

ca crece un millón de veces por lo menos cuando se hace la transformación del óxido de plomo). Inversamente, la resistencia de la película aisladora estando rota y estando en su mínimo de resistencia el compuesto de plomo, es, por decirlo así, á plena intensidad como pasa la descarga por los agujeros microscópicos hechos en los aisladores, á través de la masa que se calienta y que se reduce casi instantáneamente.

Podría dudarse que el calor desarrollado fuese suficiente para calentar localmente el peróxido hasta la temperatura de 150°C ., pero la experiencia prueba que esto es lo que efectivamente sucede; por el contrario, lo que evidentemente acaece es que la descarga no hace más que perforaciones muy estrechas (de 5 décimas de ohmio por ejemplo) y que la sección sometida al calentamiento está geométricamente reducida á tal grado que las resistencias locales son en ella bastante grandes.

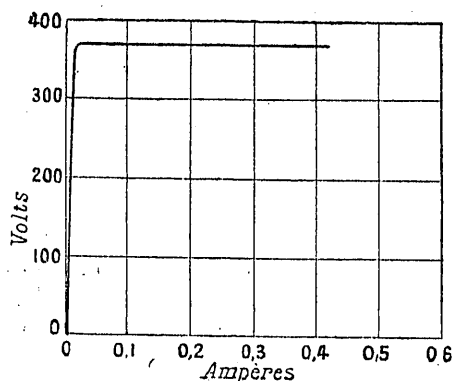


Fig. 2.ª

Menos de una milésima de segundo después que la sobretensión ha terminado, sucede lo mismo con la pequeña resistencia de los filetes por los cuales ha atravesado aquélla la masa de peróxido, y la corriente no encuentra ya paso á la tensión normal, de modo que no hay descarga producida por la sobretensión.

Las películas aisladoras F pueden ser á base de óxido de plomo aislador, por consecuencia de litargirio, y se las puede depositar por electrólisis ó de cualquiera otra manera. Se ha ensayado el agua, la goma laca, las pinturas de plomo y los barnices de todas clases; se han utilizado diversos sistemas de apli-

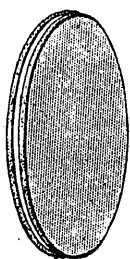


Fig. 3.ª

cación de estas materias y principalmente procedimientos que recuerdan el procedimiento Schoop.

El método que ha dado mejores resultados consiste en sumergir en un barniz convenientemente calentado discos de bronce, acero ó cobre. Siguiendo este método es como se han constituido los aisladores empleados en la práctica. En cuanto á la construcción de los elementos, uno de los más sencillos es el representado en la figura 3.ª; los dos electrodos en forma de disco están simplemente mantenidos á intervalos de 12,7 milímetros por un anillo aislador, cuyo interior está lleno de peróxido de plomo.

Tales elementos de pararrayos se prestan á la combinación en serie para la protección de las redes de tensiones más ó menos elevadas.

La tracción económica por locomotoras eléctricas de los trenes de mercancías.

Se cree comúnmente que el remolque de los trenes de mercancías en una red ya provista de los medios de transporte eléctrico de los viajeros no es posible eléctricamente más que á expensas de grandes gastos. Existen, sin embargo, precedentes que prueban lo contrario, y *Le Génie Civil*, en un artículo que resumimos en esta nota, dice que Mr. Woods señala, en el *Electric Railway Journal*, el de una locomotora de 45 toneladas que basta para remolcar un tren de 240 toneladas sobre una vía que presenta una rampa de 4 por 100, así como ejemplos de locomotoras de 40 y 75 toneladas solamente, afectas con feliz éxito á servicios análogos.

Indicaremos después los principios á que se debe recurrir para obtener una gran economía de corriente, pero es fácil desde luego concebir que las subestaciones y los *feeders* no exigen más que pequeñas ampliaciones ó ninguna, si se efectúa el transporte de las mercancías á las horas sin servicio del día ó aun en el curso de la noche.

Esta medida permite, en efecto, evitar el funcionamiento simultáneo de los trenes de viajeros y de mercancías y es fácil de este modo evitar las coincidencias que podrían producir alteraciones sensibles en el diagrama de carga, y no es difícil tampoco reducir los flujos de corriente en los motores de una locomotora eléctrica haciendo una elección juiciosa de las velocidades de marcha y de los motores de cada equipo. Es inútil que las velocidades sean muy elevadas cuando se trata únicamente del remolque de los trenes de mercancías, y se puede prescindir, en este caso, de las características usuales de los motores de gran velocidad y de los modos de acoplamiento y gobierno. Se podría utilizarlas para realizar las pequeñas velocidades que deben asegurar la economía de marcha de las locomotoras de mercancías, porque acoplando en serie dos motores de gran velocidad con devanados para 500 voltios, no se consagran más que 250 voltios á cada uno de ellos y se les hace así girar aproximadamente á una semivelocidad; pero este procedimiento no podría recomendarse en la práctica.

La solución que es necesario adoptar para constituir las locomotoras de mercancías de pequeña velocidad, es la que consiste en estudiar motores de velocidades reducidas, y se puede dar cuenta de la economía de esta solución, comparando un equipo de este género con uno estudiado para un servicio rápido de viajeros en la misma línea. Los elementos principales de esta comparación se han reunido en la figura 1.ª, en la que están representadas las características esenciales de un tren de 285 toneladas (comprendiendo el peso de la locomotora de 45 toneladas), y las de un simple carruaje motor de viajeros, pesando 50 toneladas, y recorriendo la misma línea y la misma rampa de 4 por 100.

Las características de velocidad están representadas respectivamente:

Por la curva A para el carruaje motor de viajeros, y por la curva B para el tractor de 45 toneladas del tren de mercancías.

Las intensidades de corriente en el arranque están representadas del mismo modo:

Por la curva $A-1$ para el carruaje motor de 50 toneladas, y por la curva $B-1$ para el tren de mercancías.

La curva $A-1$ corresponde á una aceleración de 2 kilómetros á la hora por segundo, y la $B-1$ á una aceleración de 0,16 kilómetros á la hora por segundo.

Las intensidades de corrientes absorbidas por uno y otro equipo, funcionando en rampa, están, en fin, representadas:

Por $A-2$ para el carruaje de viajeros y por $B-2$ para la locomotora del tren de mercancías.

La comparación de las dos series de curvas muestra que las intensidades en rampa son del mismo orden para los dos convoyes, y que, á pesar de su peso mucho mayor, el remolque del tren de mercancías exige una corriente apenas superior á la que absorbe el carruaje motor, subiendo sólo la misma rampa.

En la figura 2.^a están reunidas las características de par y de velocidad de los motores que convienen á los dos tipos de equipo:

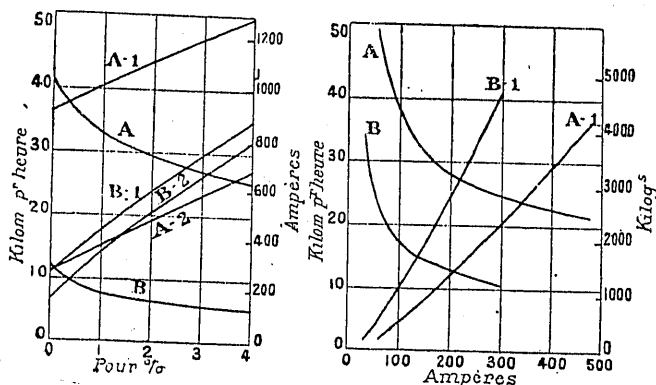
A es la característica de velocidad en función de la corriente para la automotora.

B es la característica de velocidad en función de la corriente para la locomotora de mercancías.

A-1 la curva de los esfuerzos ó de los pares de los motores de la automotora en función de la corriente.

B-1 la curva de los esfuerzos ó de los pares de los motores de la locomotora de mercancías.

Se ve que, desde el punto de vista de los consumos de corriente (fig. 2.^a), cuesta mucho menos realizar un par dado con los motores de la locomotora que con los motores de la automotora (por comparación de las nuevas A-1 y B-1); esto es lo que



Figs. 1.^a y 2.^a

constituye la ventaja principal del equipo B-1, es decir, que el par desarrollado por amperio es mucho más considerable para la locomotora, y esto es lo que le permite remolcar trenes mucho más pesados, sin tomar más corriente en marcha, y aun con mucha menos corriente en el arranque.

Resulta de aquí que, en las subestaciones, los pares serán, con la automotora, proporcionales á las ordenadas de la característica A-1 de la figura 1.^a, y con la locomotora proporcionales á las ordenadas de la curva B-1 de la misma figura. Pero no sería esta la única ventaja que puede obtenerse del empleo de la locomotora, porque á las pequeñas velocidades á que rueda, da lugar á menos pérdidas de energía, ya en los retardos y paradas á consecuencia de perder esta energía en los frenos, ya durante toda la marcha á causa de la menor resistencia que le opone el aire y de las menores pérdidas de carga que correspon-

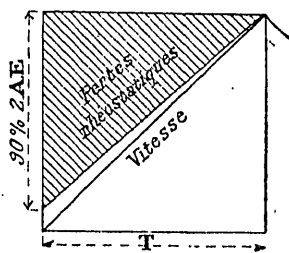


Fig. 3.^a

den á su consumo reducido en las líneas y *feeders* de alimentación.

Mister Woods cita un ejemplo que muestra la posibilidad de remolcar de este modo trenes de un peso bastante grande, sin sobrecargar mucho las subestaciones y las líneas.

Se trata de una explotación en la cual el perfil presenta una rampa de un 3 por 100, próxima á una subestación que no desarrolla más que 300 kilovatios en carga normal y no puede desarrollar más que de 100 á 200 más en caso de sobrecarga. Suponiendo un coeficiente de adherencia de 25 por 100, basta ampliamente una locomotora de 45 toneladas, lo que hace que los

trenes en circulación tengan un peso total de 285 toneladas, como los que hemos mencionado anteriormente. Supongamos que se den alternativamente á esta locomotora uno ú otro de los equipos de motores cuyas características se han comparado (fig. 2.^a): con los motores de la automotora, el arranque en esta rampa hubiese exigido un consumo de corriente de 1.280 amperios, lo que hubiese arrastrado una carga de 768 kilovatios sobre la subestación que no puede soportar más que de 400 á 500. Con los motores de pequeña velocidad, por el contrario, la corriente de arranque se reduce á 740 amperios, y la subestación no está cargada más que con 444 kilovatios, que es una carga aceptable.

Supongamos que se han constituido así equipos que comprendan cuatro motores lentos á 600 voltios. Importa para la economía de la explotación no aceptar, sin un análisis preliminar, los grupos generalmente adoptados en tales equipos.

Lo que sucede más á menudo es contentarse con unir los motores dos á dos en paralelo, de una manera permanente, y hacer entre los dos grupos obtenidos la clásica combinación serie-paralelo. Basta examinar las ventajas de esta combinación y comparar los principios de la regulación reostática y de la regulación serie-paralelo para condenar esta forma de proceder.

Se concibe ya, á primera vista, que un arranque es tanto más económico cuanto el número de los reóstatos es más reducido.

Si se desprecia la resistencia óhmica de los motores, ó si, con más exactitud, se considera como despreciable con relación á su fuerza contraelectromotriz la caída óhmica de tensión en sus devanados, se puede fácilmente concebir el valor comparativo de los diversos modos de arranque de un equipo de cuatro motores, suponiendo que no haya ninguna variación en la intensidad de corriente A absorbida por cada motor.

1.º Si los motores están enganchados los cuatro en paralelo,

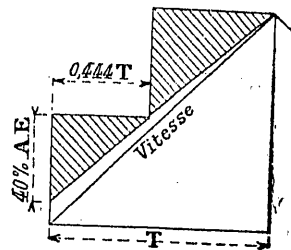


Fig. 4.^a

sus circuitos así agrupados absorben la intensidad $4A$. Este régimen permanece invariable gracias á la regulación puramente reostática hecha en la otra parte del circuito, tan largo tiempo como los motores no hayan alcanzado la fuerza contraelectromotriz E de la red, hacia la cual tienden progresivamente durante toda la duración T del arranque.

La suma de energía que representa el conjunto de las fuerzas contraelectromotrices de los cuatro motores para toda la duración del arranque á intensidad $4A$ tiene por expresión casi exacta el producto de esta intensidad por la tensión media $\frac{E}{2}$ y por el tiempo T en segundos, ó sea $4A \times \frac{E}{2} \times T = 2AET$.

Ahora bien, la energía total consumida tiene por expresión el producto de la tensión E de la red, por la intensidad total de corriente y por el tiempo T , es decir, $4AET$, y puede con exactitud decirse de este arranque que realiza un rendimiento próximo á

$$\frac{2AET}{4AET} = 50 \text{ por } 100.$$

2.º Si los motores, en lugar de formar un sólo grupo de cuatro en paralelo, constituyen dos grupos de dos motores en paralelo, entre los cuales se hacen las combinaciones serie-paralelo para

el arranque, el circuito no absorbe más que la intensidad $2A$ durante la primera parte del arranque y $4A$ durante la segunda, y sería fácil, repitiendo el análisis anterior, ver que las pérdidas reostáticas sufren, en este sistema de arranque, una reducción que es, con relación á su valor primitivo del orden del 50 por 100, en tanto que realizando sucesivamente las tres combinaciones posibles con cuatro motores (ó sean motores en serie por 4, en serie-paralelo por 2 y todos en paralelo), se obtendrían tres velocidades en lugar de dos, y se haría todavía una economía suplementaria de 25 por 100 sobre las pérdidas reostáticas.

Para representar estos diversos sistemas de arranque de su equipo de cuatro motores, se debe tener en cuenta en realidad

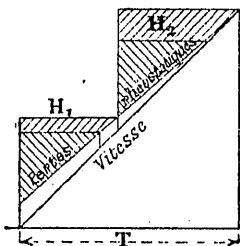


Fig. 5.ª

diferentes factores que son menos sencillos que lo que hemos supuesto anteriormente, sobre todo por el hecho de que los motores desempeñan en cierto modo el papel de resistencias y consumen con los tres sistemas de arranque la misma energía julio; si, por otra parte, es exacto que el primer sistema de arranque da una sola velocidad, el segundo dos y el tercero tres, es inexacto el simplificar la representación, suponiendo, como lo hemos hecho, que la velocidad media se alcanza exactamente en la mitad del tiempo total asignado al arranque por el segundo sistema, y la primera de las tres velocidades, en el tercer caso, en la cuarta parte del empleado para el arranque.

Para dar, de lo que sucede, una representación más próxima á la realidad, reproducimos á continuación, tomándolos de la revista francesa citada, los diagramas comparados de las pérdi-

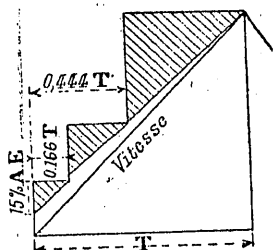


Fig. 6.ª

das reostáticas por los tres métodos, según Mr. Woods. Estas pérdidas están representadas en las figuras 3.ª, 4.ª y 5.ª, que corresponden, respectivamente, á estos tres arranques, por las zonas rayadas que se ven sobre la línea de las velocidades; la superficie cubierta de rayas en la figura 3.ª no representa más que X por 100 de las pérdidas que se habían teóricamente evaluado por la expresión $2AET$ en los reóstatos de arranque; la zona que separa de esta superficie rayada la línea de las velocidades corresponde á las pérdidas julio en los motores, y el valor instantáneo de las pérdidas en los reóstatos en el momento de la aplicación primera de la corriente, es igual á un 90 por 100 de $2AE$ como lo indica la ordenada en el origen de la figura 3.ª Las indicaciones llevadas sobre la ordenada en el origen de las figuras 4.ª y 5.ª se explican del mismo modo, y la última figura, ó figura 6.ª, muestra, por otro sistema de zonas rayadas, el suplemento de economía que podría hacerse *shuntando* los inductores de los motores. La figura 6.ª reproduce en principio las disposiciones de la figura 4.ª y realiza, en lugar de tres combinaciones de los cuatro motores entre sí, las dos solas combinaciones serie y paralelo por grupos de dos en múltiplex. Hay,

pues, necesidad, en este sistema, de disposiciones que seccionen individualmente á los motores. En cada una de las combinaciones serie y paralelo de los dos grupos de dos motores, se reserva simplemente *shuntar* sus inductores, lo que realiza, sobre la energía julio absorbida por los reóstatos, las economías que indican las partes rayadas H_1 y H_2 de la figura 5.ª

La estación de distribución de Komwestheim (Alemania).

Tomamos de los *Annales des Ponts et Chaussées* el resumen de un artículo publicado en el *Zeitung des Ver. deutsch. Eisenbahnverwalt.*, en el que se da cuenta de que la Administración de los ferrocarriles wurtembergueses ha abierto á la explotación la parte terminada de la estación de distribución de Komwestheim motivada por la reconstrucción de la estación principal de Stuttgart y la disposición en cuatro vías de la línea Ludwigsbourg-Stuttgart-Essling. La estación, situada en la sección principal Ludwigsbourg-Zuffenhausen, está unida al resto de la red y principalmente á la estación de mercancías de Untertürkheim-Komwestheim. Todas estas líneas, provistas de una sola vía, se proveerán de doble vía.

Después de su completa terminación, la estación servirá á dos redes limítrofes. Los vagones procedentes del Norte por Bietigheim podrán seguir inmediatamente hacia el Sur é inversamente los que procedan de Stuttgart y Untertürkheim. Las obras se han emprendido en primer lugar para la red Norte-Sur, comprendiendo con el acceso la colocación de 95 kilómetros de vía y 300 agujas. La estación entre las señales de entrada tiene una longitud de 3 kilómetros y medio y una anchura que llega á 300 metros. En el haz principal una red de 30 vías tiene una longitud útil de 780 metros. El extremo de las vías de circulación está 4,50 metros más bajo que la línea divisoria. La capacidad de la porción que puede ponerse en servicio se ha evaluado en 4.000 vagones por día.

La construcción comenzó en la primavera de 1913. Las obras, suspendidas al principio de la guerra, volvieron á emprenderse tan pronto como fué posible en una escala restringida y tuvieron de nuevo que interrumpirse por la falta de mano de obra. El desarrollo incesante del tráfico militar y comercial hizo necesaria la prosecución de las obras, venciendo todas las dificultades encontradas para la provisión de mano de obra y materiales, y pudo ponerse en estado de servicio más de 40 vías con 100 agujas, así como las instalaciones para puestos de maniobras, alumbrado y alimentación de agua. El personal, que se eleva á 160 agentes, ha podido instalarse provisionalmente; la Administración espera proceder bien pronto á la instalación del pueblo previsto para albergarlos. Las obras se han realizado por la Empresa Julius Berger, de Berlín.

Una nueva línea de tranvías entre Buffalo y Niágara (Estados Unidos).

Resumimos en esta nota la descripción que de esta línea hace recientemente el *Electric Railway Journal*.

La línea tiene cerca de 37 kilómetros de longitud y los principales obstáculos que tiene que salvar son dos líneas de ferrocarril y nueve caminos. La Compañía ha prescindido de los pasos á nivel, y para evitar las rampas demasiado fuertes que hubiera necesitado la línea al pasar sobre estos obstáculos, no ha vacilado en establecer largos terraplenes que han absorbido 1.500.000 metros cúbicos de tierra, próximamente. La vía está formada por carriles de 42 kilogramos fijados sobre traviesas de encina, repartidos con una separación de 60 centímetros de eje á eje.

El acero empleado en los puentes, que son todos metálicos, no es menor de 3.000 toneladas. La línea de distribución de corriente es del tipo catenario, y la corriente continua que se emplea en los carruajes proviene de la transformación de la corriente alterna á 11.000 voltios y 25 períodos por segundo de la Niágara Falls Power Co.