidad al conjunto, y sobre todo para facilitar el arranque de los volantes, se unen éstos con el motor por un acoplamiento elástico (si es que se ataca el tren directamente), lo cual no es general, pues el motor marcha á mayor velocidad que los cilindros, y en este caso por correas ó cables se ataca el tren.

*(Concluirá en el n.º próximo.)*

---

## El desarrollo y proyecto de las locomotoras eléctricas

Traducción de un artículo de Mr. Th. Rich, publicado en el  
«Cassier's Magazine.»

El proyecto y construcción de las locomotoras eléctricas pesadas ha tomado un gran desarrollo durante los últimos años, lo cual se debe principalmente al uso cada vez más extendido de las transmisiones á alta tensión, que permite obtener la fuerza con gran economía en las estaciones centrales y distribuirla á lo largo de la vía con poca pérdida. Poco después de la demostración práctica de la tracción eléctrica en la Exposición de Berlín de 1879, los ingenieros y los hombres de ciencia empezaron á demostrar que este medio de tracción estaba en condiciones de competir con la locomotora de vapor. Las dificultades con que se chocó al principio fueron enormes; la potencia que se podía aplicar era muy pequeña y existían grandes dificultades para la construcción, aislamiento, suspensión y transmisión de los motores, teniendo en cuenta el traqueteo de los vehículos. Es de notar, sin embargo, que varias de las disposiciones de motores tenidas hoy por modernas, fueron empleadas en los primeros experimentos hacia el año 1880.

Los primeros motores de tracción fueron construídos para marchar á gran velocidad, empleando dobles engranajes, cables, correas ó cadenas para la reducción del número de revoluciones del motor á las del eje. En 1883, Mr. Raffard, el inventor del acoplamiento elástico que lleva su nombre, obtuvo patente en Francia de una locomotora con el campo motor montado en el bastidor y la armadura construída sobre un eje hueco, acoplado con las ruedas motrices por medio de bandas de goma. El eje de las ruedas pasaba por dentro de la armadura hueca, con juego suficiente para que los resortes actuaran y amortiguaran los choques. El motor propuesto era de tipo multipolar. El sistema fué puesto en práctica algunos años después por el Profesor Short. En 1888 la tracción eléctrica empezó á competir con la de sangre y la funicular para los tranvías, y hacia el mismo



mentos actuales el sistema monofásico está haciendo grandes progresos. La corriente continua empleada de ordinario es de 600 voltios, (en algunos casos 750), tomándose la corriente en muchos casos de un tercer carril por medio de zapatas. En algunos casos se usan conductores aéreos en combinación con el tercer carril, para evitar el peligro que éste ofrece en las estaciones y almacenes de mercancías. La corriente continua á alta tensión, á unos 2000 voltios, está empleándose en América y en el continente europeo; pero en Inglaterra, las disposiciones relativas á la caída de tensión en los carriles de retorno, impiden su adopción.

El sistema trifásico fué usado por primera vez por la casa Brown, Boveri & C.<sup>o</sup> entre Bergdorf y Thun en Suiza el año 1899, con una tensión de 750 voltios, y en 1902 se instaló la primera línea á alta tensión en Valtellina, al Norte de Italia, por el sistema trifásico de Ganz, con un voltaje de 3300 voltios en los cables aéreos y en los motores. Un sistema parecido se ha empleado recientemente para hacer pasar grandes trenes por el túnel del Simplon y por el túnel de la Cascada en el Great Northern Ry de América. El motor trifásico permite una construcción mecánica muy sencilla desde el punto de vista de los ferrocarriles, no necesita colectores, y aunque existen pocos ferrocarriles con esta corriente, es un sistema muy práctico en los sitios donde se necesita una tracción muy fuerte.

El sistema monofásico ha hecho progresos rápidos, gracias á los trabajos de la Westinghouse Electric & Manufacturing C.<sup>o</sup> de Pittsburg, Pa. en los E. U. y á la Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft y Siemens Halske en Europa.

Este sistema tiene la ventaja de poder emplear 10 á 15000 voltios en un conductor aéreo, sin necesidad de subestaciones con transformadores rotativos como ocurre con la corriente continua derivada de corriente alterna á alta tensión. En cambio el motor monofásico tiene la desventaja de que por su misma naturaleza en igualdad de condiciones de potencia, velocidad, ventilación y calentamiento admisible, el peso y el volumen ocupado es mayor que el de un motor trifásico ó de corriente continua.

En una locomotora, el exceso de peso es conveniente bajo el punto de vista de la adherencia, mientras no se pase de la carga admisible para cada eje, pero la cuestión de espacio es muy importante.

Cuando los motores están montados directamente sobre los ejes ó provistos de un engranaje de reducción y suspendidos entre los bastidores, el espacio entre los bordes de las ruedas y debajo del eje es muy limitado; así es que cuando para cada eje hay un motor, el límite inferior de volumen tiene una influencia considerable en el conjunto. En cambio los motores monofásicos son de construcción muy semejante á la de los de corriente continua, y disponiendo voltajes, conexiones y reostatos adecuados, las locomotoras monofásicas pueden trabajar en secciones de corriente continua por medio de trolleys ó zapatas especiales para la toma de corriente á baja tensión.

Al estudiar el proyecto de una locomotora, lo primero que hay que fijar es la potencia en caballos el esfuerzo de tracción y la velocidad según la naturaleza del tráfico, pendientes, curvas, etc.; el sistema de corriente y la carga admisible por eje suelen venir fijadas de antemano. Uno de los primeros puntos á establecer es el tipo de engranajes de reducción, luego el número de ejes libres y adherentes y finalmente las disposiciones mecánicas y eléctricas.

Bajo el punto de vista de la reducción de velocidad, á primera vista el motor con armadura montada directamente sobre el eje, parece ser la disposición ideal por su sencillez, por no gastar fuerza en engranajes y por la ausencia de ruido. Pero en cambio el sistema ofrece grandes desventajas por el peso excesivo de los motores que tienden á cargar los carriles y á determinar una fuerte trepidación en el suelo, lo cual ha sido causa de haber abandonado este sistema el Central London Ry desde hace algunos años.

Para obtener un motor de gran rendimiento con el peso mínimo de cobre y hierro, es necesario hacer marchar la armadura á una velocidad muy elevada. Con el motor sin reducción, para permitir un espesor aceptable para el estator, dejando cierto juego sobre los carriles, la velocidad periférica puede alcanzar á lo sumo 60 % de la de la rueda motriz y al mismo tiempo para obtener una gran potencia con un coste razonable, la velocidad normal de la locomotora debe ser muy elevada; todo incremento de potencia sobre cierto límite, dando lugar á un motor de gran diámetro, una rueda mayor y un número pequeño de revoluciones.

Los motores provistos de reducción pueden funcionar con un inducido á gran velocidad, con ruedas motrices pequeñas y una velo-

cidad de marcha relativamente baja. Al mismo tiempo, esos motores son más ligeros, más fáciles de manejar y más baratos de construir que los motores usuales de engranaje, siendo muy recomendables para locomotoras de fuerza media, con una serie extensa de velocidades económicas. La locomotora de eje acodado, que combina algunas de las ventajas de los tipos con reducción y sin ella, es comparable á esta última.

Las primeras locomotoras empleadas comercialmente para arrastrar trenes, fueron las proyectadas por el Dr. Edward Hopkinson y construidas por los Sres. Matter & Katt de Manchester, con destino al City & S. L. Ry, puestas en servicio en 1890. Cada una llevaba dos motores bipolares, con las armaduras montadas sólidamente sobre los ejes, que soportaban asimismo el peso de las masas polares (figura 2). Los motores son de unos 50 caballos cada uno, la locomotora pesa 13 toneladas, arrastrando un tren de tres carruajes de 21 toneladas y una velocidad normal de 26 kilómetros por hora. Más tarde, Siemens Brothers & C.<sup>o</sup>, construyeron motores del mismo tipo, y unos diez años después, la casa Crompton & C.<sup>o</sup> construyó unas locomotoras para arrastrar trenes de cinco unidades.

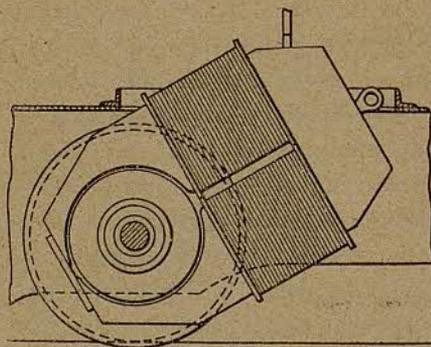


Fig. 2.—Motor empleado en el City & South London Railway.—1890.

Cuando se necesitaron locomotoras de mayor potencia, se vió que el peso de los motores sobre el eje resulta demasiado fuerte para el piso de las vías, lo que dió ocasión al profesor Short para desarrollar el tipo Raffard con eje hueco. Una locomotora de 30 toneladas de este mismo tipo fué expuesta en la Exposición de Chicago, y desde entonces se han construido numerosas locomotoras análogas en ambos lados del Atlántico.

La fig. 3 representa un motor de este tipo de corriente continua, si bien la misma disposición se emplea con corriente monofásica ó polifásica. El rotor ó armadura R va montado sobre un eje hueco S,

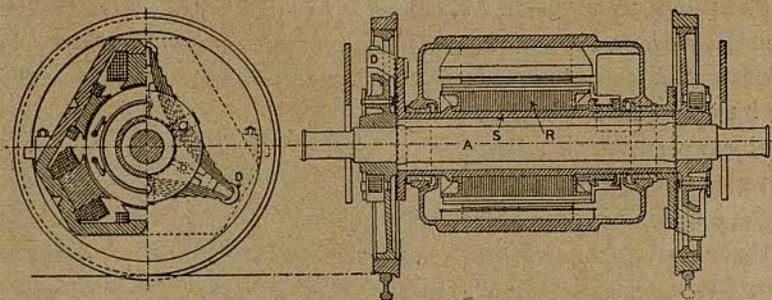


Fig. 3. - Sección del motor tipo sin reducción.

suspendido de las ruedas por medio de resortes, piezas de caucho ó tirantes; en nuestro dibujo se ven resortes de lámina D. El campo inductor ó estator está fijado al bastidor y el eje pasa á través del núcleo hueco del rotor, teniendo un juego limitado. El campo del motor del dibujo es de tipo de seis polos. En 1895, la General Electric C.<sup>o</sup> y la American Locomotive Works, construyeron locomotoras de 96 toneladas, con cuatro motores de 360 caballos del tipo Raffard Short, con destino al servicio de trenes pesados por el túnel de Baltimore, en el cual el humo ocasionaba serias dificultades. Estas locomotoras, representadas en la fig. 4, fueron las primeras empleadas

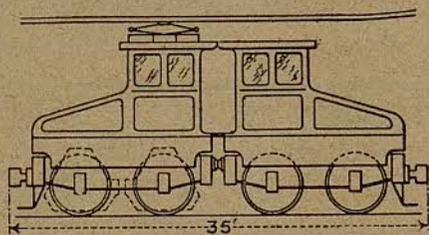


Fig. 4. - Locomotora para el túnel de Baltimore. - 1895.

para trenes pesados en vía normal. Unos seis años más tarde, la casa Ganz y C.<sup>a</sup> instaló en Italia unas locomotoras de mercancías parecidas á las anteriores, con motores trifásicos de 250 caballos. Otras locomotoras de tipo igual con corriente continua, fueron construídas por la Sociedad Alsaciana para los ferrocarriles de París á Orleans, y en estos últimos años, la American Westinghouse Electric & Manufacturing C.<sup>o</sup>, ha construído unas locomotoras monofásicas con eje hueco para el New York, New Haven & Hartford Ry.

La C.<sup>ia</sup> del New York Central Ry, emplea una forma de motor sin reducción modificado, que representan las figuras 5 y 6. Los mo-

tores trifásicos de 250 caballos. Otras locomotoras de tipo igual con corriente continua, fueron construídas por la Sociedad Alsaciana para los ferrocarriles de París á Orleans, y en estos últimos años, la American Westinghouse Electric & Manufacturing C.<sup>o</sup>, ha construído unas locomotoras monofásicas con eje hueco para el New York, New Haven & Hartford Ry.

tores son de tipo bipolar y el campo magnético de los cuatro motores está en serie con el retorno por la barra inferior; todo el sistema inductor está montado sobre resortes. Los entrehierros son muy anchos y los extremos de las piezas

polares cortadas de manera que las armaduras que están fijas á los ejes puedan tener el juego vertical que permiten los resortes. Teniendo en cuenta el gran campo de dispersión de los imanes bipolares, se han dispuesto

fuertes protecciones debajo de los motores para proteger las puntas que puedan salir al paso. En las últimas locomotoras de este tipo, se emplea un truck delantero en vez de un solo eje, para evitar el cabeceo.

Para locomotoras de potencia media, se han usado muchas veces

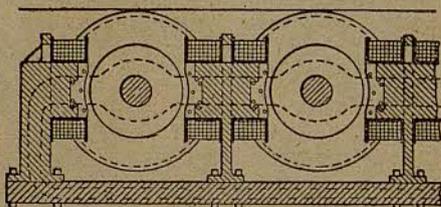


Fig. 5.—Circuito magnético de las locomotoras del New-York Central.

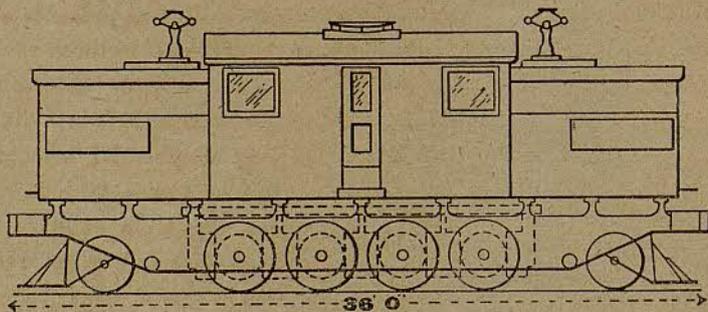


Fig. 6.—Locomotoras del New-York Central.

motores con mecanismo de reducción sencillo. La reducción está colocada en una caja de acero ó hierro maleable, con una disposición parecida á la empleada en los tranvías, estando suspendido el motor del eje por un lado y de unos resortes por el otro. Las ventajas de los motores con engranaje de reducción son su ligereza en peso respecto de su potencia, fáciles de manejar y baratos de construcción, puesto que la armadura puede girar á gran velocidad respecto de las ruedas motrices. Las ruedas motrices pueden ser de poco diámetro,

lo cual permite una buena relación, y con estos datos puede emplearse una disposición económica para locomotoras de poca marcha y marcha mediana. En la mayoría de los casos sólo se emplea un juego de ruedas, pero para grandes potencias se ha encontrado práctico disponer á voluntad de dos juegos, uno en cada lado del motor, reduciendo de esta manera los esfuerzos laterales sobre el motor y sobre los dientes de las ruedas. Las relaciones de velocidad suelen ser de 1:5, si bien para grandes potencias conviene emplear relaciones menores, para evitar un desgaste excesivo. Para grandes velocidades, las revoluciones de la armadura están limitadas por la velocidad límite del colector respecto de las escobillas y la del núcleo del inducido. El diámetro de las ruedas motrices debe ser al mismo tiempo bastante grande para dejar espacio debajo del motor.

Una de las dificultades que existen para construir locomotoras potentes con engranajes de reducción, sin demasiados ejes motores, consiste en colocar motores de potencia suficiente en el espacio limitado que hay entre los bordes de las ruedas; así es que los constructores han debido aguzar su ingenio para dar cabida al motor, junto con el piñón y la caja de reducción. Esta dificultad se presenta especialmente con motores monofásicos, que requieren colectores anchos, ó con locomotoras para vía estrecha. En unos motores del London Metropolitan Ry, de tipo Westinghouse, se ha arreglado esta dificultad, haciendo entrar los soportes por un lado dentro del colector y por otro dentro de la armadura. En cuanto á la altura del motor, en

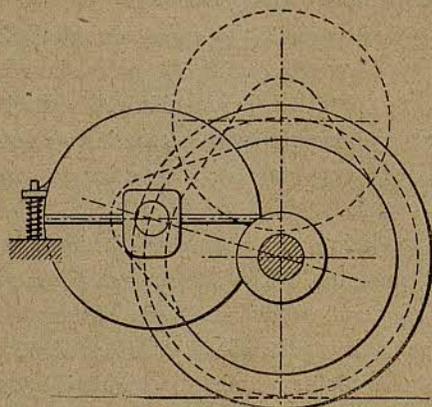


Fig. 7.—Motor con engranaje de reducción.

un principio se situaba el eje al mismo nivel del eje de la rueda, pero con objeto de dejar más juego y permitir motores de mayor diámetro, se emplea á menudo la disposición de la fig. 7.

La mayor parte de locomotoras construidas en Inglaterra, tienen engranajes de reducción. En el cuadro que va al final podrán ver

nuestros lectores las condiciones generales de varias locomotoras de este tipo, predominando en los últimos tiempos la corriente monofásica á alta tensión.

En América, con objeto de emplear motores monofásicos de gran potencia sin estar cohibido por un espacio limitado, se ha empleado la disposición marcada de trazos en la fig. 7; es decir con el motor encima del eje de las ruedas, de modo que caiga dentro de la caja del vehículo en vez de caer entre los bastidores. Para evitar al eje el peso muerto, el motor está montado sobre el bastidor y acciona por medio de dos piñones las ruedas montadas sobre un eje hueco dentro del cual pasa el eje de las ruedas, uniéndose ambos por una conexión elástica de un modo parecido al sistema Raffard representado en la figura 3. Esta construcción ha sido empleada por la American Westinghouse C.<sup>o</sup> para una de las alturas locomotoras del New York, New Haven & Hartford Ry (fig. 8).

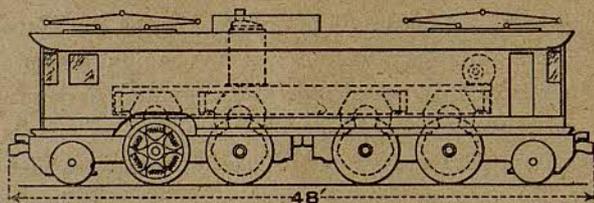


Fig. 8.—Locomotora del New-York, New-Haven & Hartford Railway.

A causa del poco espacio disponible, deducido el que ocupan los engranajes, no ha resultado práctico emplear motores con reducción para más de 400 caballos, limitándose todavía más la potencia para los motores monofásicos. Por otra parte la lubricación se hace difícil al crecer la velocidad y por esto para grandes potencias es necesario disponer de muchos motores ó acoplar dos ó tres locomotoras con una distribución eléctrica común.

Esta limitación de espacio ha dado lugar al empleo de locomotoras construidas con criterio parecido á las de vapor. El motor solo ó con sus engranajes de reducción están montados rígidamente sobre los bastidores ó sobre un truck y enlazados con las ruedas motrices por medio de ejes cigueñales bielas motrices y bielas de acoplamiento. Este tipo de locomotoras tiene grandes ventajas para los

ferrocarriles de vía normal con gran tráfico de viajeros y de mercancías. El motor puede ser de gran diámetro é ir colocado entre los ejes ó donde mejor convenga, la anchura del rotor puede ser de mayor diámetro que las ruedas motrices y haciendo éstas pequeñas se puede lograr una gran velocidad de rotación al mismo tiempo que un par de arranque muy considerable. Gracias á la gran velocidad circunferencial el motor puede ser de construcción económica y su anchura puede ser muy grande colocando los manubrios de las ruedas en la parte exterior.

En la práctica de la construcción de locomotoras de vapor se juzga conveniente colocar el centro de gravedad alto puesto que esto favorece la seguridad del movimiento y reduce el balanceo sobre los carriles. En las locomotoras eléctricas de los tipos primitivos se ha presentado como un inconveniente la posición demasiado baja del centro de gravedad que produce un efecto deplorable en la vía.

Esto se evita con las locomotoras eléctricas de transmisión por biela y manubrio, puesto que los motores pueden colocarse sobre los bastidores, haciendo caer el centro de gravedad tan alto como en las locomotoras de vapor. Por otra parte, el multiplicar el número de motores, no tiene en este caso más ventaja que disponer de una mayor reserva en caso de averías y manejar pesos más ligeros. El coste de uno ó dos motores grandes es menor que el de varios pequeños equivalentes, y el coste de reparación es también menor, siendo por otra parte menos frecuentes las averías con el sistema de bielas, por estar los motores más libres de polvo y de choques que en las demás disposiciones. Además, el espacio no está limitado, y de esta manera se han podido emplear en América motores de 2000 caballos, actuando sobre dos ejes.

Como hemos dicho antes, este tipo de locomotora fué ensayado primeramente por Stephen Field; después fué usado industrialmente por Brown Boveri en el ferrocarril Suizo de Bergdorf á Thun, inaugurado en 1899. La fig. 9 representa esta disposición, que puede representarse por

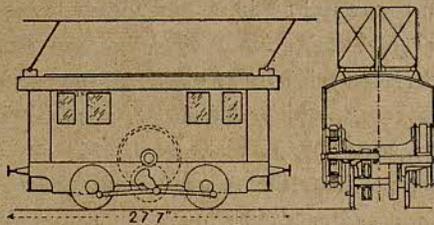


Fig. 9.—Locomotora trifásica para mercancías de Brown-Boveri.

la notación  $2 + 2 \text{ GM} + 2$ , es decir: 2 ruedas  $+$  2 motores con reducción (geared motor)  $+$  2 ruedas. Otra disposición parecida es la empleada por la C.<sup>ia</sup> Oerlikon de Zürich en una locomotora construída para la sección experimental de Seebach Wettingen, representada en la fig. 10. Su notación es  $4 + \text{GM}$ ,  $4 + \text{GM}$ . La casa Siemens, Schuckert está construyendo en la actualidad locomotoras con dos motores, cada uno de los cuales mueve desde el eje de reducción cuatro ruedas por bielas motrices y otros dos por bielas de acoplamiento. Su notación es  $6 + \text{GM}$ ,  $\text{GM} + 6$ . Estas locomotoras están des-

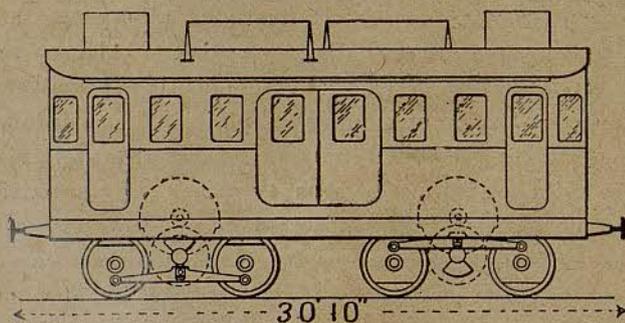


Fig. 10.—Locomotora monofásica de Oerlikon.

tinadas al ferrocarril de montaña de vía estrecha ( $750 \text{ m/m}$ ) de St. Pölten á Maria Zell, en Austria.

Las primeras locomotoras de biela sin engranaje de reducción fueron construídas por Ganz y C.<sup>a</sup> de Budapest para el F. C. de Valtellina en 1903. El número de ruedas acopladas es de seis movidas por dos motores, colocados en el centro de la locomotora, habiendo además dos ejes no adherentes, uno en cada extremo ( $2, 6 + \text{M}, 2$ ). Su peso total es de 62 toneladas, de las cuales 42 forman el peso adherente. Las primeras locomotoras llevaban dos motores dobles de corriente trifásica, con dos rotores separados sobre un mismo eje y dos estators, uno al lado del otro, destinados á recibir el uno corriente á alta tensión y el otro á baja. Para velocidades hasta 32 kilómetros por hora, las dos tensiones marchan en serie y para velocidades mayores hasta 64 kilómetros, se emplea la alta tensión. Para dar mayor flexibilidad al mecanismo, los gorriones tienen la superficie

esférica. Más tarde se construyeron otras cuatro locomotoras, que empezaron á prestar servicio en 1907. Estas tienen dos motores, uno de 1200 caballos con 12 polos y otro de 1500 con 8 polos. En el arranque, para una velocidad de 24 kilómetros, los dos motores marchan en serie; á 42 kilómetros se usa solamente el motor de 12 polos, y á 64 kilómetros el motor de 8 polos. Para la regulación se emplean resistencias líquidas maniobradas con aire comprimido. Los motores trabajan con corriente trifásica á 3300 voltios. En el cuadro citado figuran otras locomotoras muy potentes de tipo análogo.

Combinando esta disposición con ejes intermedios, se hace suma-

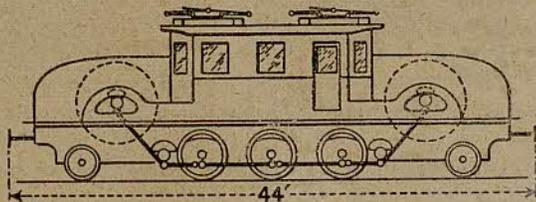


Fig. 11.—Locomotora de Siemens Schuckert.

mente fácil elevar la posición de los motores para hacerlos accesibles. La fig. 11 representa una locomotora construida con esta disposición por Siemens Schuckert para el ramal de Wiesenthal de los F. C. del Estado de Baden; la fig. 12 da el detalle del mecanismo. En América se han adoptado asimismo estos tipos recientemente y la Sociedad A. E. G. lo ha empleado también para una locomotora experimental destinada á los F. C. del Sud de Francia.

Finalmente, la Pennsylvania Railroad C.<sup>o</sup>, emplea desde hace poco unas locomotoras compuestas de dos unidades, tipo 4, M + 4, cada una en bastidor separado, pero acopladas entre sí. Cada motor es de 2000 caballos, el peso sobre cada par de ruedas es de 23 toneladas y cada doble unidad es capaz de arrastrar trenes de 500 toneladas en pendientes del 2 p.‰. Un tipo análogo construido por la A. E. G., está representado en la fig. 13.

En cuanto á los aparatos de maniobra, las primeras locomotoras estaban provistas de controlers del mismo tipo empleado en los tranvías; pero al aumentar la potencia, hubo que aumentar la ten-

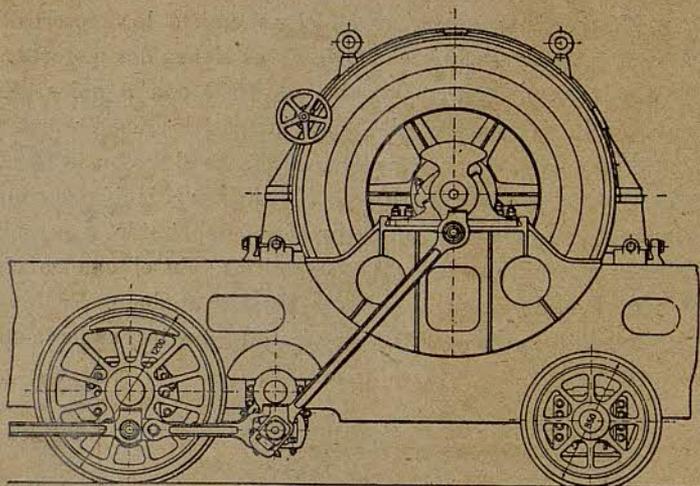


Fig. 12.—Detalle del mecanismo de la locomotora de Siemens Schuckert.

sión y los controlers resultaban enormes. Para ahorrar este inconveniente se recurrió al empleo de una especie de *relay* el cual es actuado por corriente ó baja tensión, aire comprimido ó una combinación de ambos sistemas. La disposición usual consiste en una serie de interruptores ó contactos actuados por un controler principal, obteniéndose las varias posiciones de los interruptores respecto del

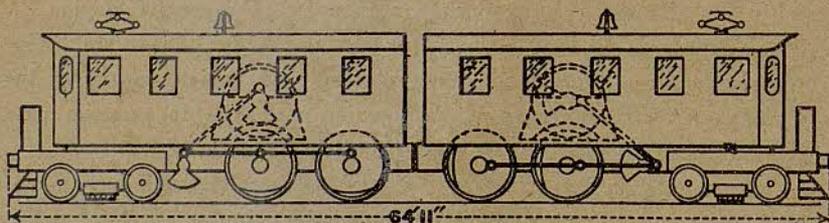


Fig. 13.—Locomotora de dos unidades de la A. E. G.

inductor ó el inducido, de los transformadores ó de las resistencias por sucesivas posesiones de la manivela del controler. Para evitar las falsas maniobras que podría dar lugar á cortos circuitos se emplea un sistema de enclavamiento.

La considerable energía calórica que pierden los motores y el espacio reducido de su emplazamiento, obliga á adoptar disposiciones

especiales. Se han adoptado ventiladores pero tienden á obstruirse con el polvo dando una circulación muy pequeña y en muchos casos de grandes potencias se usa un inyector para insuflar aire á través de las envolventes y mantener fija la temperatura. Por el contrario la calefacción de los trenes con tranvías eléctricos es difícil, especialmente en climas fríos. La calefacción eléctrica es deficiente y muy costosa, siendo además inaplicable á los coches corrientes, de modo que en muchos aun se llevan calderas de vapor en el furgón de cabeza del tren.

La tracción eléctrica de trenes para viajeros y mercancías en las líneas normales ha hecho sin duda notables progresos en los últimos años, especialmente en secciones donde hay fuertes rampas ó grandes túneles y está destinada á ser usada en un porvenir próximo para aumentar el tráfico en secciones de línea muy recargadas. Pero el problema de la electrificación de las grandes líneas en general está muy distante de resolverse y será necesario realizar muchos progresos en la generación, transmisión y aplicación de la energía para que la locomotora de vapor pueda ser reemplazada de un modo permanente y general por la locomotora eléctrica.

## Cuadro de las principales

### I.—CON MOTORES ACTUANDO

Fecha de construcción	Tipo	Corriente	Voltaje	LÍNEA DE FERROCARRIL
1890	4,2M	Continúa	500	City & South London.
1895	8,4M	Id.	600	Baltimore Tunnel.
1901	8,4M	Trifásica	3300	Valtellina, Italia.
1905	8,4M	Monofásica	11000	New York, New Haven, & Hartford.
. . .	2,8,4M,2	Continúa	600	New York Central.

### II.—CON MOTORES ACTUANDO POR MEDIO

1905	8,4GM	Continúa	600	London Metropolitan.
1907	8,4GM	Id.	600	Id. Id.
1905	8,4GM	Id.	600	London, Metropolitan District.
1909	8,4GM	Id.	600	British Columbia Electric Ry.
1906	8,4GM	Id.	2000	Mazières Minerals.
1908	8,4GM	Trifásica	6000	Great Northern, E. U.
1908	8,3GM	Monofásica	6000	Estado Prusiano.
1907	12,6GM	Id.	15000	Seebach-Wettingen.
1909	2,8,4GM,2	Id.	11000	New York, New Hawen & Hartford.

### III.—CON MOTORES ACTUANDO POR

1899	4 + 2GM	Trifásica	750	Bergdorf Thun.
1904	4 + GM, 4 + GM	Monofásica	15000	Seebach-Wettingen.
1910	6 + GM, 6 + GM	Id.	6600	St. Polten-Maria Zell.

### IV.—CON MOTORES ACTUANDO POR

1904	2,6 + 2M,2	Trifásica	3000	Valtellina, Italia.
1907	2,6 + 2M,2	Id.	3000	Túnel del Simplon.
1909	4 + 2M + 4	Id.	3000	Id.
1910	10 + 2M	Id.	3000	Génova, Estado italiano.
1909	4,M + 6 + M,2	Monofásica	. . . .	Experimental.
1910	2,M + 6 + M,2	Id.	10000	Wiesental, Estado de Baden.
1909	4,M + 4, 4 + M,4	Continúa	600	Pensylvania.

## locomotoras eléctricas construidas

DIRECTAMENTE SOBRE LAS RUEDAS.

CONSTRUCTOR DEL MATERIAL ELÉCTRICO	Longitud	D.º de las ruedas adherentes.		Número y potencia de cada motor en caballos.	Peso en toneladas
		m.	cm.		
Mather & Platt.	4,32		68,5	2 de 50	13
American General Electric C.º	10,60	158		4 de 360	96
Ganz & C.º	10,0	140		4 de 225	46
American Westinghouse C.º	11,10	158		4 de 250	77
American General Electric C.º	—	120		4 de 550	70

### DE ENGRANAJES DE REDUCCIÓN.

British Westinghouse.	10,80	91,5	4 de 250	50
British Thomson Houston.	10,20	96,5	4 de 240	47
Id. Id. Id.	8,20	91,5	4 de 200	38
Dick Kerr & C.º	10,80	107	4 de 160	50
Siemens Schuckert.	10,40	125	4 de 160	55
American General Electric C.º	13,40	152	4 de 400	102
A. E. G.	14,10	140	3 de 350	59
Siemens Schuckert.	14,00	—	6 de 225	79
American Westinghouse.	14,60	160	4 de 350	116

### MEDIO DE ENGRANAJES Y BIELAS

Brown Boveri & C.º	8,30	122	2 de 150	29
Oerlikon.	12,60	104	2 de 200	42
Siemens Schuckert.	11,20	82	2 de 250	48

### MEDIO DE BIELAS SIN ENGRANAJES.

Ganz & C.º	11,30	150	2 de 600	62
Brown, Boveri & C.º	12,20	165	2 de 550	62
Id. Id.	11,60	144	2 de 850	68
Westinghouse (Italia).	9,50	107	2 de 1000	60
American General Electric C.º	14,40	144	2 de 800	—
Siemens Schuckert.	13,20	119	2 de 500	62
American Westinghouse.	19,60	173	2 de 2000	149

GACETA DE MADRID

---

Gaceta de 27 de Abril 1910

*Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes*

R. O. nombrando, en virtud de oposición Profesor numerario de Electrotécnica (1.º y 2.º curso) de la Escuela Superior de Arte Industrial y de Industria de Madrid á D. Antonio Gascón y Miranni.

---

Gaceta de 30 de Abril

*Ministerio de I. P. y B. A.*

R. O. nombrando Catedrático numerario de Geometría descriptiva, Economía política, Legislación Industrial y Estadística de la Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona á D. Francisco Gómez Carbonell.

---

R. O. disponiendo que los Auxiliares supernumerarios sin sueldo de las Escuelas de Ingenieros Industriales puedan percibir, encontrándose en las condiciones que se citan, la gratificación correspondiente á Auxiliares numerarios.

---

Gaceta del 20 de Abril

*Ministerio de Fomento*

R. O. de 14 de Abril, disponiendo que interin se dicta la Instrucción para la aplicación del Reglamento de Policía Minera, publicado con carácter provisional en 28 de Enero último, se suspenda el cumplimiento de su artículo 227 y que por el Consejo de Minería se proceda con urgencia al estudio y propuesta de dicha Instrucción y muy especialmente de lo que se relaciona con los artículos 225 y 226 del mismo, á fin de que se cumplimenten, aclaren ó modifiquen, según proceda, las disposiciones contenidas en los mismos.

---

Esta disposición es en gran parte consecuencia de las gestiones hechas por nuestra Comisión y las de los demás compañeros acerca de este asunto, que esperamos sea resuelto sin vulnerar nuestros derechos.

---

## NOTICIAS

**PRESERVACIÓN DE LAS MADERAS.** — El estudio de los medios de conservación de la madera ha sido y continúa siendo uno de los temas preferentes, principalmente en las Compañías de ferrocarriles.

En los Estados Unidos en donde no se regatean medios para todo lo útil, la opulenta *American Railway Engineering and Maintenance of Way Association* ha nombrado una Comisión para ocuparse de este importante asunto, habiendo ya formulado sus conclusiones en extremo interesantes, que publica el Boletín de dicha Asociación.

Los dos productos de preservación más empleados hoy son, por una parte la creosota y por otra el cloruro de zinc.

La Comisión recomienda no emplear más que la creosota de primera calidad sin ninguna adición de otra materia; deberá ser perfectamente limpia á 38° y poseer á esta temperatura una densidad de á lo menos 1,03; no deberá contener una proporción de agua superior al 3 por 100; no deberá dar nada por la destilación á menos de 210° y no más del 25 por 100 á menos de 235°. Se medirán siempre las cantidades que hay que emplear siempre á la misma temperatura, ó sea la de 38°. Racionalmente aplicado el procedimiento á la creosota dá un medio de preservación eficaz y las maderas inyectadas podrán ser destruidas por acciones mecánicas mucho tiempo antes de exponerse á serlo por la podredumbre. Se puede estimar que los pilotes creosotados á razón de 300 kgs. por metro cúbico durarán á lo menos de 20 á 25 años. Las traviesas para ferrocarril que mal inyectadas no resisten más que de 5 á 10 años, se conservarán de 15 á 18 años con un creosotado apropiado.

La Comisión recomienda no emplear (para la aplicación del procedimiento Barnett) más que el cloruro de zinc exento de toda impureza y de todo ácido libre; presentará una reacción ligeramente alcalina. Aplicado racionalmente el procedimiento del cloruro de zinc constituye también un medio de preservación eficaz. Las traviesas inyectadas á razón de 4 kgs. por metro cúbico para un clima seco y de 8 kgs. para un clima caliente y húmedo, se conservarán de 10 á 14 años.

El procedimiento zinc-creosota ha asegurado en Alemania la conservación de traviesas durante 12 á 18 años. Sin embargo este procedimiento, como los de Rüping y de Lowry son demasiado recientes en los Estados Unidos para que la Comisión pueda emitir su opinión.

Cualquiera que sea el modo de aplicación adoptado, por presión sobre células llenas, vacías ó llenadas parcialmente, hay algunos principios generales de los cuales no hay que apartarse. Desde luego, la madera debe ser secada al aire libre, porque en estas condiciones se trata mejor; luego, la temperatura de tratamiento no deberá exceder jamás de 107°; no excederá el punto en que podría perjudicar, ya sea la madera, ya sea el medio de preservación, pero será lo bastante elevada para asegurar lo mejor posible la fluidez del preservativo y



para provocar eficazmente la apertura de las células de la madera. En tercer lugar, el tratamiento, á fin de ser económico deberá ser rápido.

En fin toda la madera de una carga deberá ser inyectada de un modo homogéneo y entero. El procedimiento á vaso abierto no opera más que una absorción, y en el caso más favorable, para una madera muy porosa como lo es la albura de pino, la penetración no excede de 3 á 4 centímetros. En el procedimiento por presión, toda la madera que entre en una carga deberá ser homogénea en lo que concierne á la penetración del líquido preservativo.

En Francia también se han hecho interesantes investigaciones sobre la cuestión del secado de la madera, pudiéndose citar las de los Sres. Devaux y Bouygues respecto la penetración del calor en las maderas.

Estas investigaciones han sido efectuadas conforme la petición de la administración de los ferrocarriles del Estado, sobre las traviesas de pino inyectadas, en Saint-Mariens, en la fábrica de su red, de una mezcla de creosota y cloruro de zinc. Las traviesas son desde luego sometidas en la estufa á 110° durante 30 á 50 minutos, luego á un vacío de 60 mm. durante 46 minutos, y finalmente se introduce en los cilindros, en que están colocadas las traviesas, la mezcla antiséptica llevada de antemano á 80°—90°. Una vez el líquido introducido, se ejerce una presión de 6 kgs. durante 20 á 25 minutos. En estas condiciones, la penetración y el equilibrio de la temperatura se establecen muy lentamente entre las diferentes capas de la madera. La temperatura máxima ha variado entre 50° para el corazón y 55° para la albura. En consecuencia, ni el antiséptico, ni el calor penetran lo suficiente hasta el corazón. En todos los casos el tenerlas previamente en la estufa produce una absorción de agua poco considerable, pero representando de 1 á 2 kgs. por traviesa.

Aun empleando el vapor recalentado á 140°, es muy difícil llevar la traviesa á la temperatura de 100°.

---

CHIMENEAS DE PALASTRO.—A pesar de ser estas chimeneas conocidas desde hace años y de haberse extendido bastante su empleo, existe aún contra ellas un cierto prejuicio, debido á lo menos en parte á que muy amenudo han sido consideradas como instalaciones provisionales. Además su apariencia por lo general poco decorativa y de mal efecto y el empleo de vientos les hacen muy poco reclamo. Sin embargo, esto solo puede decirse de las antiguas chimeneas, pues actualmente se hacen en chapa de acero, tan elegantes como las de ladrillo y presentando sobre estas algunas ventajas que las harán apreciar cada día más. Hoy es ya excepcional y por causa de fundaciones insuficientes ú otras que se tengan que sostener por medio de vientos. En cuanto á duración las hay en Inglaterra y aún más en los Estados Unidos que tienen 30 y 40 años y no dan todavía ninguna señal de deterioración seria.

En muchos casos se han hecho chimeneas de chapas de acero que

no han presentado una suficiente resistencia, no porque estuviesen mal estudiadas ó mal construidas, sino porque las planchas tenían poco grueso. Para estas construcciones no deben emplearse planchas de menos de 7'5 mm. de espesor cuando se ven muchas que no tienen más que 6 mm. Lo que se gana en la resistencia y la estabilidad obtenida por el empleo de planchas más gruesas, no guarda proporción con la diferencia de precio que recae sobre los materiales, pues el trabajo es el mismo.

Es aconsejable, aun cuando no sea indispensable revestir su interior con ladrillos refractarios hasta una altura de 6 á 7'50 metros á partir del suelo. Se deben pintar las planchas á lo menos cada tres años y si se ha tenido la precaución, como debe hacerse, de disponer en el exterior poleas y cables metálicos, la operación de la pintura no presenta ninguna dificultad. Una de las mejores pinturas que pueden emplearse á este objeto es el minio triturado con el aceite de lino, todos de buena calidad; sin embargo se citan muchas chimeneas que han sido pintadas con éxito por medio del grafito.

La superioridad de la chimenea de chapa de acero, sobre la de ladrillo se justifica por las siguientes razones: desde luego, en general no cuesta más que la mitad de la otra. Una chimenea metálica de 30'50 metros de altura y 1'525 de diámetro, construida con planchas de 7'5 mm. de espesor, puede construirse por 5000 francos. El tiempo necesario para su erección está igualmente en favor del metal; no se necesita mucho más de 27 días, ó sea menos de un mes. Ofrece menos superficie al viento, por ser sus dimensiones exteriores menores que las de una chimenea de ladrillo.

Las chimeneas de palastro están absolutamente al abrigo del rayo y formando conductor por sí mismas, no tienen necesidad de pararrayos. Muchos ingenieros, á dimensiones iguales que las de ladrillo, las consideran como dando un mejor tiraje. Por todas estas razones, no parece haya duda de que una chimenea de palastro, de dimensiones aprovechadas y bien construídas sea de un uso perfectamente seguro y de duración.

Una revista inglesa de la cual tomamos estas observaciones hace la descripción de una chimenea de palastro, establecida en una fábrica de Inglaterra, teniendo una altura de 36 m. 60 sobre el suelo y 1 m. 83 de diámetro interior; descansa sobre un macizo de fundación de 3 m. 50 hecho con hormigón de cemento Portland, por el intermedio de una placa de fundación formada de diferentes piezas atornilladas juntas y con la fundación. El diámetro de la base es doble del del cuerpo y el enlace se hace por medio de una curva en una altura de 5 veces el diámetro de la chimenea. En la parte superior se encuentra un capitel de palastro embutido que es más ligero que de fundación. Una escalera metálica está dispuesta en el exterior en toda la altura. Es de notar que las fundaciones son mucho menos costosas para las chimeneas metálicas cuyo peso, con relación á las de ladrillo está en la proporción de 1 á 8.

---

EL PESO DE LA NIEVE.—El Dr. Ingenieur L. Schaller, de Danzig, acaba de publicar los resultados de sus observaciones sobre el peso de la nieve sobre las cubiertas en diversas comarcas de Alemania, sentando el principio de que dicho peso depende directamente de la altura del lugar sobre el nivel del mar. Llamando  $h$  á esta altura en metros, la fórmula que da el peso de nieve necesario para calcular los techos, es:  $p = 60 (1 + 0,002 h)$ , siendo  $p$  el peso por metro cuadrado de superficie cubierta. Esta fórmula, según hace notar la «Schweizerische Bauzeitung», está de acuerdo con la carga de 75 kg. por m<sup>2</sup> que se adopta para las comarcas poco elevadas. En nuestro país no puede emplearse, naturalmente, esta fórmula; pero disminuyendo el término constante, podría servir quizás de criterio y de guía para hacer observaciones.

COMPRESIÓN FLUIDA DE LOS LINGOTES DE ACERO.—La formación de sopladuras en el interior de los lingotes de acero es un fenómeno muy conocido de los metalurgistas. Estas sopladuras alcanzan á veces de 30 á 40 % de la longitud del lingote, y después, aunque se logre soldar el metal en la forja ó el laminado, el metal carece de homogeneidad y se encuentra en él carbono, azufre, fósforo y otros elementos en proporciones excesivas. Para evitar estos inconvenientes, se usa desde hace algunos años en Francia el procedimiento de compresión fluida de Harmel, que está también extendido en toda Europa.

El metal se funde en un molde vertical alargado cuyo extremo pequeño va arriba. Como el molde tiene cierta masa y está bastante frío en el momento de la colada, el lingote se solidifica en toda su superficie. La solidificación tiende á producir un aplastamiento en sentido del espesor, pues al mismo tiempo la base del molde que es móvil y va montada sobre el émbolo de una prensa hidráulica, comprime el lingote y obliga á las paredes á permanecer en contacto con las paredes del molde. Un segundo émbolo colocado por encima, puede añadir su acción á la del émbolo inferior.

La compresión se continúa durante el tiempo necesario para la solidificación completa, el cual varía según la dimensión de los lingotes. Un lingote de 60 toneladas se solidifica en cinco horas; uno de 50 kilogramos en pocos minutos. La compresión de los lingotes grandes es difícil por la fuerte presión que exige. Esta compresión necesita una observación continua á fin de comprobar que va siguiendo la contracción del metal. Con este fin se retira el émbolo superior y se sigue el movimiento del inferior por medio de un aparato indicador: Para hacer salir el lingote después de solidificado, se empuja con el émbolo superior.

## BIBLIOGRAFÍA

FABRICATION ET EMPLOI DES MATÉRIAUX ET PRODUITS RÉFRAC-  
TAIRES UTILISÉS DANS L'INDUSTRIE, par *Albert Granger*, Docteur es  
Sciences, Professeur de Technologie á l'Ecole d'Application de la Ma-  
nufacture Nationale de Sèvres.—París, Librairie Polytechnique, Ch.  
Béranger, Editeur, 15, Rue de Saints-Pères.—Un volume in 8° con-  
tenant 172 figures dans le texte.—Prix relié: 15 francs.

Hay varias industrias como por ejemplo la metalurgia, la cerámi-  
ca, la fabricación del vidrio, que efectúan sus operaciones á tempe-  
ratura elevada y que para la construcción de los hornos, aparatos y  
recipientes, necesitan disponer de materiales y productos refracta-  
rios que pueden soportar la acción continua del calor sin perder sus  
cualidades de solidez.

Dado el desarrollo cada día creciente de tales industrias, dichos  
materiales revisten hoy verdadera importancia y por ello, el autor se  
ha propuesto en este volumen pasar en revista las diversas materias  
que pueden entrar en la constitución de los productos refractarios y  
el modo de fabricación de estos productos, así como los métodos de  
ensayos á los cuales algunas veces la práctica tiene necesidad de so-  
meterlos. Por otra parte, su objeto no ha sido de tratar la cuestión  
en toda su extensión en un libro de extensión limitada, sino dar una  
idea de lo que esta industria es actualmente y de los recursos de que  
dispone.

El libro está dividido en diez y nueve capítulos. En los seis pri-  
meros sucesivamente trata: de la clasificación de los materiales re-  
fractarios; de la preparación de las primeras materias; de los procedi-  
mientos y aparatos para darles forma; de su desecación; de los apa-  
ratos de calefacción utilizados para su ensayo y cocción y de la  
pirometría. En los nueve capítulos siguientes se ocupa del estudio  
de los diferentes productos que se emplean para la fabricación de los  
materiales refractarios, tales como los arcillosos, aluminosos, silícicos,  
magnésicos, calcáreos, magnésicos y calcáreos, cromados, carbona-  
tados y aquellos á base de óxido de los metales de las tierras raras,  
tratando de todos, en primer lugar de las primeras materias y luego  
de los productos que de ellas se forman. Finalmente, en los cuatro  
capítulos restantes se estudian: la relación entre la fusibilidad de los  
productos refractarios y su composición química; los fenómenos que  
acompañan la acción del calor en los materiales y productos refrac-  
tarios y condiciones que estos deben reunir; el análisis de las mate-  
rias que entran en su fabricación y por último sus ensayos.

Este libro ha de interesar no tan sólo á los fabricantes de estos  
materiales, sino que también á todos aquellos que han de emplearlos,  
pues, lo mismo los unos que los otros encontrarán en él gran cantidad  
de datos y detalles que han de serles de grandísima utilidad.

TRATADO DE ANÁLISIS QUÍMICO, por *D. José Agell y Agell*, Profesor de la asignatura en la Escuela Superior de Industrias de Villanueva y Geltrú.—Un volumen en 8º de 568 páginas.—Barcelona 1910.—Precio: 15 pesetas.

La presente obra á más de la importancia que en sí tiene, dado el asunto que trata, ofrece la particularidad de estar basada en la teoría de los iones, siguiendo el moderno método de Arrhenius, por lo cual la hace aún más interesante. Por ello, no obstante, y al objeto de facilitar su manejo á los que aún no están familiarizados con estas nuevas teorías, ha puesto al lado de la representación del ion respectivo, el nombre de la sal que le contiene y cuya solución sirve de reactivo, con letra de otro tipo. Además, al objeto, tanto de refrescar los conocimientos de química á aquellos que no la practican continuamente, como para aquellos que han de emprenderlos de nuevo, la obra empieza con unas Nociones de Química General indispensables para el estudio del Análisis químico, dominando en todas ellas un plan racional expuesto con grandísima claridad y método.

Está dividida en cuatro partes. La primera como se ha dicho, la constituyen unas Nociones de Química general en las cuales están incluidas todas las teorías de Química moderna aplicables al Análisis y todos los caracteres y reacciones de los cuerpos elementales y de sus iones derivados, de que se vale el Análisis al hacer la investigación de los cuerpos. La segunda parte, en la que se entra de lleno en el Análisis, se empieza dejando á los alumnos la facultad de hacer una clasificación de los cuerpos estudiados en la primera, recordando sus reacciones, para que de este modo comprendan todo el valor que tienen las clasificaciones, que deben considerarse como medios artificiales para facilitar el estudio, para lo cual, además, el libro contiene cuadros resumen de la marcha analítica seguida. En la parte tercera se estudia con todo el detalle la determinación cuantitativa de los cationes y acciones en sus tres métodos principales: gravimétrico, volumétrico y eletrolítico. Finalmente en la parte cuarta, el autor explica las determinaciones de algunos análisis especiales, comprendiendo el estudio somero de todos aquellos que se exigen en las Facultades y Escuelas en que se estudia el Análisis Químico, empezando con varios análisis detenidos por otros tantos minerales que se toman como tipo, y sigue el análisis de aleaciones, con una sección de Metalografía; contiene, además, una parte destinada al análisis de alimentos y bebidas, como: el agua potable, las aguas minerales, la leche, el vino, la cerveza, los aceites y grasas, el pan y la harina; otra parte al análisis de los combustibles y por último una de Química legal, para el análisis de las manchas de sangre, investigación de falsificaciones y determinación de substancias tóxicas en caso de envenenamiento.

Tal es en resumen esta obra, que juzgamos de verdadera utilidad, tanto á los alumnos de Farmacia, de Ciencias y de Ingenieros, á los de los peritajes químicos, como á los farmacéuticos, licenciados en ciencias, médicos, ingenieros, peritos químicos y cuantos se dedican al análisis químico, siendo de esperar que de todos será bien acogida.

IL CEMENTO ARMATO E LA SUA APPLICAZIONE IN PRÁTICA, per l'Ing. *Cesare Pesenti*, Direttore técnico delle Società Italiana dei cementi et delle calci idraulique.—Milano, Ulrico Hoepli, Editore.—Un vol, in 4º con molte figure, su tavole grafiche, tabelle esempi pratici.—Prezzo: L. 5,50.

Es en extremo interesante el presente libro con el cual el autor con gran cariño y gran conocimiento del asunto, ha venido de un modo altamente útil y luminoso á llevar su tributo lo mismo á la técnica que á la práctica de las construcciones de cemento armado. Significa una labor hoy rara para desarrollar el asunto bajo la base de largos estudios y de larga experiencia, con el fin de hacer accesible á todos, lo que científicamente parecía más bien oscuro y que hasta hace poco sólo el empirismo lo monopolizaba.

Realmente, en el estudio evolutivo de cualquiera idea vital, se encuentra casi siempre que una conquista, un descubrimiento, una innovación cualquiera, antes que se presente con su plena realidad, el público, lo mismo docto que indocto atraviesa un periodo nebuloso de incertidumbre, de divagaciones, casi de misterio, durante el cual, son muchos los que explotan aquel estado de cosas y muy pocos los que tienen abnegación para hacer del dominio público los resultados conseguidos con su práctica.

El libro, lleno de fotografías, de figuras, de diagramas, de tablas y de ejemplos prácticos originales perfectamente demostrativos y á todos accesibles, está editado con verdadero gusto y no es de dudar que será bien acogido por todos aquellos que tienen interés en conocer á fondo el cemento armado, pues su estudio ha de serles altamente instructivo y provechoso.

---

LE PROVE DEI MATERIALI DA COSTRUZIONE E LE COSTRUZIONI IN CEMENTO ARMATO, in relazione specialmente alle norme Ministeriali Italiane, per l'Ing. *Giulio Revere*.—Milano, Ulrico Hoepli, Editore.—Un vol. di 500 pag. con molte figure.—Prezzo: L. 11.

El gran desarrollo que la técnica de los materiales de construcción ha alcanzado en estos últimos años, ha dado lugar á una abundante bibliografía sobre tan importante asunto. Sin embargo es raro que las obras compendien todas las principales investigaciones, las conclusiones más interesantes establecidas hasta ahora, especialmente en relación con los trabajos técnicos ejecutados, que en alto grado han contribuido al progreso de la nueva ciencia. El autor ha satisfecho esta necesidad con su libro, en el cual expone en forma elegante y muy amenudo original, las principales nociones relativas á los metales, á las cales y cementos, á las piedras, á los ladrillos y á la madera, y resume los trabajos más recientes, los problemas en curso de estudio, que fueron sancionados ó discutidos en los últimos congresos por los técnicos especialistas.

En la primera parte expone unas nociones generales teóricas de los problemas y de los fenómenos que se refieren á los materiales de construcción y de ahí expone la resultante experimental relativa á

los diversos materiales y también los conceptos fundamentales que han precedido á las normas oficiales para el ensayo de los metales y del cemento, para la inspección y pruebas de las construcciones de cemento armado. En la segunda parte trata de las construcciones de cemento armado, tanto bajo el punto de vista práctico y constructivo, como del experimental y teórico. Las numerosas figuras representan tipos de construcciones de cada género, edificios industriales, silos, depósitos, puentes, fundaciones, etc., llevadas á cabo en diferentes sitios. En la parte teórica el autor sigue los principios de cálculo indicados en la Norma Ministerial Italiana, que desarrolla en aplicaciones prácticas y ejemplos numéricos.

Esta importante obra es una de las que no deben faltar en la biblioteca de un técnico, por contener gran número de útiles datos prácticos, indispensables á los que se ocupan de construcciones ó á los que quieren hacerse un arsenal suficiente de datos respecto los métodos más recientes de prueba de los materiales y de su aplicación en las obras de cemento armado, y por esto no dudamos que obtendrá una muy buena acogida como se merece.

---

GEOGRAFÍA GENERAL DE CATALUÑA, dirigida por *D. Francesch Carreras y Candi*. - Barcelona, Establiment editorial de Albert Martín, Consejo de Ciento, 140.—Cada provincia formará un tomo de unas 500 páginas, repartiéndose por cuadernos de 32 páginas al precio de 2 reales.

En los cuadernos 111 y 112 de esta obra, que tan acertadamente viene publicando esta casa editorial, se continúa en el primero la descripción del partido judicial de Solsona, de los monumentos que existen en Pons, Riner y San Lorenzo de Morunys, comenzándose el partido de Sort.

El 112 corresponde á la ciudad de Barcelona, escrito por *D. Francisco Carreras Candi*, abarcando el período histórico de los siglos X al XII, y en él se hace un detenido estudio del desenvolvimiento de la ciudad, desarrollo del condado, leyes que para su gobierno se introdujeron, conquistas realizadas, monumentos edificados, etc.

Ambos cuadernos están ilustrados con profusión de grabados, reproduciendo facsímiles de firmas, monedas, sellos, vistas de monumentos y poblaciones.

Siendo esta obra la más completa y bien presentada que en su género se ha publicado en Cataluña y por contener gran número de curiosos é interesantes datos, hacen de ella un libro en extremo interesante que recomendamos á nuestros lectores.

---