

cios contiguos al depósito; además, se espera que debido á las dimensiones de las chimeneas, las partículas pesadas se precipitarán en gran parte. La chimenea se colocará de modo que entre ella y el ventilador puedan interponerse aparatos lavadores de humo, en el caso en que se encuentre un método que prometa para ello resultados satisfactorios. Mencionamos esto para hacer ver que los Ingenieros de ferrocarriles estudian constante y detenidamente el asunto desde todos sus aspectos y que las Compañías no retroceden ante los gastos considerables que traen consigo los esfuerzos intentados para combatir la producción de humo.

Reemplazo de la locomotora de vapor.—En el estado actual de los conocimientos científicos esta solución implicaría la sustitución de todas las máquinas de vapor actualmente en servicio por las eléctricas, puesto que por ahora no se dispone de otro método de tracción. La palabra «electrificación» es seductora para todo el mundo exceptuando á los encargados de la responsabilidad de encontrar el capital necesario para hacer frente al enorme gasto que representaría, por un lado la primera instalación de la dotación eléctrica, y por otro, la explotación con tarifas de transporte de viajeros y de mercancías que fuesen juzgadas razonablemente por el público, porque no está probado que la electrificación tenga generalmente como consecuencia la reducción de los gastos de explotación.

Según los datos más auténticos que se disponen actualmente, la electrificación completa de los ferrocarriles americanos solamente suprimiría el 20 por 100, aproximadamente, del humo total que se produce, y por eso nos preguntamos frecuentemente por qué no se reclama más enérgicamente el empleo de la corriente eléctrica para atenuar las molestias causadas por el 80 por 100 restante. Un hecho cierto es que la electricidad podría sustituir al vapor en un gran número de usos mediante un menor gasto de instalación, con mejores perspectivas de beneficio satisfactorio y con menores riesgos de insuficiencia de servicio para la clientela, que cuando se trata de la tracción eléctrica de los ferrocarriles.

Según los datos que se leen en muchos folletos y en artículos publicados, parece ser que la locomotora de vapor es una máquina que gasta mucho y que si se decidiesen á renunciar á su empleo se realizarían economías considerables.

La realidad es muy distinta. El trabajo de la caldera de la locomotora resiste ventajosamente la comparación con los resultados medios que se obtienen en la práctica de las instalaciones fijas y el rendimiento de la locomotora completa de construcción moderna, es lo suficientemente grande para que pueda indicarse que el consumo de carbón es de 0,94 kilogramos por caballo-hora indicado y de 1,12 por caballo-hora en la barra de enganche del tender. Con semejantes resultados nadie podrá negar que es infundada la creencia casi general de que la locomotora es una máquina que no puede asegurar el servicio á que está destinada.

Está fuera de duda que la tracción eléctrica sustituirá á la de vapor; pero mientras no se consiga una gran mejora en el

rendimiento, en la seguridad del funcionamiento, coste de aparatos eléctricos y en los gastos de explotación, las aplicaciones de la tracción eléctrica estarán limitadas dentro de ciertas condiciones especiales, como la explotación de líneas que pasen bajo un brazo de mar ó de un río (en Nueva York y en Detroit), ó que tengan que atravesar países montañosos con largos túneles, ó en ciertas líneas de perfil particularmente difícil y de tráfico intenso, lo mismo que en algunas estaciones de término de viajeros en donde las condiciones topográficas y las del servicio sean de naturaleza á facilitar la adopción.

Gastos.—Los gastos de todas las líneas de tracción eléctrica son enormes. El precio de una locomotora eléctrica es, por lo menos, doble del de la locomotora de vapor que se tiende á reemplazar, y antes de que estén en condiciones de empezar á prestar servicio es preciso hacer grandes gastos suplementarios para la instalación de las fábricas generadoras, de las líneas de transmisión, de la dotación de la vía y de los demás aparatos é instalaciones que se hacen precisas para completar una red de tracción eléctrica. Tenemos noticia de un presupuesto que indica el gasto de instalación, aproximadamente, en un millón de pesetas por cada locomotora de vapor reemplazada, es decir, unas diez veces el precio de esta última, y existiendo en los Estados Unidos unas 70.000 locomotoras, se haría preciso un capital de 70.000 millones de pesetas para efectuar el cambio de tracción; en estas condiciones, todo el mundo estará de acuerdo con nosotros que solamente podrá intentarse, cuando se pudiese en evidencia que los resultados obtenidos habrían de ser en extremo favorables, tanto más cuanto que el valor del capital después de la transformación sería muchas veces mayor que su valor actual.

Verdad es que, en general, raramente se pide la electrificación de una línea extensa, reclamándose únicamente para la travesía de las grandes poblaciones; pero, á parte de los casos en que las condiciones se presentan particularmente favorables, esta transformación no solamente trae consigo un gasto proporcionalmente más elevado para la dotación eléctrica, sino que necesita dos depósitos de locomotoras, una en cada extremo de la población y una parada suplementaria en cada depósito para el cambio de la locomotora de vapor por la eléctrica y recíprocamente; ahora bien, suponiendo que las Empresas se conformasen con hacer los gastos que esta nueva carga les produciría, sería dudoso que el público aceptase las pérdidas de tiempo ocasionadas en los depósitos por el cambio de locomotoras.

Sin duda alguna, gastando dinero sin tasa, con la electrificación de los ferrocarriles se obtendrían resultados importantes desde el punto de vista de la reducción de la cantidad de humo que producen actualmente, pero parece lógico y sensato antes de dedicar sumas considerables á la supresión de una proporción relativamente pequeña de humo, en tal ó cual aglomeración particular, ocuparse primeramente de los medios de transporte, de las facilidades terminales necesarias para asegurar las necesidades siempre crecientes del comercio del país y proceder á la supresión de los pasos á nivel, etc.

H.

Revista de las principales publicaciones técnicas.

Comparación entre las soluciones dadas por la corriente monofásica y la continua de alta tensión para la electrificación de las vías férreas.

La cuestión de la preferencia entre la corriente continua de alta tensión y la corriente monofásica para el equipo eléctrico de las grandes vías férreas ha sido objeto de numerosas discusiones.

Mister Armstrong, Ingeniero jefe del Servicio del material de tracción en la General Electric Co., publica en el *Electric Railway* un artículo, cuyo resumen tomamos de *Le Génie Civil*, en el que se propone demostrar la superioridad de la corriente continua de alta tensión sobre la monofásica.

Expone, en primer lugar, una lista de 28 instalaciones electrificadas con corriente monofásica, de 1904 á 1911; de este nú-

mero, nueve explotaciones han abandonado ulteriormente la corriente monofásica primitivamente escogida para adoptar la corriente continua.

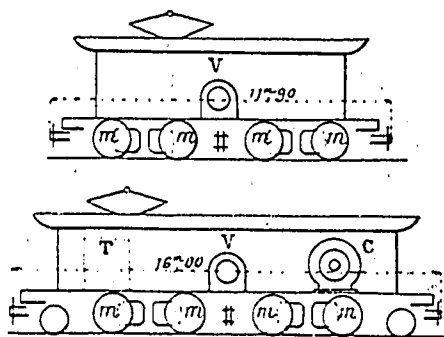
Pero en tanto que la corriente monofásica se utilizaba en una amplia escala, la extensión hasta 1.200 voltios de la tensión continua se realizaba en el transcurso de 1907 en el Indianapolis Louisville Traction Railway, á la que seguían numerosas aplicaciones.

En la actualidad las líneas electrificadas con corriente continua de alta tensión (hasta 2.400 voltios) son, ya en los Estados Unidos, ya en el Canadá, en número de 30.

Las razones que han hecho que se prescinda poco á poco del motor monofásico y se prefiera el continuo subsisten cuando se trata exclusivamente del problema de la gran tracción en importantes líneas de ferrocarril y las instalaciones más recientes de este género ha sido hechas con corriente continua de alta tensión (2.400 voltios).

Una instalación muy moderna, la del Norfolk and Western Railway, es una aplicación del «Split phase system», que está constituido por un abastecimiento monofásico, una transformación de fase de monofásica en trifásica y el empleo de motores de inducción trifásicos. El rendimiento de este sistema no es superior al 73 por 100, por término medio, mientras que el de una locomotora de corriente continua á 2.400 voltios llega al 84 por 100.

Un requisito indispensable en el caso del «Split phase system» es el torneado riguroso al mismo diámetro de las ruedas motores, pues, de lo contrario, se tienen grandes desigualdades de par, visto el débil deslizamiento de los motores.



Figs. 1.ª y 2.ª

m, motores; C, convertidor; T, transformador; V, ventilador.

Una diferencia tan pequeña como el 4 por 100 produce perturbaciones inadmisibles. Los tamaños de dos locomotoras de la misma potencia, una de corriente continua á 2.400 voltios, otra adaptada al «Split phase system», son muy diferentes, como se ve en las figuras 1.ª (corriente continua) y 2.ª (corriente alterna), siendo considerable la ventaja en favor de la locomotora abastecida con corriente continua, cuyo perfeccionamiento, tan extendido hoy, de los polos de conmutación, hacen que su empleo sea de los más prácticos y de los más seguros; con la corriente continua es muy fácil la aplicación del sistema á unidades múltiples de los tractores, así como el empleo de un tercer carril.

Consideraciones generales relativas á la unificación de los símbolos electrotécnicos.

Las *Mémoires et compte rendu des travaux de la Société des Ingénieurs Civils de France* publican un extenso artículo referente á los trabajos de la Comisión electrotécnica internacional, rela-

tivos á la unificación de los símbolos, y de él tomamos los datos necesarios para redactar la presente nota.

Limitándose á la electrotécnica parece posible unificar los símbolos. Los principios que han servido de base á los trabajos del Comité especial para esta unificación son los siguientes:

Es necesario que los símbolos se distingan claramente los unos de los otros, tanto en la escritura á pluma en el papel, como en la que se haga en el encerado con tiza, ó en topografía. Es conveniente emplear para los símbolos en los trabajos impresos, carácter diferente del que se use en el texto; los símbolos se han de imprimir, por ejemplo, con letras itálicas, si el texto lo está con romanas, é inversamente. Es de desear que en la escritura corriente no se tengan que añadir signos distintivos á los símbolos para indicar los caracteres tipográficos que se han de emplear. Es necesario poder enunciar los símbolos cuando se les escribe en el encerado. En fin, conviene dar la preferencia á los que el uso ha consagrado ya. Resulta de lo expuesto que como, en la escritura corriente, no se pueden diferenciar las letras romanas de las itálicas y las minúsculas redondas se distinguen con dificultad de las otras, no pueden emplearse.

En general, conviene prescindir de las letras góticas por la complicación de su escritura. En fin, muchas mayúsculas griegas son semejantes á las romanas. Considerado todo esto, no queda más que un centenar de símbolos disponibles romanos, redondos ó griegos. Varios han sido ya adoptados como signos matemáticos de los que los electricistas tienen también necesidad.

A continuación va una lista de los símbolos propuestos para las magnitudes de que se hace un uso más frecuente en electrotécnica. Si se tiene en cuenta algunos otros símbolos de que también se tiene á menudo necesidad, es evidente que ya no quedan para las magnitudes puramente físicas ó mecánicas. Ahora bien, en una misma fórmula pueden intervenir símbolos electrotécnicos y símbolos de mecánica ó de física general. Este caso se presenta, principalmente para la masa, el momento de inercia, la velocidad, la densidad, la temperatura, la cantidad de calor, etc.

La Comisión electrotécnica internacional recomienda entonces emplear, para la magnitud física ó mecánica, el símbolo utilizado habitualmente por los físicos ó los mecánicos, si esta letra no existe ya en la fórmula como símbolo electrotécnico. En el caso contrario, es de desear se afecte el símbolo de un signo distintivo ó cambiar la notación:

Reglas referentes á las magnitudes:

- Los valores instantáneos de las magnitudes eléctricas variables con el tiempo están representadas por letras minúsculas. En caso de ambigüedad se las puede afectar del índice *t*.
- Los valores eficaces ó constantes de las magnitudes eléctricas se representan por letras mayúsculas.
- Los valores máximos de las magnitudes eléctricas y magnéticas periódicas se representan por letras mayúsculas afectadas del índice *m*.
- En el caso en que se desee distinguir las magnitudes magnéticas, constantes ó variables, de las magnitudes eléctricas, las primeras se representarán por mayúsculas redondas, gruesas ó de tipo especial. Las letras redondas no se emplearán más que para magnitudes magnéticas.
- Los ángulos se representan por minúsculas griegas.
- Las magnitudes sin dimensiones y las llamadas *específicas* se representan, en cuanto es posible, por minúsculas griegas.

El delegado alemán reservó su aquiescencia respecto á los símbolos 13, 14, 20, 23, 25, 27 y 31 del siguiente cuadro, que no están todavía aceptados en Alemania, pero no se opuso á que fuesen adoptados por la Comisión electrotécnica internacional.