

fuertes condensaciones que se producen en las tuberías que van de la caldera á la máquina, y por otra se pierde aire caliente durante el período de escape, porque las válvulas automáticas se abren desde el principio de este período para no cerrarse más que cuando la compresión comienza.

Por otra parte, la máquina ensayada consumía mucho vapor saturado, lo que la hacía poco económica.

Sea lo que sea, el sistema parece ventajoso; pero para que se generalice su empleo es preciso que se demuestre la inocuidad para el hierro, de la mezcla muy caliente de aire y de vapor, que se considera como muy oxidante para el palastro de las calderas.

El sistema Field-Morris ha sido ensayado por la Compagnie du Nord British Railway, y sus resultados parece han decidido á que se estudie su colocación en las locomotoras de exprés del tipo *Atlantic*.—O.

COSTE DEL FUNCIONAMIENTO

DE LAS LINEAS DE CAMINOS DE HIERRO ORDINARIOS Y ELECTRICOS

El argumento decisivo para emplear la electricidad en las líneas de caminos de hierro es la reducción del coste del funcionamiento y el aumento de la capacidad de la línea.

Hay otros también de menor importancia, como la fatiga menor de la vía, la supresión del humo, de las cenizas, del gas de la combustión, que hacen mucho más fácil el tráfico en los túneles y disminuyen también mucho la conservación de los carruajes, en fin, la mayor facilidad con que pueden formarse los trenes y ponerlos en marcha.

El aumento de la capacidad de la línea por el empleo de la electricidad resulta directamente del empleo de una locomotora de mayor potencia por tonelada, que puede todavía doblarse ó triplicarse por el empleo de unidades múltiples, lo que permite aceleraciones mayores, velocidades más elevadas y trenes más pesados. La velocidad constante de los trenes, gracias al empleo de la corriente trifásica, es también extraordinariamente ventajosa porque constituye una velocidad tipo independiente del aumento de peso de los trenes ó de las rampas.

El estudio actual se limitará, sin embargo, á mostrar la ventaja que presenta el empleo de la electricidad nada más que desde el punto de vista del coste del funcionamiento.

Los datos que siguen, tomados de un artículo de M. S. publicado en *The Engineering Magazine*, de 1.º de Agosto, se refieren á una línea de doble vía, de 120 kilómetros de longitud, de un perfil bastante quebrado con rampas de 2, 2,2 y 2,3 por 100, por 17, 13 y 25 kilómetros y curvas numerosas de mucho radio. El tráfico comprende trenes de mercancías de 600 á 1.400 toneladas con velocidades de 14 á 31 kilómetros por hora, y de trenes de viajeros de 250 toneladas próximamente con velocidades de 43 kilómetros por hora.

Funcionamiento por el vapor.—Independientemente de lo que se refiere á las reparaciones de la locomotora, á los sueldos de mecánicos y fogoneros, á los empleados de depósito, para el combustible; á las estaciones de abastecimiento, para agua, para aceite, es necesario tener en cuenta:

- 1.º La depreciación de las locomotoras.
- 2.º La conservación y amortización de las rotondas.
- 3.º Los gastos en las rotondas.
- 4.º La conservación y amortización de los talleres.
- 5.º La conservación y amortización de las herramientas de los talleres.
- 6.º Los gastos de calefacción y de alumbrado de los talleres.
- 7.º La amortización de las estaciones de abastecimiento de agua y de carbón.

Si se hacen intervenir estos diversos factores se encuentra entonces:

Costo del funcionamiento de una locomotora por kilómetro.

	Francos.
Reparación de la locomotora.....	0,225
Sueldos de los mecánicos y de los fogoneros.....	0,240
Empleados de la rotonda.....	0,045
Gastos en la rotonda.....	0,008
Reparación y conservación de los talleres de la rotonda.....	0,029
Gastos en los talleres.....	0,005
Reparación y conservación de las máquinas-herramientas.....	0,024
Combustible.....	0,265
Estación de abastecimiento de combustible.....	0,007
Abastecimiento de agua.....	0,008
Conservación y reparación de las estaciones de abastecimiento.....	0,007
Grasas y diversos.....	0,027
Interés.....	0,038
Seguros é indemnizaciones.....	0,013
Amortización.....	0,056
Total.....	0,997

Para compararla con una instalación por corriente trifásica, se ha supuesto que la corriente suministraba por una estación central de 10.500 kilovatios comprendiendo tres turbinas, que había una línea de transmisión doble proveyendo de corriente á 33.000 voltios y 18 subestaciones repartidas á lo largo de la línea, llevando la corriente á 3.000 voltios.

Para determinar el precio de la fuerza producida se ha estimado:

El interés del capital empleado en las construcciones y en el terreno de la central, en 4 por 100.

El interés del capital empleado en las máquinas, en 4 por 100.

El interés del capital empleado durante la construcción, en 4 por 100.

Los impuestos, en 1,5 por 100.

Los seguros, en 1,5 por 100.

La amortización de la maquinaria, en 3,39 por 100.

La administración en 75.000 francos por año.

El carbón en 1 kilovatio; 140 por kilovatio-hora, á 5 francos la tonelada.

El aceite, las grasas, en 5.000 francos.

Diversos, en 7.500 francos.

La reparación de edificios, en 1,5 por 100.

La reparación de máquinas, en 4 por 100.

Por la transmisión se ha estimado la amortización de la línea, de las subestaciones; del trolley en 3,39 por 100, y la vigilancia en 47.500 francos; las reparaciones de la línea en 4 por 100, las de las subestaciones en 2 por 100.

Para el coste de las locomotoras, se ha estimado su duración en veinte años.

	Francos.
Los gastos de explotación, comprendidos los de administración en.....	595.200
El aceite, la grasa en.....	25.000
Las reparaciones en.....	6.600

Se encuentra así, que el coste del funcionamiento de un tren eléctrico por kilómetro se reparte en:

	Francos.
Reparaciones.....	0,005
Administración.....	0,167
Aceite, grasa.....	0,071

	Francos.
Fuerza motriz de la locomotora.....	0,550
Gastos de la locomotora.....	0,087
Gasto en las rotondas, talleres, etc.....	0,039
Total.....	0,964

Si se relaciona el coste de la locomotora-vapor kilómetro ya determinado, con el coste del tren-vapor kilómetro, se encuentra un gasto de 1,15 francos, ó sea una diferencia de $1,15 - 0,964 = 0,186$ francos en favor del sistema eléctrico. No se puede, sin embargo, deducir el beneficio real que se retirara de una explotación importante, porque es necesario tener en cuenta condiciones locales variables en cada caso.—O.

NUEVO REGULADOR DE INDUCCIÓN

Se sabe que en las redes para la luz es muy necesario mantener la tensión constante, lo que es difícil en las redes de corrientes alternas. Cuando el descenso de tensión es pequeño, transformadores provistos de terminales correspondientes a diferentes voltajes pueden bastar á la regularización, si en todos los puntos de consumo, los consumos de las corrientes, fuerza motriz y alumbrado están sensiblemente en la misma relación, y todas las líneas están sometidas simultáneamente á su carga máxima. Si no es preciso regular la tensión de cada feeder, lo que puede hacerse por medio de un transformador que permita hacer variar la tensión por sacudidas. Estas sacudidas son precisamente el defecto del sistema, y para evitarlas es por lo que la casa Brown Boveri et Cie ha construido recientemente un nuevo regulador de inducción que permite hacer variar la tensión progresivamente entre los límites de regulación previstos.

Este regulador de inducción, cuya descripción tomamos del *Electro* de Agosto último, se construye en el carcasa de un motor asíncrono, que es, en general, de cuatro polos, y constituye una especie de transformador, cuyo devanado, el del stator, es fijo, y el otro, el del rotor, móvil. Este transformador engendra una fuerza electromotriz, cuyo valor varía según la posición relativa de los devanados del stator y del rotor. Es máximo cuando las dos bobinas están enfrente una de otra, y disminuye á medida que las bobinas se separan de esta posición. En la ejecución tetrapolar el rotor puede cambiar de lugar 90° , según las circunstancias; la bobina en derivación recibe directamente la corriente á alta tensión, ó bien la tensión probablemente reducida.

Estos reguladores se alojan en un baño de aceite, ó bien obran como tipos abiertos; la aereación se realiza, ya naturalmente, ya por medio de un ventilador eléctrico.

El rotor cambia de lugar con la ayuda de un tornillo sin fin movido á mano ó automáticamente por la corriente de la línea. El autómatá será, por ejemplo, un regulador Thury, compuesto de una pieza metálica, á la cual un motor comunica un movimiento oscilatorio, y sobre el cual están montados dos trinquetes. Estos últimos ejecutan el mismo movimiento que la pieza metálica y cambian de lugar enfrente de la circunferencia de una rueda dentada solidaria del rotor del regulador de inducción. En marcha normal, los trinquetes no engranan con la rueda; pero si viene á ser necesaria una regulación, un relé, influenciado por la corriente de la línea, cambia de lugar por medio de una palanca uno ú otro de los trinquetes, que entonces engrana en la rueda, obligándole así á cambiar de sitio el rotor.

Una disposición apropiada del relé permite conservar al punto de consumo la tensión constante para todas las cargas,

cualquiera que sea el descenso del voltaje. El aparato de regulación se ordena ya por un motor especial, ya por el del ventilador; esta última solución es de ejecución fácil, cuando el autómatá está colocado encima del regulador de inducción.

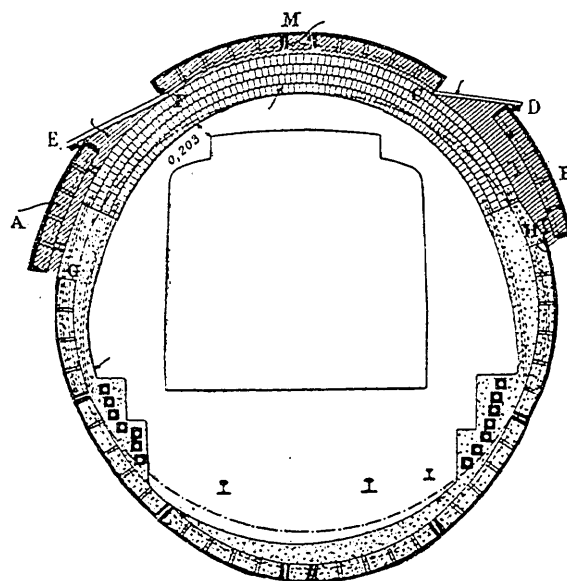
Estos aparatos tienen un factor de potencia elevado, porque pueden construirse con un entrehierro muy pequeño. Entre las fábricas que usan ya esta nueva disposición no citaremos más que á la de Kauder, que provee de corriente á la ciudad de Berna. La energía eléctrica se transporta por una línea aérea de 33 kilómetros, á la tensión de 15.000 voltios próximamente. En la Central de vapor de la ciudad de Berna «Maizilünsel» la tensión de la corriente es rebajada á 3.000 voltios para permitir una punta en paralelo con las generatrices de esta estación. Á la llegada á la fábrica, la tensión de la corriente de la Kauder está regulada por reguladores de inducción, hasta que alcanza el mismo valor que la de las barras colectoras de la Central. El relé de estos reguladores, siendo del sistema *Compound*, resulta que estos aparatos regulan la tensión, según la carga.

Existe en esta estación dos de estos reguladores de inducción, cada uno para una potencia prevista de 500 KVA, y una tensión media de 3.000 voltios (tensión que puede regularse en ± 10 por 100). Los dos reguladores están montados en paralelo y las disposiciones de regulación reunidas mecánicamente. Esta regulación puede hacerse con el auxilio de un volante á mano ó con un regulador automático Thury, que actúa sobre el árbol común á los dos aparatos.—O.

RECTIFICACIÓN DE LOS TÚNELES DEL METROPOLITANO

SITUADOS BAJO EL HUDSON EN NUEVA YORK

Se acaba de terminar en el «Subway», el metropolitano de Nueva York, la rectificación de dos túneles tubulares gemelos de sección circular, los de Battery Tunnel, que atraviesan el Hudson y ponen en comunicación directa Nueva York y Brooklyn. Estos túneles han sido construídos por el método del broquel; independientemente de su construcción, no se ha podido, á causa de la naturaleza movediza del terreno, conservar rigurosamente al broquel la dirección y la pendiente que se habían fijado. Era esencial, sin embargo, que la vía no presentase desni-



veles demasiado bruscos y que se dejase un juego mínimo de 205 milímetros entre el techo y el gálibo; así la rectificación ha consistido sobre todo en levantar el techo y en levantar el zampado aumentando el espesor del hormigón; también ha sido pre-