

REVISTA DE OBRAS PUBLICAS

PUBLICACIÓN TÉCNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

PIRÓMETRO METÁLICO DE FÉRY

Este pirómetro constituye la última creación pirométrica del Profesor C. Féry, de París, inventor del conocido pirómetro óptico que lleva su nombre. Es un instrumento sencillísimo y de una gran aplicación, desde el punto de vista industrial, para determinar con facilidad y rapidez las temperaturas superiores á las del rojo oscuro.

El aspecto general del aparato es parecido al de un antejo, con la diferencia de que además lleva una escala circular con una aguja indicadora, estando montado sobre un trípode para facilitar su empleo. Para medir temperaturas

cos, facilitándose el trabajo del operador, en lo que se refiere á la observación del cuerpo candente, con la aplicación de las leyes ópticas.

Teoría del pirómetro.—El funcionamiento de este aparato se funda en dos leyes muy conocidas; la primera es

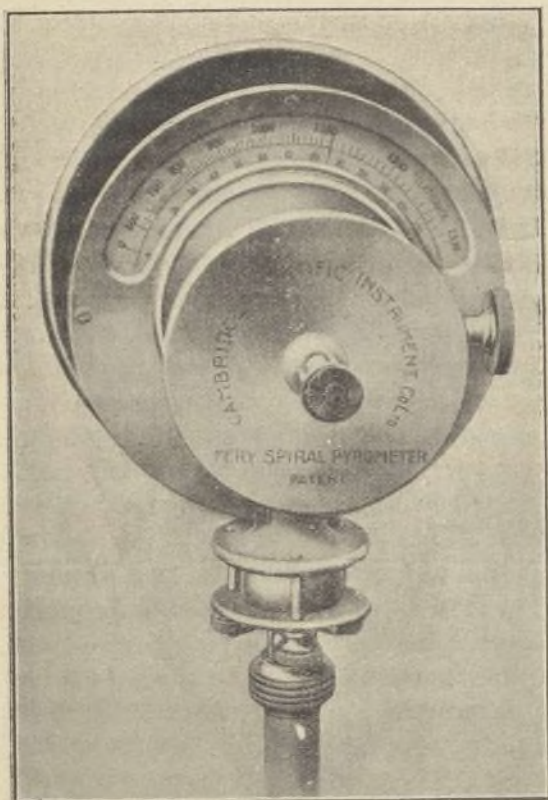


Fig. 1.ª

con este aparato se le dirige hacia el hogar ó cuerpo candente y se lee el número que señale la aguja sobre la escala graduada. El instrumento encierra en sí mismo todo lo que es necesario para su funcionamiento, y su fundamento está constituido única y exclusivamente por principios mecáni-

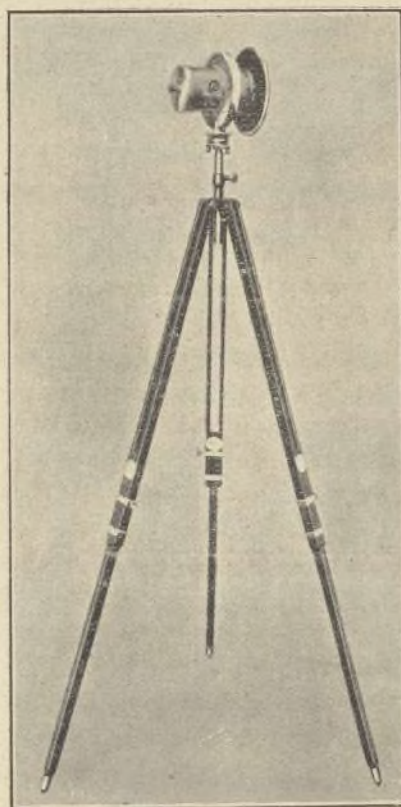


Fig. 2.ª

que todos los cuerpos emiten radiaciones térmicas, y la segunda que todos se dilatan cuando se calientan, aunque entre límites muy distintos en unos y otros. Por lo que se refiere á la primera, la cantidad de calor que un cuerpo emite crece muy rápidamente con la temperatura, tanto que el fenómeno es apreciable antes de que la de aquél sea lo suficiente elevada para producir radiaciones luminosas. Las radiaciones térmicas se pueden reflejar y concentrar en un foco de la misma manera que estas últimas, de tal manera, que siempre que un espejo cóncavo produce la imagen luminosa de un cuerpo candente forma en el mismo sitio la calorífica correspondiente. Un ejemplo de lo que se acaba de exponer le constituye el fenómeno conocidísimo de que-

mar un papel con una lente de cristal que recibe los rayos del sol, y el cual se realiza también, y mejor, con un espejo cóncavo, razón por la cual Féry ha adoptado este sistema en su pirómetro.

Las radiaciones térmicas que emite el cuerpo candente sobre el cual se ha enfilado el aparato inciden sobre un espejo cóncavo que las concentra en el foco correspondiente. Para medir el calor en este punto se utiliza la dilatación de los metales en la siguiente forma: cuando dos hojas de metales distintos, cuyos coeficientes de dilatación son muy diferentes, se sueldan una con otra, formando una sola hoja, sus dos caras se dilatarán ó contraerán desigualmente, de tal manera, que si uno de los extremos está fijo, el otro se encorvará en cantidad muy apreciable por pequeña que sea la variación de temperatura. Una aplicación corriente de este principio son las ruedas de compensación de los buenos relojes, cuya llanta está constituida con dos metales distintos, dispuestos de tal manera, que cuando la temperatura aumenta y se dilatan los radios de la rueda, la llanta se encorva hacia el centro, en forma tal, que la distribución del peso alrededor del eje permanece constante.

En el pirómetro metálico de Féry la hoja metálica, constituida por dos metales distintos, se lamina hasta que su espesor es suficientemente pequeño y se arrolla en forma de espiral, fijando el borde interior y dejando libre el exterior, el cual lleva una aguja indicadora de aluminio, cuyo extremo se mueve delante de una graduación circular al desarrollarse la hoja metálica por efecto de la elevación de temperatura. Las dimensiones de la espiral son muy pequeñas, 3 milímetros de diámetro y 2 milímetros de ancho. El aparato se calibra de tal manera, que las lecturas de la punta de la aguja son las temperaturas del cuerpo observado.

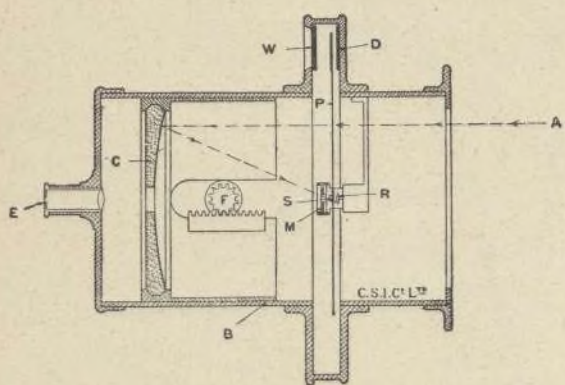


Fig. 3.ª

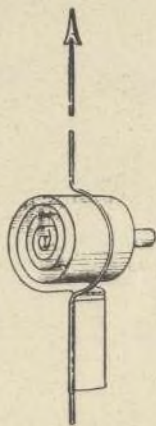


Fig. 4.ª

La figura 4.ª es una sección transversal del instrumento en escala $\frac{1}{3}$, y en ella, S es la espiral, cuya ampliación en escala 4×1 representa la figura 3.ª, A es un rayo calorífico procedente del cuerpo observador, que la cara cóncava del espejo C refleja sobre la espiral, detrás de la cual está el pequeño reflector R, que tiene por objeto reflejar los rayos que hayan podido pasar por las vueltas de la espiral; E es el ocular con el cual se observa la imagen del cuerpo caliente que se forma en el espejo plano M, F es un piñón con su cremallera para regular la distancia entre el espejo cóncavo y la espiral, P la aguja indicadora, D la escala y W la ventana con cristal para hacer las lecturas.

El pirómetro de Féry es un instrumento portátil cuyo funcionamiento se comprende sin dificultad alguna y que se maneja muy fácilmente. Treinta segundos son suficientes

para enfilar el objeto observado y medir su temperatura. Su apreciación no es muy grande, pero en instrumentos bien calibrados las temperaturas leídas difieren de las verdaderas en un 1 ó 2 por 100 á 1.000° c., lo cual es muy suficiente en las aplicaciones industriales. No es posible construir este tipo de pirómetro como registrador, al contrario de lo que sucede con el de radiación de par termoelectrico del mismo Féry.

Para que las indicaciones de cualquier pirómetro correspondan á temperaturas exactas, es indispensable que el cuerpo caliente observado esté contenido en un recinto cuyas paredes tengan la misma temperatura que aquél, circunstancia que se verifica en la mayor parte de las aplicaciones, siendo de muy poca importancia el error que se comete al hacer las observaciones con la puerta del horno ó muflas abiertas, error que puede evitarse adoptando la disposición

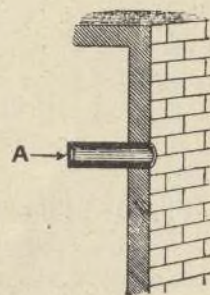


Fig. 5.ª

que representa la figura 5.ª, esto es, colocando en la pared del horno un tubo de hierro ó de arcilla refractaria, cuya base A está cerrada y la otra abierta. Como dicho tubo adquiere la temperatura del horno en una gran parte [de su longitud, constituye, con aproximación suficiente, un recinto cerrado cuyas paredes poseen una temperatura muy elevada, de tal manera, que enfilando el pirómetro á la base A, se puede medir su temperatura, y, por consecuencia, la que existe en el interior del horno, sin que en éste penetren corrientes de aire frío y sin que las llamas salgan al exterior. Cuando se observa con el pirómetro un crisol que contiene metal fundido, un lingote de acero ó cualquier otro cuerpo que no está contenido en un recinto con paredes candentes, las temperaturas obtenidas son inferiores á las efectivas, en un grado que depende principalmente de la naturaleza de la superficie de aquéllos; así, por ejemplo, con el carbón, las diferencias entre una y otra temperatura son muy pequeñas, porque esta sustancia reúne las condiciones de lo que se llama un *cuerpo negro*, mientras que si se trata de un crisol de cobre con la superficie limpia, aquellas diferencias pueden pasar de 100° c.

Aunque no es posible precisar el valor de este error, porque en él tienen mucha influencia las condiciones locales, sin embargo, si éstas varían poco, será aproximadamente

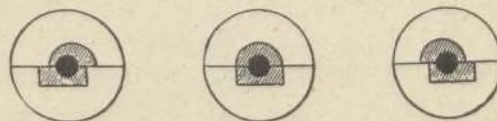


Fig. 6.ª

constante, y puede determinarse experimentalmente, evaluando la temperatura del cuerpo fuera y dentro del horno, ó comparando la lectura del pirómetro con la de un par termoelectrico.

El pirómetro metálico de Féry tiene una disposición especial para enfocar con facilidad y prontitud, que consiste en

dos pequeños espejos en forma de cuña colocados en el interior, en los cuales se refleja el horno ó cuerpo caliente que se observa; si el instrumento está enfocado, la imagen que se ve tiene la apariencia del esquema central de la figura 6.^a, en el cual la circunferencia exterior representa el contorno de los espejos, la superficie rayada la imagen del orificio de la pared del horno, y el círculo negro la espiral; si no se ha enfocado bien, la imagen observada tiene el aspecto de uno de los esquemas de la derecha ó de la izquierda y se corrige este defecto con el piñón F .— Ω .

ESTUDIO DE LA CATENARIA

Y DE SUS APLICACIONES MECANICAS

POR D. JOSÉ TOUS Y BIAGGI

Académico de la Real de Ciencias y Artes de Barcelona.

(CONTINUACIÓN)

Propiedades y aplicaciones mecánicas.

Es la catenaria una curva esencialmente mecánica, y de esta esencia derivan todas sus propiedades geométricas, y siendo tantos los cuerpos y las construcciones en que la única fuerza que sobre ellas actúa es la de la gravedad, de aquí que se preste á muchas aplicaciones. Es verdad que su forma exige que el cuerpo sea absolutamente flexible, cosa que en la realidad nunca sucede; pero son muchos los casos de equilibrio de cuerpos que se aproximan á este estado ó que, á lo menos, la asimilación á él contribuye á formarse un concepto aproximado de sus condiciones de equilibrio.

Si un hilo se suspende por sus extremos en dos puntos cualesquiera, la línea que forma es, entre todas las que pueda formar, la que tiene el centro de gravedad más bajo. Este principio es tan esencial, como el del estado de equilibrio, que generalmente se toma como punto de partida; los dos son inseparables; enunciar el uno es indirectamente enunciar el otro, y ambos parece que son formas particulares de un enunciado más general, que parece ser determinar el estado de un hilo absolutamente flexible sujeto por sus extremos y sometido á la acción de la gravedad sin que ésta pueda modificar dicho estado. Dados los conceptos de centro de gravedad y de estado de equilibrio, se desprende: 1.^o, que si la gravedad modificara el hilo sería moviendo en su dirección al centro de gravedad, por razón de efecto ó causa, de modo que si por hipótesis no lo puede modificar, no lo podrá bajar. El teorema de d'Alembert sobre el movimiento del centro de gravedad de un sistema material y el teorema del trabajo virtual aplicados á este caso son formas análogas de la misma proposición; 2.^o, que si la gravedad no puede hacer bajar el centro de gravedad del hilo como causa, no producirá efecto, y como se supone que el hilo no está sometido á ninguna otra causa modificadora ó fuerza, el hilo permanecerá siempre en el mismo estado, al que llamamos forma de equilibrio. Son, pues, dos enunciados de un mismo principio: el usual, ó como forma de equilibrio, es más sensible; el que parte del centro de gravedad, más ideal.

La posición del centro de gravedad pocos autores la tratan; Moseley, en la obra citada, la determina para el caso particular de una catenaria cuya cuerda es horizontal. En

general, y para un arco cualquiera de ella, cuyas abscisas sean x'' x' , sus coordenadas valdrán:

$$x_g = \frac{\int_{x''}^{x'} x d.s}{s' - s''} \quad y_g = \frac{\int_{y''}^{y'} y d.s}{s' - s''}$$

ó sea poniendo en vez de y y de $d.s$ sus valores, en el supuesto de tomar el parámetro igual á la unidad:

$$x_g = \frac{\frac{1}{2} \int_{x''}^{x'} x (e^x + e^{-x}) d.x}{s' - s''} \quad y_g = \frac{\frac{a}{4} \int_{y''}^{y'} (e^x + e^{-x})^2 d.x}{s' - s''}$$

ecuaciones que, integradas por los métodos usuales, dan los valores de las coordenadas que se buscan; pero para que sirva de muestra de la facilidad con que estos problemas referentes á la catenaria se resuelven por las funciones hiperbólicas, se integran aquí poniéndolas bajo esta forma, con lo que se reducen á

$$x_g = \frac{\int_{x''}^{x'} x \cos h. x d.x}{s' - s''} \quad y_g = \frac{\int_{x''}^{x'} \cos h^2. x d.x}{s' - s''}$$

que integrando por partes dan fácilmente:

$$\int x \cos h. x d.x = x \sin h. x - \int \sin h. x d.x = x \sin h. x - \cos h. x = xs - y$$

$$\int \cos h^2. x d.x = \sin h. x \cos h. x - \int \sin h^2. x d.x$$

y recordando que: $\cos h^2. x - \sin h^2. x = 1$ resulta:

$$\int \sin h^2. x d.x = \int (\cos h^2. x - 1) d.x = \int \cos h^2. x - x$$

que sustituida á la anterior da en seguida:

$$2 \int \cos h^2. x d.x = \sin h. x \cos h. x + x = sy + x$$

lo que da para las coordenadas buscadas:

$$(36) \quad x_g = \frac{x's' - x''s'' - y' + y''}{s' - s''}$$

$$(37) \quad y_g = \frac{s'y' - s''y'' + x' - x''}{2(s' - s'')}$$

que para el caso de una catenaria cuya cuerda sea horizontal, por ser $x'' = -x' = \frac{d}{2}$, $s'' = -s'$ y también $y'' = y'$, siendo d la cuerda y poniendo $2s' = s$ resultarán:

$$x_g = 0; \quad (38) \quad y_g = \frac{2s'y' + 2x'}{2(s' + s')} = \frac{y'}{2} + \frac{d}{2s}$$

llamando f á la flecha de la curva, que vale $y' - 1$ por haber tomado el parámetro igual á la unidad, y restando ésta de ambos miembros, el primero es la distancia del centro de gravedad al vértice y vale:

$$(39) \quad \frac{f-1}{2} + \frac{d}{2s}$$

En toda catenaria las tensiones del hilo en sus extremos, y en general en dos puntos cualesquiera, concurren en un punto de la vertical que pasa por el centro de gravedad del hilo comprendido entre dichos puntos. Cosa evidente desde el momento en que se supone el hilo en equilibrio bajo la acción de su peso y la de dichas tensiones, que en el caso de considerar los puntos extremos son las reacciones de los apoyos.

Como se ha indicado, fué esta la propiedad de que partieron los primeros geómetras que determinaron la forma de la catenaria, refiriendo una de dichas tensiones al punto más bajo de la línea.

De aquí se puede deducir fácilmente la tensión del hilo en un punto cualquiera, pues tomando un trozo de hilo desde el punto más bajo en el que la tensión T_0 se ha visto al principio que valía pa , hasta otro punto cualquiera en el que la tensión es T , el triángulo rectángulo formado por las tres fuerzas en equilibrio T_0 , ps , T (fig. 1.^a) da

$$(40) \quad T = \sqrt{(pa)^2 + (ps)^2} = p \sqrt{a^2 + \frac{s^2}{4} \left(e^{\frac{x}{a}} - e^{-\frac{x}{a}} \right)^2}$$

$$= p \frac{a}{2} \left(e^{\frac{x}{a}} + e^{-\frac{x}{a}} \right) = py$$

propiedad notable y sencilla, la de que la tensión en un punto cualquiera sea igual á la de un peso de hilo de longitud igual á la ordenada correspondiente á dicho punto.

De la ecuación (20) resulta que el área comprendida entre los ejes coordenados, una ordenada cualquiera, y el arco correspondiente es proporcional á este arco y, en general, igual á este arco multiplicado por el parámetro, de donde resulta que si en cada punto de la catenaria hubiera suspendido un peso proporcional al producto $y \cdot d \cdot x$, ó sea á un elemento vertical de área, por ser éste proporcional á $d \cdot s$, sería como si este elemento pesara más por unidad de longitud, y como la forma de equilibrio se ha visto al principio que no depende para nada de este coeficiente, resulta que la catenaria es la forma de equilibrio para una cuerda ó hilo así cargado. La ecuación (40) da la tensión en un punto cualquiera, poniendo por valor de p , no sólo el peso de la unidad de cuerda, sino además otro igual al peso cargado en la forma antes dicha sobre la misma unidad. Sería este caso, para darle una forma visible, aquel en que á lo largo de la cuerda se suspendieran otras cuerdas, de cualquier peso por unidad de longitud, si bien constante, cuyos extremos llegaran al eje de abscisas y que tuvieran un diámetro $d \cdot x$.

Si la catenaria, sea en la forma usual, sea en la que se acaba de describir, se proyecta rectangular ú oblicuamente sobre un plano oblicuo al suyo, la proyección de todas las fuerzas que actúan en el plano primitivo forma en el proyecto un sistema de fuerzas en equilibrio también, formando la proyección una curva de la misma naturaleza que la primitiva. Esto se desprende de que, siendo todas las abscisas rectas paralelas y las ordenadas también, las proyecciones de las unas y de las otras guardarán con las primitivas unas mismas relaciones, de modo que si se llama α la relación de una ordenada con su proyección y ε la de una abscisa con la suya respectiva se tendrá, representando por x , y , las coordenadas de la curva proyectada,

$$y = \alpha y_1; \quad x = \varepsilon x_1.$$

que sustituidas en la ecuación general de la catenaria darán

$$\alpha y_1 = \frac{a}{2} \left(e^{\frac{\varepsilon x_1}{a}} + e^{-\frac{\varepsilon x_1}{a}} \right)$$

y representando $\frac{a}{\varepsilon}$ por c , la ecuación de la curva proyectada es

$$y_1 = \frac{6}{\alpha} \frac{c}{2} \left(e^{\frac{x_1}{c}} + e^{-\frac{x_1}{c}} \right),$$

es decir, una curva cuyas ordenadas son iguales á las de una catenaria de parámetro c multiplicadas por la relación $\frac{6}{\alpha}$, que en el caso de ser $\varepsilon = \alpha$, sería sencillamente una nueva catenaria de parámetro c .

En el caso en que la intersección de los dos planos fuera paralela al eje de abscisas, éstas se proyectarían en verdadera magnitud, εc sería igual á la unidad, y la ecuación de la curva proyectada sería

$$y_1 = \frac{1}{\alpha} \frac{a}{2} \left(e^{\frac{x}{a}} + e^{-\frac{x}{a}} \right),$$

es decir, que sólo las ordenadas de la curva proyectante vendrían modificadas por el factor $\frac{1}{\alpha}$. Asimismo todas las fuerzas paralelas al eje de abscisas no serán modificadas en la proyección, mientras que las paralelas al eje de ordenadas en la proyección serán las primitivas multiplicadas por el mismo factor $\frac{1}{\alpha}$.

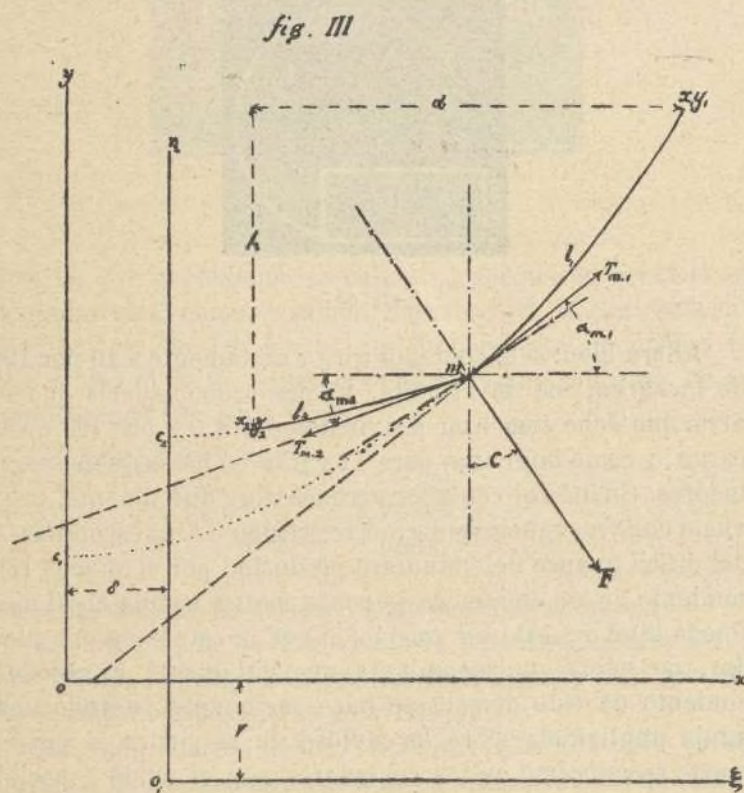
Si una catenaria, sea usual, sea en la forma de curva cargada que antes se ha descrito, se considera invertida colocando arriba el eje de abscisas y la curva abriéndose hacia abajo, es decir, tomando hacia abajo los valores de las ordenadas, el hilo en vez de estar tenso estará comprimido; pero sin que varíen en nada sus condiciones de equilibrio, lo único que habrá será que estará, por razón de su absoluta flexibilidad, en estado de equilibrio inestable. De aquí que la catenaria sea la forma de equilibrio de un arco sometido á la acción de su propio peso ó, por las razones dichas antes, á la de una carga vertical sobre cada elemento de arco proporcional á éste ó, lo que es lo mismo, á la superficie comprendida entre él, sus ordenadas y el eje de abscisas.

Igual consideración puede hacerse respecto á las curvas obtenidas transformando las catenarias por proyección sobre un plano oblicuo al suyo.

Así, pues, la catenaria es la forma de equilibrio que permite construir un arco con el mínimo de espesor de sus dovelas, y también la forma de equilibrio de un arco sometido á cargas sólo verticales (sin que produzcan ningún empuje horizontal), cuya intensidad fuera proporcional al arco ó á la superficie comprendida entre éste y el eje de abscisas colocado ahora en la parte superior. Asimismo, la catenaria transformada por proyección es la forma de equilibrio de un arco sometido á un sistema de fuerzas paralelas, de intensidad proporcional á la superficie comprendida entre el arco, la proyección del eje de abscisas y la de las dos ordenadas extremas del arco. Estos casos son sensiblemente iguales á los de los muros de sillería descansando sobre arcos cuyas dovelas reciban la carga verticalmente, sin empujes laterales.

Un problema de utilidad se presenta en la determinación de los esfuerzos sobre una cuerda ó cable sujeto por sus extremos y sometido á una fuerza en un punto intermedio y que obra en un plano vertical. Se presenta esta cuestión en los transportes aéreos por cable fijo.

Las condiciones de equilibrio pueden establecerse observando que la primitiva cuerda formará ahora dos catenarias, una desde uno de los puntos extremos al punto de aplicación de la fuerza, y otra desde éste al otro punto extremo, en la misma forma que si el punto de aplicación de la fuerza fuera un punto fijo de la cuerda.



Sea m este punto (fig. 3.^a) y F la fuerza que actúa sobre él formando con la vertical el ángulo ϵ . Sean (x_1, y_1) y (x_2, y_2) los puntos fijos ó extremos de la cuerda, cuyo desnivel sea h y d su distancia horizontal, y representétese por l_1 la longitud horizontal de la cuerda $m(x_1, y_1)$ y por l_2 la longitud $m(x_2, y_2)$. El primer trozo de cuerda formará una catenaria cuyos ejes serán ox, oy , y llámese a á su parámetro; igualmente, el segundo trozo formará otra, cuyos ejes serán ox', oy' , y se representarán por γ y δ sus distancias á los ejes ox, oy , siendo paralelos unos á otros, el parámetro de esta segunda catenaria se representará por a_2 . Además, sean $\alpha_{m,1}$ y $\alpha_{m,2}$ los ángulos que las tangentes á cada una de las dos catenarias que concurren en el punto m forman con los ejes de abscisas y s_m, σ_m , las longitudes de catenaria c_1m, c_2m , contadas desde el punto m á los respectivos ejes de ordenadas.

El punto m se halla en equilibrio bajo la acción de las tres fuerzas $F, T_{m,1}$, tensión de la cuerda superior dirigida en la dirección de la tangente á la catenaria superior, en el punto m , y $T_{m,2}$, tensión de la cuerda inferior en las análogas condiciones. Proyectando estas fuerzas en la dirección de F y en otra perpendicular á ella, resultan como condiciones de equilibrio:

$$T_{m,1} \sin(\alpha_{m,1} - \epsilon) + T_{m,2} \sin(\epsilon - \alpha_{m,2}) = F$$

$$T_{m,1} \cos(\alpha_{m,1} - \epsilon) - T_{m,2} \cos(\epsilon - \alpha_{m,2}) = 0$$

en las que, según la ecuación (40) $T_{m,1} = py_m : T_{m,2} = p\eta_m$,

y según las (4), (5), introduciendo en ellas los parámetros a_1, a_2 :

$$\begin{aligned} \sin \alpha_{m,1} &= \frac{s_m}{y_m} : \cos \alpha_{m,1} = \frac{a_1}{y_m} : \sin \alpha_{m,2} = \\ &= \frac{\sigma_m}{\eta_m} : \cos \alpha_{m,2} = \frac{a_2}{\eta_m}, \end{aligned}$$

que sustituidas en las ecuaciones de equilibrio anteriores, desarrollando y reduciendo dan

$$(a) \quad s_m \cos \epsilon - a_1 \sin \epsilon + a_2 \sin \epsilon - \sigma_m \cos \epsilon = \frac{F}{p}$$

$$(b) \quad a_1 \cos \epsilon + s_m \sin \epsilon - a_2 \cos \epsilon - \sigma_m \sin \epsilon = 0$$

Para completar las condiciones del problema, además de las dos condiciones expresadas por las anteriores ecuaciones, falta establecer que el punto m pertenece indistintamente á cada una de las dos catenarias, y que de éstas, la una ha de pasar por el punto (x_1, y_1) y la otra por el (x_2, y_2) , á un desnivel h y distancia horizontal d .

Las relaciones de unas coordenadas con las otras vienen dadas por las ecuaciones:

$$\eta = y - \gamma : \xi = x - \delta$$

siendo negativo el valor de γ en la figura.

La ecuación (6) aplicada al caso presente da las siguientes ecuaciones:

$$y_1 = \sqrt{a_1^2 + (s_m + l_1)^2} : y_m = \sqrt{a_1^2 + s_m^2} :$$

$$\eta_2 = y_2 - \gamma = \sqrt{a_2^2 + (\sigma_m - l_2)^2} : \eta_m = y_m - \gamma = \sqrt{a_2^2 + \sigma_m^2}$$

y el pertenecer el punto m á ambas catenarias exige que:

$$y_m = \eta_m + \gamma, \text{ ó sea que:}$$

$$\sqrt{a_1^2 + (s_m + l_1)^2} = \gamma + \sqrt{a_2^2 + \sigma_m^2}$$

$$x_m = \xi + \delta, \text{ ó sea que:}$$

$$a_1 l_1 \cdot \frac{\sqrt{a_1^2 + s_m^2} + s_m}{a_1} = a_2 l_2 \cdot \frac{\sqrt{a_2^2 + \sigma_m^2} + \sigma_m}{a_2} + \delta$$

(poniendo en esta última, por x , sus valores dados por la ecuación (7) y las anteriores).

(Continuará.)

CONTADORES DE MOTOR

SU EMPLEO Y SU CONTRASTE

Consideraciones particulares sobre los modelos Isaria Werke de Munich.

(Conclusión.)

De tiempo en tiempo (cada dos años próximamente) se comprobará la marcha de los contadores para proceder, en caso necesario, á una nueva verificación si se registran errores por defectos importantes, se principiará por limpiar los dos cojinetes, principalmente el de rubíes, para desembarazarlos del aceitesolidificado que pudieran contener. Al mismo tiempo se pulimentará el rótulo con ayuda de un pequeño vástago de madera rodeada de tela embebida en bencina.

En los contadores de corriente continua se limpian el colector y las escobillas con una pequeña cinta de seda. Una marcha brusca é irregular puede producirse por la presión de unas agujas sobre otras producida por defecto de colocación ó interposición de cuerpos extraños, ó por cortos-circuitos entre dos segmentos consecutivos del colector.

Puede hacerse el examen de las aguas limpiándolas, y ajustándolas de nuevo hacerlas marchar suavemente. Con una lente se puede examinar los segmentos del colector y quitar con un pequeño vástago puntiagudo de madera los cuerpos extraños que pudieran contener las ranuras.

Igualmente se comprobará que el disco de freno no roza contra los imanes y que entre imán y disco no hay ningún cuerpo extraño (limadura de hierro, etc.).

El engranaje de la rueda motriz calada sobre el eje con la primera rueda dentada del minuterio debe ser el conveniente, de modo que los dientes no penetren ni poco ni mucho.

El contraste de los contadores de vatios-hora de corriente continua se hace de la manera siguiente:

Se envía primeramente al contador el 10 por 100 de la corriente máxima para que esté calculado. Durante este tiempo se mantiene la tensión constante, por ejemplo, á 110 ó 220 voltios (según la tensión de la red).

El número de vueltas que dé entonces el contador por kilovatio-hora (ó por hectovatio hora) debe ser igual al que está marcado en la caja del contador.

Carguemos, por ejemplo, un contador de 110 amperios, 220 voltios, con 10 amperios, y observemos con un cronómetro el tiempo en que el contador efectúa, por ejemplo, 60 rotaciones. Supongamos que para esto invierte 66,2 segundos. Se puede calcular que el contador hace las 60 revoluciones en 10 amperios \times 220 voltios \times 66,2 segundos, y por consiguiente en un vatio-segundo.

$$\frac{60}{10.220.66,2}$$

Vuelta y en un kilovatio-hora, que es igual á 3.600.000 vatios-segundos.

$$Ck = \frac{3.600.000}{10.220.66,2} = 1.484$$

El valor impreso en la caja del número de vueltas por kilovatio-hora es, sin embargo, 1.500; el contador gira, por consiguiente, demasiado lentamente, porque se disminuye el numerador, es decir, el tiempo (en el supuesto que los vatios permanezcan constantes) en que el contador hace 60 revoluciones, el valor en la fracción aumenta. Ahora bien; en la bobina auxiliar tengo un medio de variar el número de vueltas del contador para una carga de 10 por 100. Si aproximo la bobina del inducido, el contador gira más de prisa; si, por el contrario, la alejo, más lentamente. Por consecuencia, se puede reglar el contador hasta el número de vueltas por kilovatio-hora que corresponde exactamente al valor indicado.

El efecto de la bobina auxiliar no tiene ninguna influencia en la marcha del contador á cargas elevadas.

Estando reglado el contador exactamente para una carga de 10 por 100 lo contrasto de nuevo para la carga de 100 por 100, es decir, para la carga máxima á que el contador está construído.

La regulación á 100 por 100 se hace mediante el empla-

zamiento del imán de freno. Si el borde externo del imán corresponde exactamente con el borde del disco de freno (figura 6.ª) el efecto obtenido por corrientes de Foucault es máximo; cuando se hace girar el imán en un sentido ó en el otro, la fuerza de frenaje disminuye. Lo regulo, pues, hasta que, para el ejemplo indicado, obtenga de nuevo

$$Ck = \frac{3.600.000, n}{W. t.} = 1.500$$

suponiendo que n es el número de vueltas en el tiempo t para un consumo de V vatios.

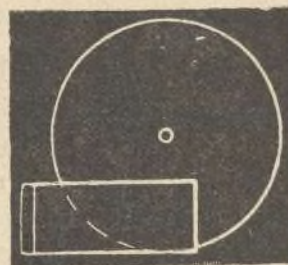


Fig. 6.ª

Ahora bien; si el contador gira exactamente á 10 por 100 de la carga, me doy cuenta, y compruebo además que el arranque debe comenzar próximamente á 0,8 por 100 de la carga, y como mínimo para 11 vatios en los pequeños contadores. Cuando el contador arranca muy difícilmente, proviene con frecuencia de la fuerte presión de las escobillas, ó del difícil avance del minuterio producido por el mucho rozamiento de los dientes de la rueda motriz calada en el eje. Puede también esto ser producido por la rotura de una piedra, que habrá que reemplazar inmediatamente. El reconocimiento de este defecto se hace fácilmente pasando una aguja puntiaguda sobre la cavidad de la piedra. *A priori* puede reconocerse en los contadores por el ruido especial que hacen durante su funcionamiento.

Para determinar el error cometido por un contador para una carga dada, resto el valor indicado por el número de vueltas por kilovatio del valor obtenido y divido la diferencia por el valor indicado. El resultado multiplicado por 100 me da el error en tanto por ciento.

En el ejemplo precedente $Ck = 1.484$ el valor exacto es 1.500.

El error es, por consiguiente:

$$\frac{1.484 - 1.500}{1.500} \cdot 100 = -1,07.$$

El signo menos indica que se trata de un error por defecto, es decir, que el contador gira demasiado lentamente.

Para los contadores de amperio-hora que están contrastados para vatio-hora, admitiendo que la tensión permanece constante, sirve la fórmula que da Ck cuando se trata de contadores que no deben indicar más que amperios hora, se tiene:

$$Ck = \frac{3.600 n}{i. t.}$$

n = número de vueltas en t segundos para una corriente i . El contraste de los contadores amperio-horas no es posible más que cambiando la resistencia del shunt, porque una regulación por medio de los imanes varían no solamente la fuerza de freno, sino también la intensidad del campo.

Para contrastar contadores de vatios-hora de tres hilos

se ponen las dos bobinas de hilo grueso en serie y la tensión se conecta á los dos hilos exteriores. Después se comprueba también cada lado separadamente. Por razones de economía se suele emplear en los laboratorios la tensión de una batería especial de 4 ó 10 voltios, y con una capacidad correspondiente á la magnitud del contador que se verifica. Antes de proceder á la verificación, que siempre es preferible hacer mediante un instrumento de bobinas giratorias, se pone el contador bajo tensión próximamente durante media hora

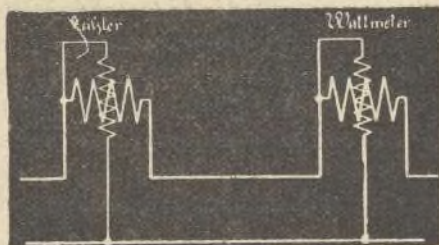


Fig. 7.ª

á fin de que el contador se caliente, porque en servicio el contador está, como es sabido, bajo tensión. El contraste suplementario de los contadores de corriente monofásica se hace como el de los contadores de corriente continua, de la manera indicada en la figura 7.ª

En este caso se tiene:

$$Ch = \frac{3.600.000. n}{W. t.}$$

w es el consumo de vatios medido con un vatímetro.

La regulación se hace en este caso igualmente á 100 por 100 de la carga con imanes de frenaje, y á 16 por 100 de la carga con las aletas de arranque.

La comprobación de los contadores trifásicos para carga desigual de las tres fases que, como anteriormente he tenido ocasión de indicar, están provistos de dos sistemas, actuando ambos en una parte giratoria común, se hace de la manera siguiente: se contrasta el sistema inferior separadamente, después se conectan en oposición las dos bobinas de hilo grueso de los dos sistemas, conectando de la manera ordinaria las bobinas de tensión. En seguida se desplaza el stator en derivación móvil del segundo sistema hasta que el contador se pare.

La verificación suplementaria de los contadores trifásicos para carga igual de las tres fases se hace mediante un punto neutro artificial, con tres resistencias iguales, cuando se opera en una red sin hilo neutro (fig. 8.ª). El arrollamiento

de hilo grueso del contador se intercala en una fase, después se conecta el sistema de tensión y en las otras dos, con las que el contador gira más rápidamente. La bobina de hilo grueso del vatímetro está intercalada en la misma fase que la bobina de hilo grueso del contador. La bobina de tensión

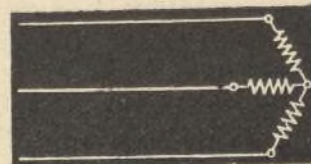


Fig. 8.ª

del vatímetro está montada entre este conductor y el punto neutro artificial. El vatímetro indica en este caso el tercio de la potencia total de la corriente trifásica, y es necesario alterar la fórmula que da Ch por

$$Ch = \frac{3.600.000. n}{3. w. t.}$$

En la práctica se efectúa una comprobación aproximada de la marcha de un contador de corriente continua ó monofásica de la manera siguiente, sin emplear aparatos: se carga el contador que se ha de examinar con dos lámparas de incandescencia de 16 bujías que consuman 50 vatios cada una, ó sea entre las dos 100 vatios; se cuenta el número de vueltas del contador durante seis minutos próximamente, es decir, durante $\frac{1}{10}$ de hora = kilovatios hora, ó lo que es lo mismo, á 1.800 vueltas por kilovatios-hora, sería necesario que el contador diera 18 revoluciones durante los seis minutos.

Se verifican igualmente los contadores trifásicos para carga desigual de las tres fases. En cuanto á los contadores trifásicos para carga igual de las tres fases se procede como para un contador monofásico, poniendo por vatio 1,5 vatios, es decir, en el caso precedente 27 vueltas en lugar de 18.

Para impedir que los contadores giren en vacío se coloca sobre el disco de frenaje una ligera masa magnética.

Tan pronto como la parte de disco de frenaje recubierto por la masa llega al imán, el disco se para.

En cuanto á la elección más apropiada de la magnitud de un contador, hay que añadir además que para los contadores empleados en las instalaciones de lámparas de incandescencia se cuenta próximamente 60 á 70 por 100 de los kilovatios instalados, y para los contadores de las instalaciones de motor el 125 por 100.

Revista de las principales publicaciones técnicas.

Turbinas de vapor «Electra», sistema Kolb.

La gran dificultad en la construcción de las turbinas de vapor reside en el hecho de que el vapor va animado de una velocidad considerable, 1.200 metros por segundo para el vapor á 10 atmósferas y recalentado á 250 grados. Para disminuir las velocidades de rotación excesivas (caso de las primeras turbinas Laval) se han empezado á construir turbinas con varios saltos de presión, y creando dentro de cada uno de estos saltos de presión varios saltos de velocidad.

En todas estas turbinas se utilizan tantas ruedas cuantos saltos de presión y de velocidad emiten, de donde resulta una complicación bastante grande que no puede emplearse sino en turbinas de gran potencia, 1.000 caballos por lo menos.

Según M. Manduit, la turbina «Electra» imaginada por el Ingeniero Kolb y construída en los talleres de la Compañía general eléctrica de Nancy será práctica, lo mismo en las grandes que en las pequeñas potencias, y así se ve, en efecto, que se construye actualmente para potencias variables desde 5 hasta 1.000 caballos. Á partir de 50 caballos, el consumo de vapor es

de los más reducidos y la velocidad de rotación no pasa de 3.000 vueltas.

La turbina «Electra» se presenta bajo dos formas, según la potencia á realizar: la turbina simple para las potencias inferiores á 50 caballos, y la turbina compound para las potencias superiores.

La figura 1.^a representa en corte perpendicular al eje una turbina simple.

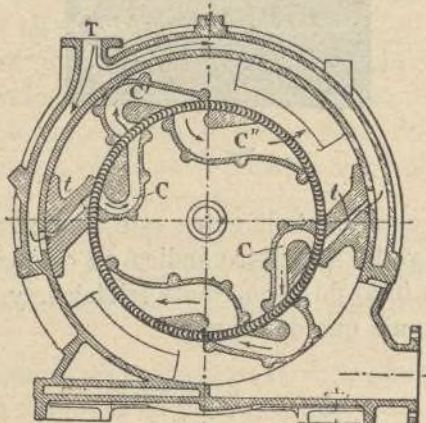


Fig. 1.^a

El vapor que viene de la caldera por la tubería T lleva la envolvente y penetra en las dos toberas t, en donde se expande libremente desde la presión de admisión hasta la presión del condensador, adquiriendo una velocidad considerable, 1.200 metros por segundo, según hemos dicho anteriormente, para una presión de 10 kilogramos en la admisión, una presión de 0,1 kilogramos en el condensador y un recalentamiento hasta 250 grados.

El vapor, al salir de la tobera, actúa sobre los álabes de la rueda móvil que es arrastrada en el sentido de las agujas de un reloj, pero no actúa una sola vez sobre ésta, sin lo cual, para obtener un buen rendimiento, sería preciso dar á la rueda una velocidad periférica considerable, próximamente el tercio de la velocidad del vapor, esto es, 400 metros por segundo. Después de haber atravesado los álabes, el vapor llega á una pieza fija C en forma de V, de ramas desiguales, llamada *clarinete* y situada enfrente de la tobera. Por consecuencia de esta curvatura especial, el vapor se encuentra llevado otra vez delante de los álabes de la rueda móvil, los atraviesa una segunda vez (de dentro á fuera) y es recogido por un segundo clarinete C', atraviesa una tercera vez la rueda de fuera á dentro, y, finalmente, y por intermedio de un tercer clarinete C'', atraviesa por última vez la rueda de dentro á fuera para lanzarse al condensador por el tubular inferior. Se dice entonces que la turbina comprende cuatro caídas de velocidad; en lugar de que la velocidad del vapor desciende de una sola vez del valor enorme de 1.200 metros por segundo á un valor muy débil, justamente el necesario para la evacuación al condensador, esta velocidad disminuye en un cuarto próximamente cada vez que atraviesa el vapor los álabes para hacerse, finalmente, casi nula.

De esta manera, la velocidad tangencial de la rueda es igualmente cuatro veces más débil, ó sea próximamente 100 metros por segundo. Como el vapor atraviesa cuatro veces los álabes, el parmotor es cuatro veces más grande y se tiene así una turbina de la misma potencia, pero de velocidad cuatro veces menor, es decir, de funcionamiento mucho más seguro y de utilización infinitamente más fácil.

La velocidad del vapor va descendiendo á todo lo largo del camino, pero la presión permanece la misma; no hay, pues, temor de fugas por los intervalos abiertos entre los clarinetes y la rueda móvil. Por otra parte, como el volumen de vapor que discurre por unidad de tiempo es el mismo en todo el recorrido, la sección de los clarinetes debe ir aumentando á medida que la velocidad disminuye, como lo demuestra la figura 1.^a

No hay prensa-estopas en la turbina, sino solamente *juntas de laberinto de vapor* en número de dos en la turbina simple y de tres en la turbina compound, asegurando la tercera la impermeabilidad entre las dos partes á presiones diferentes de la turbina; estas juntas no soportan, por otra parte, más que una diferencia de presión muy débil, á lo sumo una atmósfera.

Las toberas van provistas de lengüetas de regulación que permiten hacer variar á mano la admisión del vapor y, en particular, obtener, si hay necesidad, una sobrecarga importante y de larga duración, ó una marcha económica de carga reducida. Esta es la regulación permanente. La regulación instantánea se obtiene por medio de un regulador de fuerza centrífuga, montado directamente sobre el árbol y que acciona una válvula de doble asiento, que obtura más ó menos la admisión de vapor en la envolvente de alimentación de las toberas. Este regulador asegura una velocidad sensiblemente constante, puesto que la diferencia entre la marcha en vacío y la marcha á plena carga no llega á un 2,5 por 100; es además extremadamente rápido y de acción directa.

M. Manduit, después de describir las turbinas «Electra», estudia las condiciones de funcionamiento de los grupos electrógenos movidos por estas turbinas, é indica los tipos de dinamos y de alternadores convenientes para la realización de grupos de potencias variadas.

(Génie Civil.)

Faro de acetileno de encendido y extinción automáticos para luces con destellos.

M. Smith, que es comandante del distrito de los Faros de Stockolmo, describe en el *Génie Civil* de Febrero el sistema de fuego llamado Aga, imaginado por M. Daleu, que se usa ya en Grecia desde 1907 y poco después en otros países.

Constituye este sistema una lámpara de acetileno, comprimido y disuelto en la acetona y encerrado en depósitos metálicos que, frecuentemente, no se renuevan más que una vez al año y todos al mismo tiempo. Es la sola operación y los mismos cuidados que exige la lámpara, de suerte que puede funcionar absolutamente sin guardián.

El sistema se aplica en luces fijas y en luces con destellos, y la lámpara no se enciende más que de noche ó cuando el tiempo está oscuro, es decir, cuando es necesario que esté encendida. El funcionamiento de la lámpara para producir los destellos, el encendido y la extinción es enteramente automático; el sistema encierra, pues, la solución tan buscada para el alumbrado de las boyas luminosas, y además, como es solución económica, pues la lámpara no consume más que en el tiempo útil, puede aplicarse también en luces fijas terrestres, luces de entrada ó enflación de los puertos, balizas, etc.

El aparato se compone (figs. 1.^a y 2.^a):

- 1.º De los depósitos de acetileno H, denominados acumuladores de gas, un número más ó menos grande, según la intensidad luminosa del fuego.
- 2.º De un regulador de presión K, que reduce la presión del acetileno que procede de los depósitos (15 kilogramos por centímetro cuadrado á lo sumo).
- 3.º Del aparato productor de destellos L.
- 4.º De una lamparilla, constantemente encendida y alimentada directamente por el gas que sale del regulador de presión.
- 5.º De un mechero P, que no se enciende más que en el momento de los destellos, encendido que se hace por medio de la lamparilla; y
- 6.º Del aparato V, denominado *válvula de sol*, que automáticamente provoca el encendido y la extinción.

La válvula de sol, colocada en serie entre el regulador de presión y el aparato de destellos, tiene por efecto cerrar ó abrir la llegada del gas al mechero, según que el tiempo esté claro ó oscuro. El aparato productor de destellos no funciona, pues, más que cuando dicha válvula deja paso al gas.

Este aparato se compone de una membrana que cede á la presión del gas y que actúa sobre una palanca magnetizada que produce los destellos abriendo ó cerrando pequeñas válvulas que dejan libre paso al gas que alimenta el mechero *P*. Estos destellos se producen á voluntad uno por uno, ó en grupos de dos ó en grupos de más de dos á la vez. La regulación de este apa-

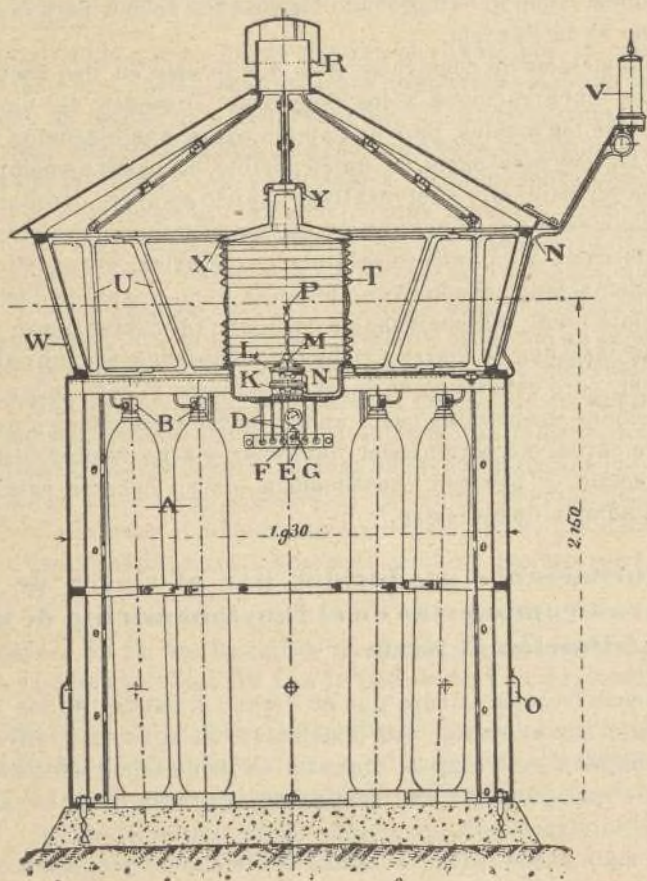


Fig. 1.ª

rato se hace de una vez para todas por medio de un tornillo colocado al exterior. Para realizar una luz fija es suficiente suprimir el aparato de destellos.

El funcionamiento de la *válvula de sol* está basado en el hecho de que dos cuerpos de la misma composición y expuestos á la misma luz no absorben la misma cantidad de calor, y, por consecuencia, se dilatan diferentemente si uno de ellos tiene una superficie pulimentada que absorbe poco la luz y la refleja casi totalmente, en tanto que el otro posee una superficie que la absorba.

El aparato lleva (fig. 2.ª) en el centro un cilindro metálico lleno *a*, cuya superficie absorbe la luz y el calor, efecto absorbente que es aumentado por la presencia de un manguito de vidrio *d* que le envuelve por completo, puesto que el calor luminoso, que aquí viene de fuera, atraviesa el vidrio, en tanto que el oscuro no lo atraviesa.

Tres cilindros llenos *b*, hechos del mismo metal que *a*, pero enfilados en tubos *c*, cuya superficie está perfectamente pulimentada y dorada, están dispuestos alrededor del cilindro central. Estos cilindros están también envueltos por manguitos de vidrio *e*, pero éstos tienen por efecto impedir que, por razón de sus más débiles dimensiones, los cilindros *b* se enfrien más rápidamente que el cilindro central *a*.

Cuando el tiempo está claro, el menor calor absorbido por los cilindros *b* hace que se dilaten menos que el cilindro *a*; éste puede entonces actuar sobre una palanca *f* y cerrar la válvula *g*, que deja pasar, de *i* á *k*, al acetileno, que se dirige al aparato de destellos y de aquí al mechero. Si el tiempo está oscuro, se produce lo contrario: la válvula *g* se abre y el resorte *h* provoca el movimiento de la palanca *f*. Un tabique metálico elástico *l* impide que el acetileno pase de la cámara de la palanca *f* al manguito del cilindro *a*.

Como los esfuerzos puestos en juego por las dilataciones son considerables, se evitan las roturas haciendo que se apoye la parte superior del cilindro *a* contra un resorte espiral, que no comienza á comprimirse más que cuando la válvula *g* está cerrada.

Se regula fácilmente el aparato de manera que la válvula *g* se abra para un valor determinado de iluminación actuando sobre una cabeza *m* que se mueve sobre un tambor graduado *p*, con un índice de referencia *o*.

Cuando la válvula de sol está expuesta á cambios bruscos de temperatura, los cilindros *a* y *b* se dilatan ó se contraen la misma cantidad y el efecto sobre el paso del gas es nulo.

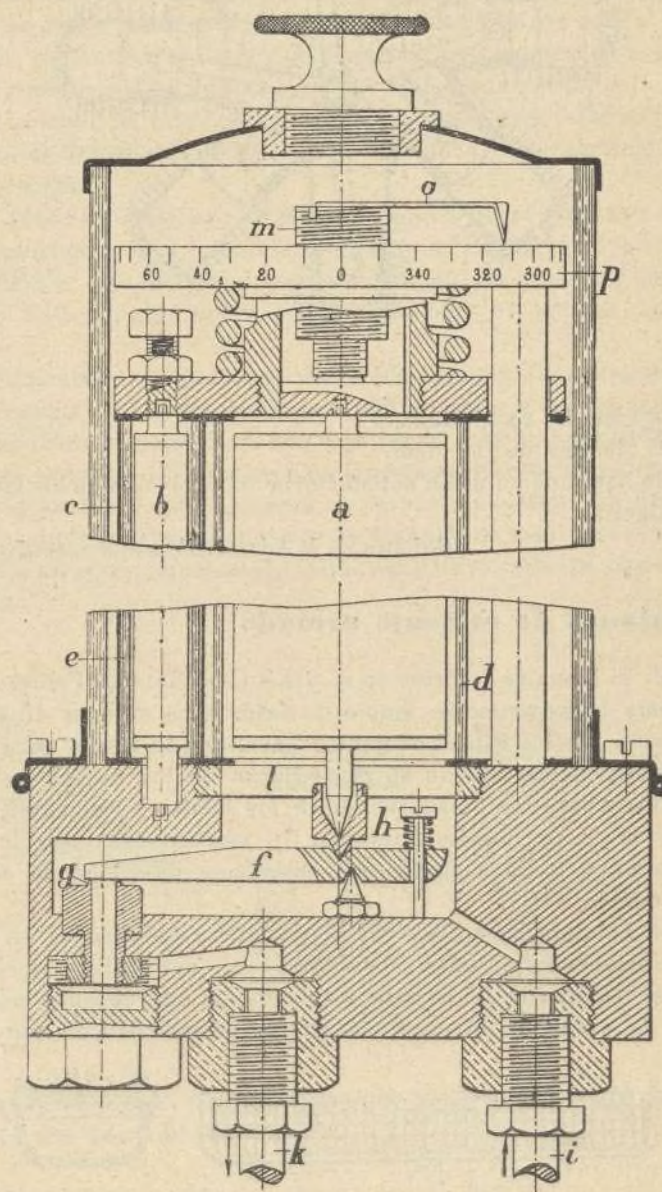


Fig. 2.ª

El autor termina dando cuenta de los ensayos terminantes hechos en Stockolmo para comprobar el buen funcionamiento de esta *válvula de sol*.

Las luces Aga existen en las islas inhabitadas de Crozet y de Kerguelen, en el Océano Glacial Antártico y sirven de guía á los barcos balleneros que allí las han colocado.

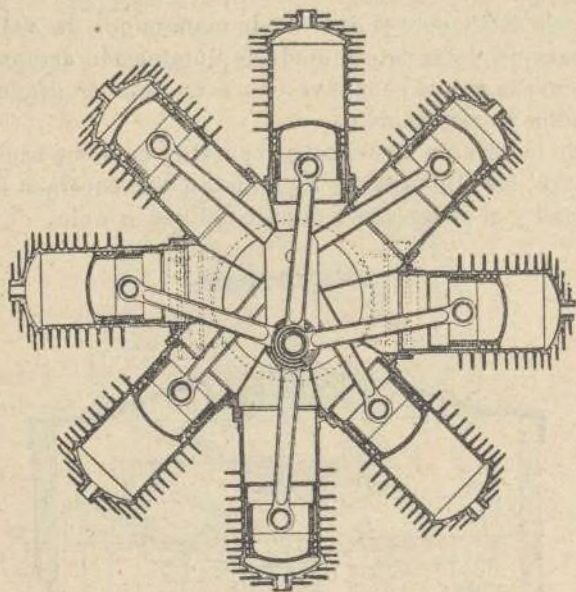
Los motores ligeros de M. Farcot.

Los progresos de la aviación van íntimamente ligados á los de la construcción de motores ligeros.

M. Ambrosio Farcot ha sometido á la Société d'Encouragement un tipo de motor de eje vertical y de ocho cilindros, cuyos ejes tienen direcciones paralelas á las diagonales de un octógono regular y repartidos en dos grupos colocados en dos planos horizontales; las manivelas de los dos grupos son diametralmente opuestas.

El enfriamiento y el engrase están asegurados por disposiciones muy ventajosas.

El peso del aparato completo en orden de marcha será de: 20 kilogramos para un motor de 8 á 10 caballos.



38 ídem íd. de 30 ídem.

95 ídem íd. de 100 ídem.

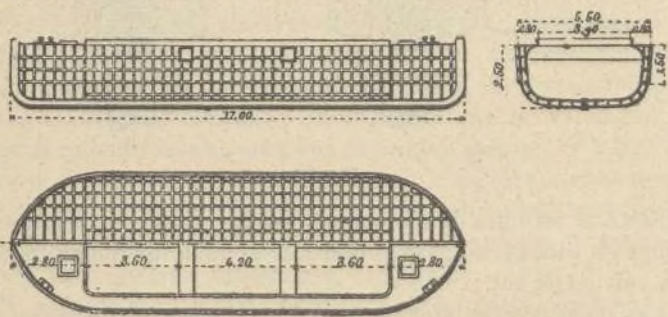
He aquí una solución satisfactoria del problema de los motores ligeros.

(Bulletin de la Société d'Encouragement.)

Chalanas de cemento armado.

M. E. Lemaire describe en el *Génie Civil* del 6 de Febrero un sistema de construcción, empleado desde hace algunos años ya en Italia por los establecimientos Gabellini, de Roma, para las chalanas que se utilizan en la descarga de los navios en los puertos y para los flotadores sobre los cuales se asientan los tableros de los puentes flotantes. Un número considerable de éstos en la Italia septentrional están hoy provistos de estos flotadores.

M. Lemaire hace observar al principio, apoyándose en las conclusiones formuladas sobre este asunto por M. Le Chatelier, que la resistencia del hormigón al agua del mar depende mucho más de la manera de ejecutarlo que de la composición química



Figs. 1.ª, 2.ª y 3.ª

del cemento; la compacidad en particular aumenta mucho la resistencia á la desagregación. Por otra parte, hoy día se fabrican corrientemente cementos que químicamente resisten muy bien al agua del mar y aun pueden amasarse con esta agua.

El cemento articulado, ó más bien el cemento reticulado (cemento retinado) de M. Gabellini está constituido por una armazón de barras de hierro más ó menos separadas, á la cual se une, ya una celosía de finas mallas (5 á 10 milímetros de lado), ya hojas de metal *deployé*. Sobre las dos caras, y por medio de una llana, se aplican capas sucesivas de mortero hecho con cemento de fraguado lento y arena silicosa, y cuando este mortero

ha fraguado se le recubre de un enlucido de mortero más rico, que se aplica muy enérgicamente con la llana durante su endurecimiento. De esta manera adquiere el mortero un pulimento perfecto. En general, el espesor total medio del casco así construido para las grandes embarcaciones es de 25 milímetros.

Las embarcaciones de doble casco son prácticamente insubmersibles, como lo han probado los ensayos hechos para la flota italiana en la Spezzia.

Este sistema de construcción es el que está en uso para las grandes embarcaciones y los flotadores. Dispensa del empleo costoso de los moldes, pero en cambio exige una ejecución perfecta. Es, por otra parte, el único posible en casos semejantes, vista la incertidumbre del resultado cuando se opera por moldeo, que requiere el dar al casco muy fuertes espesores para obtener la resistencia y la impermeabilidad necesarias, y con ello un casco demasiado pesado. Aun operando como acaba de decirse, á tonelaje igual, las chalanas de hormigón reticulado pesan más que las chalanas de hierro y tienen, por consecuencia, un calado superior; pero esto no es un inconveniente en el caso de las embarcaciones construidas hasta ahora, es decir, llamadas á navegar sin carga, ó á permanecer inmóviles y á no recibir ningún cargamento, y que, por consecuencia, deben hacerse estables por la adición de un lastre.

Perturbaciones producidas por el cierre de las llaves-compuestas en el funcionamiento de una distribución de agua.

Sucede frecuentemente que en verano el caudal de los manantiales que alimentan una distribución de agua disminuye, lo que obliga á restringir el consumo antes de tomar la medida, siempre impopular, de limitar el tiempo durante el cual el agua está á la disposición del público. Esta limitación es, por otra parte, mala desde todos los puntos de vista, pues provoca á cada puerta en carga golpes de ariete fatales para la buena conservación de las tuberías, y además, higiénicamente considerada, es peligrosa, porque la falta de presión en ciertos periodos puede dar lugar á que se introduzcan en las tuberías gérmenes patógenos por infiltración de aguas exteriores contaminadas. Se ha intentado, pues, para retardar esta limitación, regular la cantidad de agua que sale de los depósitos ó que va á los conductos principales, cerrando más ó menos las llaves-compuestas que se encuentran en el origen de las canalizaciones. Esta maniobra está lejos de dar lo que de ella se espera. Cuando el autor del artículo que extractamos, tomado del *Génie Civil* (24 Abril 1909), fué agregado al servicio de aguas de la ciudad de Túnez, trató de estudiar con detalle esta cuestión, á consecuencia de las dificultades encontradas todos los veranos para reparar de una manera algo satisfactoria el volumen de agua disponible.

Cuando se trataba de regularizar el caudal por un cierre más ó menos grande de las llaves-compuestas, se produjeron perturbaciones que vinieron á alterar considerablemente la distribución: unas veces se privaba de agua los pisos superiores de las casas y las partes altas de la ciudad, y otras el efecto buscado era casi nulo.

Los inconvenientes de este sistema de regulación determinaron el que fuera rechazado en las horas en que el consumo era importante y variable, pero á él se recurrió en aquéllas en las cuales las tomas de agua eran débiles y casi constantes: durante el tiempo de la siesta obligatoria, en África, desde el mediodía hasta las tres, y durante la noche, desde las ocho á las cuatro de la mañana.

Se consiguió con esto retardar la época de la limitación completa del tiempo de la distribución, y, además, en caso de incendio, esta disposición tenía una gran ventaja, puesto que permitía la puesta en presión de un modo mucho más rápido que si el servicio se hubiera completamente suspendido.

Las numerosas perturbaciones observadas en la distribución

de Túnez y sus alrededores han conducido á estudiar teóricamente la cuestión, para determinar exactamente las causas de los trastornos sufridos y fijar los casos en los cuales puede útilmente recurrirse á la regulación por las llaves-compuertas. Este es el estudio que M. Dide desarrolla. Las conclusiones á las cuales ha llegado han sido, por otra parte, confirmadas por la experiencia.

Admitiendo que se puede regular el caudal por la abertura de la llave-compuerta, esta abertura no conviene más que cuando el gasto se realiza muy regularmente. Es ilusorio tratar de regularizar una distribución de agua con ayuda de una llave-compuerta si las tomas son variables; y no pudiéndose pensar en una modificación de la regulación á cada instante, debe procurarse una regulación conveniente para los gastos medios. Esta regulación produce obstáculos cuando el gasto aumenta, y es ineficaz cuando el gasto disminuye, porque muy débiles variaciones en la abertura de la llave-compuerta producen en la proximidad de la posición de regulación variaciones considerables del gasto. Hay que recordar, sin embargo, que si una regulación de la compuerta resulta eficaz, las fórmulas ordinariamente empleadas para el cálculo del movimiento del agua en los tubos no son aplicables, porque hay el temor de que se provoque la discontinuidad de la vena líquida en los conductos, en la parte inferior de los cuales el agua corre entonces como en una represa á cielo abierto.

Empleo de la carbonilla de las locomotoras para la conservación de los taludes de los desmontes.

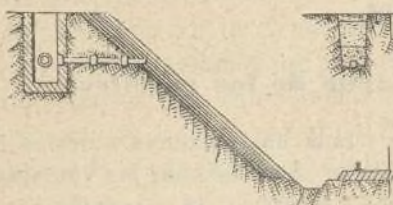
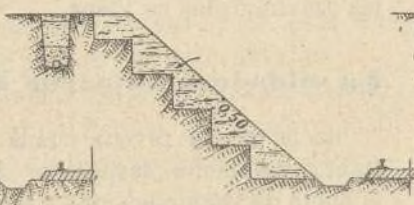
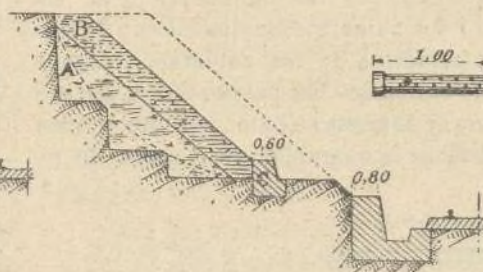
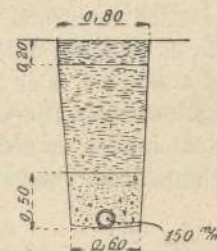
La conservación de los desmontes de los caminos de hierro, cuando sus taludes no son muy inclinados ni plantados con cuidado, es siempre costosa y difícil. En una nota reproducida

Estas plantaciones se dan muy bien en los revestimientos formados de cenizas y de tierra y se oponen muy eficazmente á los desprendimientos.

Este sistema de conservación se aplica, sobre todo, á los taludes que se degradan únicamente por las aguas de lluvia y por la helada. Cuando se encuentran capas acuíferas es necesario proceder á un saneamiento apropiado. Generalmente, la capa arenosa acuífera se encuentra bajo la tierra laborable de los campos próximos. El agua de lluvia absorbida por el terreno arable se infiltra á través de la arena subyacente hasta la capa de arcilla más próxima, y desde aquí camina sobre la superficie de esta capa impermeable en la dirección de la pendiente. Si ésta se dirige hacia el talud de un desmonte el agua sale al exterior, reblandece el talud y ocasiona tarde ó temprano los desprendimientos. Las figuras 1.^a y 2.^a representan el drenaje y el saneamiento del talud necesario en este caso. Si el talud es muy largo, es útil establecer una serie de tubos convenientemente espaciados.

Cuando se construye el talud de nuevo no se emplean más que cenizas para la capa inferior A (fig. 3.^a); la capa superior B consiste en una mezcla, por partes iguales, de cenizas y tierra fértil. Esta capa se apoya en la base sobre un murete de fábrica C.

Finalmente, en el drenaje de taludes se emplean igualmente las cenizas de las locomotoras, cuyo transporte cuesta menos que el de otros materiales. Los detalles de este drenaje se indican en la figura 4.^a Los tubos de fondo son drenes de 150 milímetros, perforados de agujeros en la parte superior. Se hacen únicamente de fábrica los pozos de visita ó las fosas de saneamiento un poco importantes, lo que constituye también una economía.

Fig. 1.^aFig. 2.^aFig. 3.^aFig. 4.^a

por el *Bulletin du Congrès international des Chemins de fer*, M. W. Bauer preconiza, como medio de protección el más eficaz y al mismo tiempo el más económico contra las degradaciones que se producen á consecuencia de las grandes lluvias, el empleo de la carbonilla de las locomotoras: se puede defender el talud á la vez contra la humedad y la helada.

Se empieza por quitar las matas del talud en la primavera, desmontando hasta la profundidad donde penetra la helada, regándoles en Abril ó más tarde en Mayo, y una vez desecados los taludes, se hacen unas graderías de 60 á 80 centímetros de anchura (fig. 3.^a). Así preparados se revisten de una mezcla compuesta por mitad de carbonilla y tierra desprendida, adicionándole, si hay necesidad, tierra vegetal. Este revestimiento, que es de 60 á 80 centímetros de espesor, se aplica con cuidado, se apisona y se acomoda á perfiles determinados y después se siembra con una mezcla de gramíneas de las destinadas á los taludes secos y á la que se añade un 10 por 100 de trébol.

Cuando estos taludes se hallan á una altitud no mayor de 350 metros pueden plantarse acacias (*Robinia pseudo acacia*) de dos á tres años, separadas un metro en todos sentidos. Á altitudes más elevadas es preferible emplear arbustos de guisante de tres años, originarios de la Siberia meridional (*Caragana arborescens*).

Traviesa doble de palastro de acero para las juntas de los carriles.

Entre los problemas que surgen con el desarrollo, cada día mayor, de la industria de los caminos de hierro, uno de los más delicados es la adaptación de las vías á las velocidades, sin cesar crecientes, de los trenes y á los pesos por eje, cada vez más grandes. Actualmente se ha reconocido que la vía por sí puede soportar los incrementos de las cargas y de las velocidades proyectadas, pero que las juntas de los carriles tienen que mejorarse sensiblemente.

Se han propuesto diversas soluciones y numerosos sistemas de traviesas se han preconizado con este objeto. Daremos á conocer el tipo de palastro de acero construido por los establecimientos Arbel.

Esta traviesa se compone en realidad de dos traviesas (figuras 1.^a y 2.^a) enlazadas por fuertes puentes intermedios, que pasan por debajo de los carriles; como se obtiene por el batido en caliente de un palastro de acero de espesor conveniente, constituye un conjunto rígido é igualmente resistente si las formas y las dimensiones son juiciosamente establecidas. Según que se prefiera una junta fija ó una junta al aire, y según también el modo de fijar los carriles á las traviesas, así se coloca la super-

fleje de los puentes intermedios más bajos, más altos ó á la altura de la cara superior de la traviesa.

En este sistema, como las dos traviesas de junta son solidarias, entran en función al mismo tiempo al paso de las ruedas, y de aquí resulta que los desniveles entre los extremos de los carriles, tan perjudiciales á la dulzura de la rodadura del material al franquear las juntas, son casi por completo suprimidos,

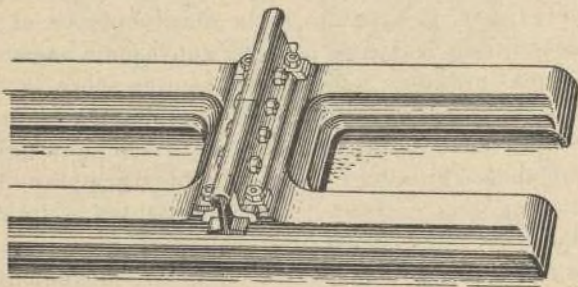
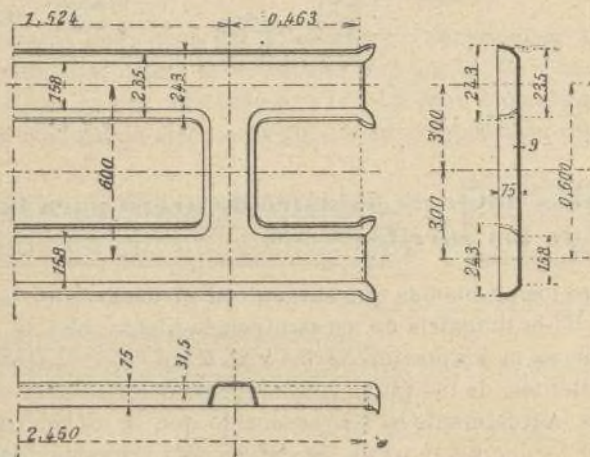


Fig. 1.ª

y descargando así al ensamblaje de bridas, lo que favorece su buen estado y su duración, la rigidez asegurada por la traviesa doble asegura también la conservación de la vía y de la plataforma. Además, por razón de su fuerte implantación en el balasto, la traviesa doble para junta combate muy eficazmente el corrimiento del carril, que es uno de los inconvenientes señala dos á las vías ordinarias.

La traviesa doble presenta, por otra parte, las ventajas ya conocidas de las traviesas metálicas simples, sin sus inconvenientes, gracias á su modo de fabricación, de palastro de acero Martín, batido en caliente.

Un tipo de traviesa doble que responde á las necesidades de una vía sobre la cual circulen trenes rápidos y muy pesados, como son los modernos, está dado por las figuras 1.ª y 2.ª. La traviesa es de acero dulce, y los palastros empleados son de una calidad análoga á la de los palastros de las calderas. Después de cortados con la tijera, se calientan los palastros en hornos *ad hoc* calentados con carbón, y después se batan con una prensa de 600 toneladas, conduciéndose la operación de manera de no



Figs. 2.ª, 3.ª y 4.ª

crear en el metal flexiones ó tracciones anormales, causas de desgarres, grietas y otros defectos análogos. Las traviesas se forman en frío, parte á máquina y parte al martillo. Si el trabajo en frío es posible sin inconvenientes con la traviesa doble batida, se debe á la calidad de los palastros puestos en obra, que no son frágiles como los de las traviesas sencillas obtenidas por laminado. Después que las tablas superiores de las dos traviesas están bien colocadas en el mismo plano, se moldean los bordes y se liman de manera que queden á la cota fijada para la altura.

En los cuatro sitios que corresponden á los cojinetes se recorren las traviesas rebajándolas en 2 milímetros próximamente,

y la terminación completa se hace después de colocadas en alza según las prácticas profesionales. Los agujeros abiertos en las traviesas se hacen á punzón y se desbarban exteriormente si hay necesidad; la perforación se lleva de manera que sobre el borde de los agujeros no haya ni deformaciones ni roturas ni desgarreros. La marca se hace en frío como para los ejes.

Un gran número de traviesas de este tipo están en ensayo en los caminos de hierro del Estado francés desde 1907, y son objeto de visitas periódicas muy minuciosas. Los resultados obtenidos hasta el día son satisfactorios y concuerdan bien con lo que se esperaba; dulzura en la rodadura, estabilidad de la vía y reducción de los gastos de conservación.

Los automóviles eléctricos con trole.

Los *Mitteilungen für die Förderung des Strassenbahnwesens* de Marzo publican una nota de M. Ludwig Stoll, sobre las ventajas de los coches automóviles eléctricos alimentados por troles y conductores aéreos para los transportes en común.

El autor hace observar al principio que no es posible hoy crear líneas de tranvías susceptibles de un buen rendimiento financiero, haciendo resaltar las ventajas de los coches automóviles empleados en sustitución de los tranvías y que no exigiendo vía férrea cuestan mucho menos de primer establecimiento.

Estos coches son igualmente más ligeros, con relación al número de asientos, que los coches que circulan sobre carriles, y consumen también, por consecuencia, menos corriente por kilómetro y por viajero. El único gasto importante de explotación para los coches carreteros es el de la conservación y renovación de las llantas.

El autor da un gran número de reseñas numéricas y describe brevemente algunos servicios de coches de este género, que funcionan entre diversas localidades austriacas, principalmente en las proximidades de Viena.

La soldadura autógena de los carriles.

En la misma revista citada en la noticia anterior M. Th. Kautuy da cuenta, después de hacer resaltar las ventajas desde el punto de vista mecánico y eléctrico, de la reunión por soldadura de los carriles de los tranvías, de los procedimientos puramente térmicos actualmente en uso para efectuar soldaduras.

El más antiguo de estos procedimientos consiste en disponer entre las bridas y los extremos de los carriles un espacio vacío, que se rellena de soldadura fuerte; pero tiene el inconveniente de crear en las juntas de los carriles verdaderos pares eléctricos, que aceleran notablemente el ataque por los agentes naturales.

Más recientemente se ha empleado para efectuar esta soldadura hierro puro preparado en la obra y fundido á muy alta temperatura por el procedimiento de la termita. En fin, últimamente se ha hecho igualmente uso para poner el metal de los carriles en presencia á la temperatura del blanco soldante y producir una soldadura autógena propiamente dicha del soplete de acetileno. Este último procedimiento parece el más económico.

El autor describe además la manera de operar para proceder á estas soldaduras, y principalmente un procedimiento nuevo que consiste en producir la soldadura autógena horizontalmente ó oblicuamente en el espesor del alma sólo del carril y en el medio próximamente de su altura, dejando si hay necesidad un turlete saliente sobre las dos caras de esta alma en el lugar de la soldadura para reforzarla.

Sin embargo, esta soldadura, colocada en la proximidad de la fibra neutra del carril, se encuentra quizás en condiciones muy desfavorables para trabajar á flexión bajo la carga de las ruedas.

