

mismo, los transbordos y la depreciación que sufre el carbón durante el camino.

He aquí cuáles son, siempre según el autor mencionado, las principales ventajas que tiene el gas sobre la electricidad desde el punto de vista del transporte á larga distancia:

- 1.^a Las pérdidas de carga se reducen en tres cuartas partes.
- 2.^a No es necesaria la transformación de la corriente de alta tensión en corriente de baja tensión.
- 3.^a La posibilidad de almacenar el gas sin grandes gastos y sin grandes pérdidas y utilizarlo en la cantidad que se desee y en el momento que se quiera; la producción de la corriente eléctrica tiene, por el contrario, que ser constantemente en la misma proporción que el consumo, y de aquí los grandes gastos de la primera instalación.

Según Mr. Martín, la fábrica destinada á producir el gas para la ciudad de Londres se situaría cerca de las minas de hulla de South Yorkshire. La cañería para la conducción del gas tendría 278 kilómetros de longitud y podrán transportar 1.132.000 metros cúbicos al año. Para conseguirlo bastaría darle 0,625 metros de diámetro, con una presión inicial de 35 atmósferas, la que necesitaría 46.000 caballos de fuerza. El vapor preciso para la producción de esta potencia se obtendría utilizando los gases calientes provenientes de las retortas. El gas suministrado á los compresores costaría próximamente 0,020 francos el metro cúbico; la compresión y el transporte comprendidas las pérdidas elevaría el precio del metro cúbico á 0,027 francos puesto en los gasómetros de Londres. En 1904, el precio líquido medio de las tres Compañías metropolitanas fué de 0,046 francos el metro cúbico.

Si en lugar de limitarse á transportar la cantidad de gas correspondiente para los usos momentáneos se quisiese suprimir por completo la combustión directa del carbón en Londres sería preciso llevar anualmente á esta capital 5.094.000 metros cúbicos de gas por cuatro cañerías de 0,75 metros de diámetro. Como éste llegaría bajo una presión de 17 á 18 atmósferas, Mr. Martín propone utilizar esta presión para la producción de electricidad; el frío resultante de la expansión del gas podría servir para la fabricación de todo el hielo que se consume en Londres y para que funcionasen las fábricas frigoríficas que se creasen.

Mr. Martín ha estudiado del mismo modo proyectos para ciudades menos importantes como York, Luds y Manchester, situadas cerca de yacimientos de hulla.—O.

CONDICIONES GENERALES

DE INSTALACIÓN, FUNCIONAMIENTO Y CONSERVACIÓN

DE LAS

GENERATRICES, ELECTROMOTORES Y TRANSFORMADORES

(CONCLUSIÓN)

Instalación, puesta en servicio, conservación y vigilancia de los transformadores de corriente alterna.

Instalación.—Los transformadores deben colocarse en lugar seco, ventilado y al abrigo del polvo.

Los locales en que haya transformadores instalados deben ser asequibles, durante todas las horas de servicio, al personal de vigilancia de la instalación.

Aconsejamos la colocación de los transformadores sobre aisladores, para evitar, en la medida de lo posible, los accidentes debidos á las descargas atmosféricas.

Estando aislado de tierra un transformador, no debe nunca tocarse sin estar aislado asimismo de tierra el que lo toque, ya sea por medio de un suelo aislante construido con carácter defi-

nitivo alrededor de cada transformador, ya por medio de un taburete montado sobre aisladores de porcelana que le sirvan de pies.

Puesta en servicio.—Cuando un transformador haya permanecido algún tiempo sin funcionar, ó la primera vez que se pone en marcha, caso que haya podido observar alguna humedad, precisa, antes de someterlo á la tensión normal, sacarlo cuidadosamente por medio de la corriente, operación que es delicada y debe ser dirigida por un electricista experimentado.

De todos modos, y aun para transformadores secos, no es prudente, la primera vez que funcionan, someterlos bruscamente á la tensión normal, sino que conviene proceder gradualmente.

Para desempalmar un transformador que esté en servicio, hay que quitar los fusibles por el orden siguiente:

Un polo secundario, el segundo polo secundario y el neutro (si lo hay); hecho esto, los dos primarios.

Hay que evitar cuidadosamente el quitar el neutro secundario antes que los otros dos polos extremos, ó los primarios antes que los secundarios.

Para entrar en servicio un transformador hay que proceder á la inversa.

Un polo primario, el segundo el neutro y los dos secundarios.

Evítese el empalmar los secundarios antes que los primarios, ó los polos extremos secundarios antes que el neutro.

Estas maniobras deben hacerse por medio de movimientos rápidos.

Si los rompecircuitos primarios no están contruidos de manera que presenten todas las garantías de seguridad necesarias y provistos de puños protegidos ó pinzas aislantes, es preferible y hasta necesario hacer estas maniobras cuando el transformador no esté en tensión.

Quando por primera vez deben acoplarse varios transformadores para trabajar en paralelo, hay que cerciorarse bien de la manera que deben verificarse sus conexiones para evitar ponerlos en oposición; á este objeto se empalma en derivación sobre la línea los polos primarios de ambos transformadores; se conectan entre sí un polo secundario de cada transformador y la conexión de los polos restantes se verifica por el intermedio de un hilo fusible muy tenue (plomo de $\frac{1}{2}$ milímetro, por ejemplo) y de bastante longitud (0,50 á 0,60 metros). Si el plomo funde, están los dos transformadores correspondientes en oposición; si el plomo no funde, están en paralelo. En el primer caso hay que cruzar las conexiones del primario ó del secundario.

Puede también hacerse la comprobación sustituyendo el hilo de plomo por dos lámparas de incandescencia del voltaje normal, montadas en serie. Si las lámparas lucen, están en oposición; si las lámparas quedan oscuras, están en paralelo.

Vigilancia y conservación.—Cada quince días hay que visitar los transformadores estando sin tensión, quitando cuidadosamente el polvo y comprobando si todas las bornas y contactos están bien apretados, tanto en los transformadores como en los cuadros anexos y pararrayos.

Después de cada tormenta hay que visitar todas las estaciones de transformadores, reemplazando los plomos de los rompecircuitos que se hayan fundido y examinando los pararrayos.

Un calentamiento anormal es generalmente producido por un exceso de carga, lo cual hay que evitar que se reproduzca, poniendo, si es necesario, un transformador más en servicio.

Los hilos y plomos fusibles de los rompecircuitos primarios y secundarios deben ser perfectamente calibrados para el amperaje correspondiente y de longitud apropiada á la tensión de régimen.

Aparatos accesorios, su conservación y vigilancia.

Interruptores.—Estos aparatos deben conservarse en un estado de perfecta limpieza, sobre todo en lo concerniente á los contactos.

Hay que procurar en lo posible no abrir los interruptores cuando circulan por ellos corrientes muy intensas.

Si á consecuencia de una falsa maniobra los resortes de contacto fuesen quemados por la chispa, hay que desmontarlos y limpiarlos cuidadosamente, repasándolos con una lima fina y procurando que obren independiente y eficazmente para que el contacto sea perfecto.

Rompecircuitos.—Todo dinamo ó transformador debe estar unido al circuito exterior por medio de rompecircuitos con plomos fusibles, uno en cada polo. Los hilos ó plomos fusibles deben ser rigurosamente calibrados para la intensidad á que deban funcionar y de longitud apropiada á la tensión.

Si los fusibles llegan á fundir, hay que tener cuidado de reemplazarlos con una lámina ó hilo exactamente igual al que se ha fundido. En ningún caso debe reemplazarse por un hilo de otra sustancia ó sección.

Hay que poner especial cuidado en que los contactos de los rompecircuitos con la línea y los que fijan el plomo fusible estén perfectamente limpios y bien apretados.

Pararrayos.—Toda máquina ó aparato unido á una línea aérea debe estar protegido por pararrayos en todos los polos de la línea á que se encuentra conectado.

Las ramas de los pararrayos deben hallarse separadas, según la tensión de la línea á las siguientes distancias:

Hasta 250 voltios, $\frac{1}{2}$ milímetro.

Hasta 500 ídem, 1 ídem.

Hasta 2.500 ídem, 4 ídem.

Hasta 3.000 ídem, 5 ídem.

Hasta 4.000 ídem, 6 ídem.

Hasta 5.000 ídem, 7 ídem.

Para obtener una separación exacta y regular de las ramas, se emplea una lámina de espesor conveniente que se introduce entre ellas, fijando luego fuertemente los tornillos que las fijan.

Cada vez que una descarga atmosférica deje traza sobre las ramas, hay que desmontarlas y limpiarlas. Después de cada tempestad hay que visitar detenidamente todos los pararrayos, viendo si están en estado de continuar prestando un servicio regular y seguro.

Para las altas tensiones tenemos nuestro tipo especial de pararrayos automáticos de una gran eficacia, pero hay que visitarlos con frecuencia para cerciorarse de que se encuentran en perfecto estado de funcionamiento y regulados con arreglo á las instrucciones especiales que facilitaremos para cada voltaje (1).

VENTILACION DE LOS METROPOLITANOS SUBTERRANEOS

En el *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de France* se halla una comunicación del mayor interés, presentada sobre este asunto por M. Birault en la sesión del 18 de Enero del corriente año. Ha tratado de la ventilación de los *metropolitanos* como continuación del estudio del mismo autor sobre la ventilación de los túneles.

Las condiciones de explotación de los *metropolitanos* subterráneos son inversas de las de los túneles de los ferrocarriles; aquéllos son, en general, recorridos por trenes que se suceden con intervalos muy próximos y en sus túneles se encuentran constantemente muchas personas.

M. Birault busca, en primer lugar, cuáles son las causas que hacen que se vicia la atmósfera y se eleve la temperatura.

En virtud de la tracción eléctrica empleada en los *metropolitanos* subterráneos de tráfico intensivo, la principal causa por

la que se vicia el aire de los túneles es debida al gran número de viajeros transportados diariamente y cuya respiración comunica á la atmósfera el ácido carbónico y el vapor de agua, así como productos orgánicos que son verdaderamente tóxicos, aunque su naturaleza no sea todavía bien conocida.

La presencia constante de un gran número de personas en los túneles es también una de las causas de la *elevación de la temperatura* en los *metropolitanos* subterráneos.

Se ve, por otra parte, que la energía gastada por la tracción debe vencer los rozamientos de rodadura durante la marcha de los trenes; que la energía gastada para acelerar la velocidad en los arranques es absorbida por rozamientos de deslizamiento en el momento del frenado y todos estos rozamientos desprenden cantidades de calor considerables, y son, con seguridad, el factor principal de la elevación de la temperatura.

Se hace notar también que la atmósfera se vicia ó la temperatura se eleva de diferente manera en las diversas regiones de una misma línea subterránea; luego estas modificaciones no son producidas por las mismas causas.

En los túneles de los *metropolitanos* se observa igualmente de una manera general que hay producción de *polvo* en proporción, algunas veces, considerable, proviniendo en parte del desgaste producido por los rozamientos. Cuando la vía está balastada, la presencia del balasto aumenta la cantidad.

Estos polvos metálicos y silíceos muy tenues pueden quedar en suspensión en el aire, fuertemente agitado en el momento del paso de los trenes y venir á ser así el origen de afecciones respiratorias.

En lo que se refiere más particularmente á la elevación de la temperatura, conviene observar que la influencia de la temperatura del suelo es más bien reguladora, puesto que es inferior á la del exterior en verano y superior en invierno, si bien varía un poco, según las estaciones, cuando se halla á pequeñas profundidades, como sucede en las líneas *metropolitanas*.

Importa, por otra parte, considerar que las paredes de mampostería de los túneles son malas conductoras del calor y que sucede lo mismo respecto al terreno de alrededor, en proporciones variables, según la naturaleza del suelo. Todas estas masas, malas conductoras, son susceptibles de almacenar cantidades enormes de calor, que restituyen cuando se renueva la atmósfera, formando en cierto modo un volante de calor que impida que la temperatura descienda notablemente cuando la ventilación no es muy enérgica.

La atmósfera de los túneles, al viciarse, puede alcanzar un límite de 100 litros de ácido carbónico por 100 metros cúbicos de aire, según las indicaciones de los higienistas. Esta proporción corresponde á una cantidad de 70 litros de ácido carbónico de origen respiratorio; el aire normal contiene próximamente 30 litros.

Convendría fijar un límite superior á la *elevación de la temperatura*, según el estado higrométrico del aire de los túneles y precisar igualmente cuál había de ser la mayor diferencia admisible entre la temperatura en el interior de los túneles y la del aire exterior.

Se ha contado á menudo, al principio de la explotación de las líneas *metropolitanas*, con que los movimientos del aire, producidos por el paso de los trenes por los túneles, determinasen entradas de aire puro suficientes por las galerías de acceso de las estaciones ó por aberturas especiales construídas á este efecto.

Pero no es así; los trenes no desplazan el aire como si fuesen émbolos. En los subterráneos de doble vía la atmósfera queda casi estacionada. El aire repulsado por la cabeza de un tren pasa inmediatamente detrás y en la sección libre alrededor del mismo se observa una corriente en sentido inverso á la marcha del tren. Se producen, en suma, movimientos de aire en forma de *tórbellinos*. En los túneles de una sola vía, con una sección transversal estrictamente precisa para el paso de los trenes, hay también un cambio general de lugar del aire en sentido de

(1) Instrucciones que reparte á sus clientes *La Industria Eléctrica* de Barcelona, publicadas por *La Energía Eléctrica*.