

determinar si se habían cumplido bien las condiciones del contrato.

Dichas pruebas se refirieron particularmente á los puntos siguientes:

- 1.º Funcionamiento de la línea á alta tensión.
- 2.º Conmutación de los motores.
- 3.º Condiciones de arranque y adherencia de las locomotoras.
- 4.º Rendimiento en globo de la instalación.

El funcionamiento de la línea á alta tensión fué perfecto; con velocidades que llegaron á 60 kilómetros por hora é intensidades de corriente á 6.000 voltios, de 160 amperios, no se produjo ninguna chispa perjudicial en el patín de contacto del trole. Estos resultados hacen pensar que una línea construida en las mismas condiciones podría soportar tensiones más elevadas, y que el funcionamiento á 10.000 voltios sería tan bueno como él á 6.000 voltios.

La conmutación de los motores monofásicos fué objeto de muchas críticas; se negó la posibilidad de ejecutar motores serie con corriente monofásica á 25 períodos que pudieran ofrecer una conmutación sin chispas, particularmente al arranque. Las pruebas sobre las locomotoras del ferrocarril del *Valle Brembana* han servido para demostrar que la conmutación de los motores, aun en las condiciones de arranque menos favorables, presentaban las características de una excelente conmutación, comparable á la de los mejores motores de corriente continua.

Se practicó la siguiente prueba:

Lanzada una locomotora en un sentido á la velocidad de 4 á 5 kilómetros por hora, se invirtió el campo de los motores; la locomotora se detuvo algunos segundos y partió en sentido inverso; las chispas en las escobillas fueron insignificantes.

El entretenimiento de los colectores es casi nulo, y las locomotoras maniobraron durante varios meses sin que hubiera habido necesidad de limpiar una sola vez el colector.

Las condiciones de arranque y de adherencia con las locomotoras monofásicas son sensiblemente las mismas que con las locomotoras de corriente continua. En horizontal, una locomotora es capaz de hacer recorrer á un tren, de 103 toneladas de peso, los 210 primeros metros en treinta y ocho segundos; la energía tomada al trole alcanza á 360 kilovatios.

El problema del rendimiento de la instalación dió lugar á varias pruebas, y las cifras que sirvieron de base á la comparación entre los proyectos resultaron confirmadas.

Prueba núm. 1.

Tren de prueba, una locomotora, 36 toneladas.

Tren de carga remolcada, 84 toneladas.

Trayecto de Bergamo á San Giovanni Bianco, 30 kilómetros.

Duración del recorrido (incluidas las paradas), una hora cincuenta y dos minutos.

Energía consumida en el trole por tonelada kilómetro, 37,5 vatios hora.

Factor de potencia en las arrancadas, 50 por 100 próximamente.

Idem de id. en id., 70 á 85 por 100.

Prueba núm. 2.

Tren de prueba, una locomotora, 36 toneladas.

Idem id. carga remolcada, 48 toneladas.

Trayecto de Bergamo á San Giovanni Bianco, 30 kilómetros.

Duración del recorrido (incluidas las paradas), una hora.

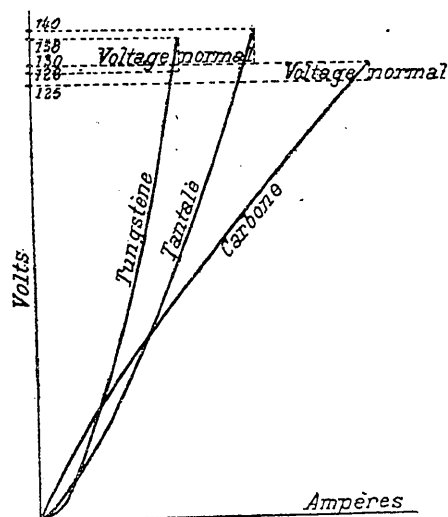
Energía consumida en el trole por tonelada kilómetro, 41,5 vatios hora.

Debe hacerse notar que entre Bergamo y San Giovanni Bianco hay una diferencia de altitud de 153 metros y que el trayecto de Bergamo-San Giovanni Bianco estaba dividido para el tren de prueba núm 1 en cinco paradas intermedias.—H.

RÉGIMEN DE FUNCIONAMIENTO DE LAS LAMPARAS DE INCANDESCENCIA CON FILAMENTO METÁLICO

El consumo específico de una lámpara de incandescencia está representado por la relación de la potencia eléctrica absorbida á la intensidad luminosa. En las lámparas con filamentos metálicos, la intensidad luminosa aumenta mucho, para una misma potencia absorbida; esto es debido á la vez al débil poder emisor y á la infusibilidad del metal que se puede llevar á temperatura muy elevada. Como la resistencia de un filamento metálico crece mucho con la temperatura, la intensidad de la corriente viene muy débil, á voltaje igual, y disminuye así la potencia eléctrica consumida.

M. Pécheux, ha trazado las curvas características del funcionamiento de estas lámparas, es decir, las intensidades en función de los voltajes, curvas que enseñan las variaciones de resistencia de cada lámpara, según el régimen. Estas curvas (figura 1.ª), reproducidas en la *Lumière Electrique* del 16 de Mayo, dicen que las lámparas con filamentos metálicos están menos



influidas que las de carbono por las irregularidades del voltaje E de las redes; además, una generatriz, á gasto igual, puede alimentar un número mucho más grande de lámparas, dando un mayor rendimiento para la fábrica eléctrica.

Si se designa por R la resistencia del filamento, la intensidad luminosa L está dada por una fórmula del tipo:

$$L = K (EI)^n,$$

ó puesto que

$$I = \frac{E}{R}$$

$$L = K \frac{E^{2n}}{R^n}.$$

Pero R es ella misma una variable en función de E , y esta función cambia con la duración del servicio de la lámpara, de suerte que el coeficiente y el exponente de la fórmula anterior varían con la edad de la lámpara y con el régimen según el cual ella funciona.

La utilización de las cifras de resistencia de las lámparas de los diversos tipos estudiados por M. Pécheux permite fijar el número de estas lámparas que se pueden instalar, todas las cosas iguales por otra parte, en una red en que se disponga de una potencia dada; por ejemplo, para una red á 130 volts, que se disponga de 600 amperes, se podrán alimentar (abstracción hecha de las pérdidas) próximamente 1.200 lámparas al carbón que dan 30.000 bujías decimales, ó 1.900 lámparas al tantaló (51.000 bujías), ó 2.800 lámparas al tungsteno (78.000 bujías). Y si la corriente se vende, por ejemplo, á 1.000 francos el kilovatio-año, la bujía-año costará respectivamente 2,50 francos, 1,50

francos y 1 franco próximamente en los tres casos anteriores; las lámparas con filamento metálico, no obstante su precio de compra elevado, dará, pues, una economía importante.

He aquí un otro cálculo que enseñará mejor la economía procurada por estas lámparas:

Una lámpara al carbón de 20 bujías consume 3,15 wats por bujía durante las cien primeras horas, ó sean: $3,15 \text{ wats} \times 20 \text{ bujías} \times 100 = 6.300 \text{ wats-horas}$; durante las cien horas siguientes, próximamente: $3,45 \text{ wats} \times 18 \text{ bujías} \times 100 = 6.210 \text{ wathoras}$; en total: 12.510 wathoras. Si se quiere mantener la intensidad luminosa entre 20 y 18 bujías durante ochocientas horas, duración de una lámpara con filamento metálico, es necesario utilizar, al cabo de doscientas horas, una nueva lámpara al carbono de 20 bujías, y así sucesivamente; al cabo de ochocientas horas se habrá gastado en corriente: $12.510 \text{ wathoras} \times 4 = 50.040 \text{ wathoras}$. A 0,08 francos el hectowathora, el gasto de entretenimiento se eleva así á 0,08 francos $\times$ 500, 4 hectowathoras = 40 francos, más la compra de 4 lámparas, ó sean 2 francos. En total, 42 francos.

Con una lámpara al tántalo se puede contar con un gasto de 40,95 wats durante las trescientas primeras horas; 40 wats durante las trescientas siguientes, y 39 durante las doscientas últimas, sea durante ochocientas horas: $40,95 \times 300 + 40 \times 300 + 39 \times 200 = 32.085 \text{ wathoras}$; de donde un gasto de 320,85 hectowathoras $\times$ 0,08 francos, ó 25,67 francos, más la compra de una lámpara á 3,25 francos, total 28,92 francos.

En fin, con una lámpara al tungsteno el gasto se eleva á 27,2 wats durante trescientas horas; 27 wats durante las trescientas siguientes, y 26 wats durante las doscientas últimas; en total, $27,2 \times 300 + 27 \times 300 + 26 \times 200 = 21.649 \text{ wathoras}$, que cuestan: $0,08 \text{ francos} \times 21.649 = 17,32 \text{ francos}$, más la compra de una lámpara á 5 francos, sea en total 22,32 francos. El gasto de entretenimiento de una lámpara al tungsteno rebasa apenas en la mitad el de una lámpara al carbono.

Es siempre recomendable para asegurar la buena conservación de los filamentos metálicos, que son pastosos á la temperatura de incandescencia, suspender las lámparas verticalmente; la distribución de la luz en el espacio es, por otra parte, más regular.—O.

PUENTES DE BASCULA EN LOS ESTADOS UNIDOS

Se ha construido muy recientemente en los Estados Unidos un puente báscula de grandes dimensiones que presenta interés especial por haberse recurrido en su establecimiento á una vieja solución probablemente olvidada desde hace mucho tiempo ó al menos no ha tenido nunca aplicación importante.

Este puente está construido sobre el río Sakonet, entre las ciudades de Portsmouth y de Fiverton, en el Estado de Rhode Island, y ha reemplazado á un puente de fábrica fuertemente resentido por las crecidas. Como el río es navegable se ha tenido que proyectar un tramo móvil para el paso de los barcos.

La longitud total de la obra es de 447,80 metros, comprendidas dos avenidas de 157,90 y 133,90 metros. El puente propiamente dicho tiene 155,70 metros y está formado de un tramo móvil de 30,50 metros, flanqueado á cada lado de un tramo fijo de 21,50 metros y tres arcos de fábrica de 13,70 metros. La calzada va en rampa á cada lado hasta la mitad, tiene 965 metros de altura y hay en un borde un andén en saliente de 1,52 metros de ancho. El tablero está á una altura de 3,95 metros por encima de las mareas altas, y las pilas que corresponden al tramo móvil descienden á una profundidad de 9 metros sobre pilotes.

La parte metálica pesa próximamente 390.000 kilogramos, y está calculada para una carga móvil de 500 kilogramos por metro cuadrado de calzada y de andén, aumentada de un carretón eléctrico que pesa 36.000 kilogramos sobre cuatro

ejes distantes 1,83 metros, ó de un rodillo de vapor de 7.000 kilogramos.

La parte más interesante de la construcción es el sistema del tramo báscula. Este tramo se compone de dos vigas que oscilan sobre charnelas fijas en su extremidad exterior, de manera que pueda elevarse para abrir el paso. Cada una de estas vigas está articulada cerca de su extremidad interior á una varilla oblicua, cuya extremidad está fija á un carretón de rodillos móvil sobre una curva de forma particular; el carretón lleva un contrapeso convenientemente calculado y el trazado de la curva es tal, que el tramo basculante está en equilibrio en todas las posiciones. Se reconoce inmediatamente aquí el sistema propuesto, hace próximamente ochenta años por el capitán de Ingenieros Delille, para ser aplicado á los puentes levadizos de las plazas fuertes. Se sabe que el capitán Delille es uno de los inventores de la hélice que él ha propuesto y aun ensayado, pero rara vez se cita su nombre en este asunto.

El carretón contiene en una caja el contrapeso formado de hormigón y descansa sobre cuatro ruedas de 1,25 metros de diámetro que ruedan sobre caminos de palastro que forman la parte superior de las curvas y son guiadas lateralmente por un palastro vertical. Cada carretón está movido por un motor eléctrico; la caja que contiene el contrapeso de hormigón tiene 3,30 metros de longitud por 1,52 metros de altura y todo el ancho del puente. El carretón está provisto de un aparato de maniobras á brazo para el caso en que el motor eléctrico se inutilizase. La apertura ó el cierre de la parte móvil no exige más de dos minutos.

Las articulaciones sobre las cuales basculan los tramos móviles se componen de ejes de 0,254 metros de diámetro que descansan en una longitud de 0,556 metros sobre una pieza fija á la viga y sobresaliendo de 0,304 metros á cada lado para entrar en las agujas de los soportes fijados á los tramos laterales.

Las barras que enlazan los tramos móviles al carretón del contrapeso están articuladas á las extremidades de estos tramos por ejes de 0,33 metros de diámetro y de 1,25 metros de longitud, que descansan sobre los cojinetes del tramo en una longitud de 0,715 metros. Las barras de que hablamos tienen una longitud de 33,10 metros de eje á eje de las articulaciones; tienen una sección transversal en doble T, cuya mayor dimensión varía de 0,61 metros en el medio á 0,432 metros en las extremidades; estas últimas están formadas de piezas de acero que llevan un agujero para el paso de los ejes de articulación.

El montaje de la parte móvil ha sido ejecutado con ayuda de una potente grúa flotante. Ha habido bastantes dificultades por las corrientes producidas por las mareas.

La obra está actualmente terminada; el importe alzado del contrato fué de 1.300.000 francos.

La luz de la parte móvil del puente, 30,50 metros, es, como se ve, bastante importante, pero no llega ni con mucho á la del puente báscula que acaba de ser establecido para el paso del Baltimore Ohio Railroad, sobre la «ald River Bed», ramificación del río Cuyahoya, en Cleveland (Ohio). Es verdad que esta luz es, según parece, la más grande que existe en el mundo; llega á 64,50 metros y es franqueada en un solo tramo basculante.

Este puente es del sistema Scherzev, que es una variante del sistema Lamhhardie, aplicado en el Havre en 1825. La parte móvil se termina interiormente por un segmento en cuarto de círculo que rueda sobre un plano horizontal cuando el tramo se inclina.

Las vigas principales tienen 70,15 metros de longitud, el ancho del tablero es de 6,10 metros de centro á centro de las vigas y éstas son arriestradas en la parte superior, dejando una altura libre para el paso de 6,70 metros. El equilibrio se obtiene por medio de contrapesos de hormigón colocados en cajas bajo las extremidades de cada viga.

La maniobra se ejecuta por dos motores eléctricos de 75 caballos, actuando por engranajes sobre un árbol que acciona unos piñones que engranan con cremalleras fijas colocadas fuera de las vigas.