

El 20 de Octubre de 1911, M. F. Kiebitz, del Laboratorio imperial de indagaciones eléctricas, ha dado cuenta, en la Sociedad de física alemana, de los experimentos de telegrafía sin hilos, practicados con el dispositivo antes indicado (1). Los resultados han sido muy satisfactorios puesto que M. Kiebitz ha podido comunicar desde Berlín con Glacebay (Canadá).

Se sabe que es casi imposible asegurar el secreto de los mensajes transmitidos por el telégrafo sin hilos. La clave de un telegrama cifrado puede ser siempre conocida numerando los caracteres ó cifras que se emplean con más frecuencia. El autor propone combinar, intercalando las letras del alfabeto, un gran número de series de letras, en

el cual cada uno representará un alfabeto cifrado. Es suficiente cambiar de *cuando en cuando estas series para que el mensaje resulte indescifrable.*

En efecto, resulta imposible el buscar cuáles son en este mensaje cifrado los caracteres empleados con frecuencia. Este método puede ser utilizado con máquinas de escribir, y el cambio de series de letras puede hacerse entonces automáticamente.

H.

(1) Este aserto ha sido confirmado por M. F. Kiebitz en su correspondencia dirigida al *Elektrotechnische Zeitschrift*, 23 de Noviembre de 1911.

Revista de las principales publicaciones técnicas.

Red de distribución á 110.000 voltios de la provincia de Ontario (Canadá).

La potencia de las cataratas del Niágara se utiliza en parte en varias fábricas hidroeléctricas; una de las más recientes la de la Ontario Power Co., que no llega todavía á su completo desarrollo, debe suministrar 100.000 caballos para ser distribuidos á muy larga distancia en la provincia de Ontario. Esta provin-

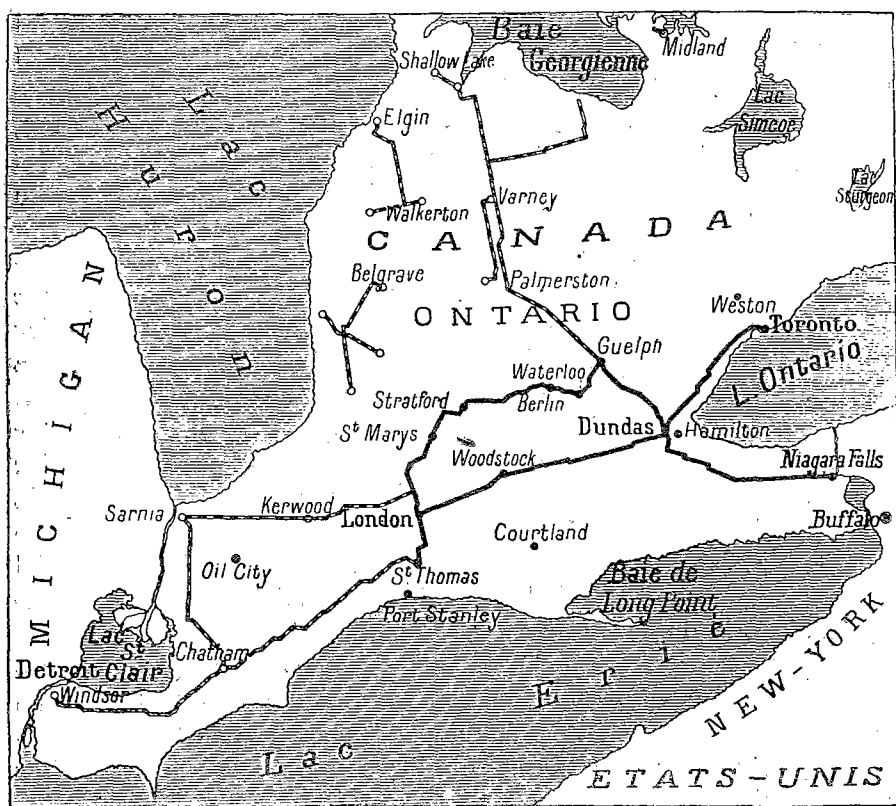
Esta Comisión debe en seguida utilizar un cierto número de saltos de agua diseminados en el territorio del Ontario y repartir la red de distribución en toda su extensión. El mapa (fig. 1.^a) muestra la distribución, actualmente en servicio, de la corriente suministrada por la fábrica de la Ontario Power Co., y las ampliaciones previstas de la red de distribución.

La fábrica que acabamos de mencionar se instaló primitivamente para producir una potencia total de 85 000 caballos, potencia que debe duplicarse para poder suministrar los 100.000 caballos pedidos por la Hydro-Electric Power Commission.

El agua del Niágara se lleva por dos cañerías de 2 kilómetros de longitud, con una pendiente total de 8,50 metros, á las cañerías forzadas verticales que terminan en la fábrica. La primera de las cañerías de traída es de palastro de acero, y su diámetro es de 5,48 metros: está rodeada de una capa de hormigón de 40 á 70 centímetros de espesor; la segunda cañería, de la misma sección, es de cemento armado de 46 centímetros de espesor; se une á la primera por tubos transversales. Una tercera cañería está en vías de construcción. La potencia de la concesión de la Ontario Power Co., está limitada por la cantidad de agua que podrán transportar estas tres cañerías. En las dos primeras, la velocidad es de 5 metros por segundo. Cada una de estas tres cañerías debe abastecer á seis turbinas por medio de seis cañerías forzadas, de palastro, de 2,74 metros de diámetro. Estas se han colocado dos á dos en una galería horadada en la roca, primero vertical, luego horizontal, siendo su altura de caída de 53,40 metros.

Las turbinas son del tipo Francis, de eje horizontal, estando ya instaladas siete. La potencia de cada una es de 12.000 caballos y giran á razón de 187,5 revoluciones por minuto. Su consumo es de 20 metros cúbicos de agua por segundo.

Cada turbina arrastra directamente á un alternador trifásico que suministra corriente á 6.000 voltios, á 25 períodos por segundo. La excitación de los alternadores se obtiene con la ayuda de dos dinamos de corriente continua de 375 kilovatios, á 250 voltios, acoplados simultáneamente por un lado á una turbina hidráulica Gérard, y por otro á un motor de inducción trifásico. La regulación y el gobierno de las máquinas se efectúa en un local separado de la sala de máquinas y contiene todos los aparatos de gobierno, de regulación y de medida. La fábrica está unida á otras dos próximas situadas en la orilla canadiense por cables de 12.000 voltios, de modo que estas fábricas pueden auxiliarse mutuamente.

Fig. 1.^a

— líneas en servicio - - - - - ampliaciones futuras.

cia, de una extensión de 568.870 kilómetros, es decir, bastante mayor que España, es muy pobre en carbón, pero, en cambio, posee fuerzas hidráulicas considerables, evaluadas en 17 millones de caballos. Para dar valor á esta potencia y estudiar la distribución, el Estado ha nombrado una Comisión, llamada la Hydro-Electric Power Commission, la que ha decidido pedir primero una potencia de 100.000 caballos á la Ontario Power Co., y distribuirla, después de haber elevado la tensión de 12.000 voltios á 110.000 y aun á 132.000 voltios; por una red cuya longitud total será superior á 650 kilómetros.

La Hydro-Electric Power Commision ha hecho instalar una estación de transformación particular en el curso superior del Niágara. Esta estación está unida á la sala de máquinas por unos cables de 3×15 milímetros cuadrados de sección, colocados en cañerías de cerámica. Estos cables son de tres conductores de sección elíptica; cada uno de aquéllos puede transportar 4.500 kilovattios y están dispuestos por pares en paralelo para abastecer á unos grupos de transformadores de 9.000 kilovattios; las extremidades de cada par de cables están protegidas por un cortacircuito automático de aceite. Actualmente están instalados nueve transformadores monofásicos de 3.000 kilovoltamperios, en tres grupos, y el edificio puede contener un grupo adicional de tres transformadores. Todos los aparatos de 12.000 voltios están encerrados en células de hormigón; los transformadores y los interruptores de alta tensión se han colocado en el piso principal del edificio y se han seprado por tabiques de ladrillos.

Los transformadores están conectados en triángulo en la baja tensión y en estrella en la alta tensión; son del tipo acorazado, de baño de aceite y enriados por circulación de agua. Suministran normalmente una tensión de 110.000 á 132.000 voltios. Se puede llegar hasta 144.000 voltios forzando la excitación de los alternadores en la fábrica generadora. Los transformadores están montados sobre carretones de cuatro ruedas para poder trasladarse en caso de reparaciones.

La corriente de alta tensión se distribuye por una canalización en forma de anillo de 460 kilómetros de longitud total, estando el punto más alejado á 205 kilómetros de Niágara Falls. De la estación de transformación parte una línea doble que va hasta Dundas (fig. 1.^a) en donde comienza el anillo propiamente dicho y de donde parte también una línea sencilla que va hasta Toronto, sobre el Ontoria. La distribución por anillo ha sido adoptada para aumentar la seguridad de la instalación, pudiendo hacerse el abastecimiento desde un lado ó desde el otro del anillo; un trozo de canalización entre dos estaciones puede así interrumpirse sin que sufra interrupción el servicio de estas estaciones. Se han previsto mallas suplementarias, que se instalarán á medida que crezca la extensión de la red, para aumentar la seguridad del servicio.

La tensión de abastecimiento varía de 110.000 á 132.000 voltios; debe llegar á 132.000 voltios en plena carga de la red, al salir de la estación de transformación de manera que la tensión en la extremidad de la red sea todavía por lo menos de 110.000 voltios.

Los conductores de la línea son de aluminio. Se ha escogido este metal principalmente á fin de que los conductores tengan un diámetro bastante grande para que no haya que temer las pérdidas por radiación. Por otra parte, la experiencia ha enseñado que se deposita menos escarcha sobre los cables de aluminio que sobre los de cobre. Entre Dundas y Niágara Falls, los cables tienen 107 milímetros cuadrados de sección y están constituidos por siete hilos. En todo el resto de la línea, los cables tienen 85 milímetros cuadrados de sección y están también constituidos por siete hilos. El hilo central trabaja más que los otros y está hecho de un aluminio más dulce que el metal de los otros, ondulándose antes de que entre á formar parte del cable. El límite de elasticidad del metal es próximamente de 10 kilogramos por milímetro cuadrado, y su resistencia á la tracción es, por término medio, de 18,5 kilogramos por milímetro cuadrado; su conductibilidad es el 61 por 100 de la del cobre. Se han colocado próximamente 520 kilómetros de cable de 107 milímetros cuadrados y 1.330 de cable de 85 milímetros cuadrados; el peso total de los cables es de unas 160 toneladas. Las tiradas ordinarias de la línea son de 160 á 170 metros aproximadamente; para atravesar algunos ríos, llegan á 335 metros; las flechas están establecidas de modo que los conductores puedan soportar un espesor de nieve de 9,5 milímetros con un viento de 29 metros por segundo á 0°. La distancia entre conductores es de 2,44 metros para las tiradas ordinarias y llega á 4,27 metros para las tiradas muy largas.

La alta tensión adoptada llevaba consigo la elección de aisladores de cadena. En efecto, poniendo en serie varios aisladores,

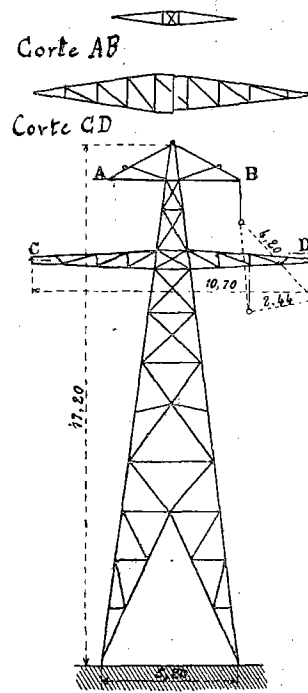
se llega á formar cadenas de una potencia muy grande de aislamiento, sin que se esté obligado á dar á estos aisladores dimensiones exageradas.

Los aisladores deben soportar una tensión de 330.000 voltios, en seco, de 220.000 voltios bajo una lluvia de 12,5 milímetros de altura de agua cayendo con una inclinación de 45° y de 250.000 voltios bajo la misma lluvia, cayendo verticalmente. La resistencia mecánica debe ser de 3.600 kilogramos para los aisladores ordinarios y de 4.550 para los de detención.

Durante los ensayos eléctricos, se fotografiaban los aisladores colocados en un punto sombrío y sometidos á altas tensiones; se buscaban tipos de aisladores que no fuesen sensibles á los fenómenos de radiación y de las descargas laterales.

Se encontró que era necesario dar á los aisladores de suspensión una forma tan plana como fuera posible y evitar todas las formas puntiagudas ó las aristas vivas en las partes metálicas y no emplear ni ganchos, ni chavetas, ni tornillos. Se escogieron los aisladores de la Ohio Bras C.^o y los de la fábrica de porcelana de Hermsdorf (Sajonia). Los pernos de suspensión están incrustados en los aisladores por medio de cemento Portland. El diámetro de los aisladores corrientes es de 225 milímetros y el de los aisladores de parada de 285 milímetros. Los aisladores se enganchan los unos á los otros y pueden desengancharse con facilidad.

Al último aislador se engancha una pieza de hierro forjado, que soporta la canalización. Encima de cada enlace de la canalización se encuentran dos piezas de palastro en forma de teja, de 35 centímetros de longitud próximamente, colocadas de cada lado del punto de suspensión y destinadas, en caso de descarga disruptiva, á proteger la canalización: el palastro, en este caso, será alcanzado antes que la canalización, lo que permitirá funcionar á los relés de máxima en la estación central ó en la subestación sin que la canalización sufra ningún perjuicio.

Fig. 2.^a

Los pilares metálicos que soportan la línea son pirámides cuadrangulares, construidas en perfiles, y de 17 metros de altura total (fig. 2.^a). Cuatro brazos transversales sostienen á los aisladores. El brazo superior tiene una longitud de 5,13 metros y el inferior una de 10,70. La línea entera comprende próximamente 2.300 pilares de este tipo para canalización doble; 400 para canalización sencilla y un cierto número de pilares especiales para la entrada en las subestaciones. Unos pilares tensores, más fuertes que los corrientes, establecidos para resistir á la tensión de la línea supuesta cortada por un lado, se han colocado de distancia en distancia, así como en los puntos en que la línea forma ángulo.

En los cruces con otras líneas y en los sitios por que atraviesan cursos de agua, los pilares son de mayor altura; así, los que están colocados á una y á otra parte del canal Welland tienen 42,70 metros de altura. Los pies de los pilares se prolongan hasta una profundidad de 2,30 metros bajo la superficie del suelo y están reunidos á esta profundidad por su marco de perfiles.

Encima de la canalización se encuentran tres cables de hierro, constituido cada uno por siete hilos de 2,75 milímetros de diámetro, que sirven de protección contra el rayo.

La línea, una vez terminada, ha sido sometida á una tensión de 180.000 voltios durante varias horas.

La tensión de la corriente se rebaja, en general, de 12.000 á 13.200 voltios en subestaciones situadas á lo largo del anillo, que abastecen cada una á una parte de la región. Los transformadores de estas subestaciones son del tipo monofásico, de baño de aceite y de enfriamiento artificial por circulación de agua; han sido adquiridos de la Compañía Westinghouse y de la General Electric C.^o Cada subestación contiene cuatro transformadores de 750 kilovoltamperios, de los que tres están en servicio, sirviendo el cuarto de recambio.

Las subestaciones están todas construídas y equipadas de la misma manera. El edificio tiene los cimientos de hormigón y los muros y los pisos de hierro y de ladrillo: solamente las puertas son de madera.

en el interior de los terminales disminuya regularmente según la dirección radial, y que la tensión dieléctrica del aislador sea por todas partes la misma, mientras que, cuando se emplea un aislador homogéneo, esta tensión dieléctrica es 2,72 veces mayor sobre las capas interiores que sobre las exteriores.

Los interruptores se maniobran por medio de una varilla de madera que penetra en el aparato á través de un anillo de porcelana; las varillas de los tres interruptores de una misma línea están unidos por una traviesa horizontal, gobernada por un relé, por el intermedio de un sistema de palancas.

Cada cable penetra en la subestación por el interior de un aislador de porcelana de 1,50 metros de longitud, colocado en el centro de una ventana, y mantenido en su sitio por cuatro aisladores transversales que se apoyan en los cuatro lados de un bastidor de madera con aceite que se halla fijado en el marco de la ventana. Fuera del edificio de la subestación no se encuentra directamente al aire libre, sino bajo una especie de cobertizo, adyacente al edificio, y de donde va á los pararrayos y después á los pilares.

Las subestaciones están reunidas entre sí por una red telefónica cuyos principales puestos están en Dundas y en London. En caso de accidente, el personal de las subestaciones debe advertir á la Dirección, á la residencia de la Hydro-Electric Power Commission, en Toronto, antes de tomar ninguna decisión.

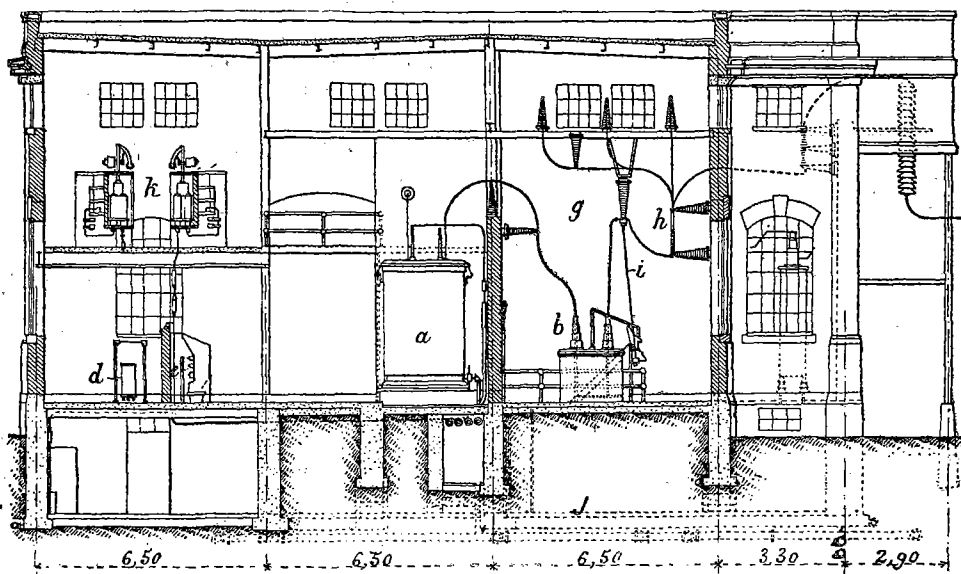


Fig. 3.a

a, transformadores; b, cámara de los interruptores; d, pararrayos electrolítico; c, cámara de baja tensión; g, relés; h, divisor; i, gobierno de los relés; j, cañerías de aceite; k, interruptores de baja tensión.

La subestación de Toronto, cuyo corte longitudinal está representado en la figura 3.^a, que tomamos del *Electrical World*, está dividida en tres secciones que se extienden cada una en toda la longitud del edificio. Las líneas de alta tensión están protegidas por pararrayos electrolíticos de cuernos, colocados en el interior del edificio, saliendo los cuernos al exterior. Los cables penetran en el edificio por el interior de tubos de porcelana, terminados por aisladores de campana. Los interruptores de aceite, de 110.000 voltios, pueden maniobrase ya á mano, ya automáticamente, por un sistema de botones de contacto ó de relés de máxima. Estos interruptores son muy voluminosos y están colocados á la misma distancia que los cables de la línea, ó sea á 2,44 metros, de modo que la sala de los interruptores ocupa mucho sitio en el edificio.

Los terminales que salen de los interruptores son terminales de condensación, sistema Nagel, y están constituidos por una serie de tubos concéntricos alternativamente conductores y aisladores, cuyos espesor y longitud disminuyen del centro á la periferia; forman, pues, un grupo de condensadores en serie, cuya capacidad va decreciendo del interior al exterior del tubo. Regulando estas capacidades, se puede obtener que la tensión

La potencia de la línea principal se transforma, en las subestaciones, en corriente de 13.200 ó de 6.600 voltios, siendo la primera tensión la más empleada.

Las líneas de baja tensión siguen generalmente los caminos principales, la distancia media entre los postes de soporte es de 36 metros, aunque ciertas tiradas llegan á 70 metros. Los postes de madera de cedro tienen una altura de 12,20 metros, un diámetro en la base que varía de 35 á 50 centímetros y uno en el fastigio que varía de 18 á 20 centímetros. Se hincan en el suelo hasta una profundidad de 1,80 metro para los postes corrientes y de 2,25 para los de ángulo. Cuando el suelo no es resistente, se sujeta el pie del poste entre montones de piedras ó se incrusta en un bloque de hormigón. Las traviesas horizontales que soportan los aisladores son de abeto, impregnado de creosota. Los aisladores son del tipo ordinario de doble campana; se han ensayado á 45.000 voltios. Los postes llevan generalmente dos líneas trifásicas, de cables de aluminio, un hilo á tierra de acero galvanizado y una línea telefónica.

Además de la revista americana mencionada hemos tenido presente un artículo que sobre el mismo asunto publica *Le Génie Civil*, del 6 de Abril.