

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

FUNDADA Y SOSTENIDA POR EL CUERPO NACIONAL DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

Redactor-Presidente.... Excmo. Sr. D. Eduardo López Navarro, Inspector general del Cuerpo.
Redactores..... Los Sres. Presidentes de las Comisiones regionales de ingenieros.
D. Antonio Souier, Profesor de la Escuela de Caminos.
D. Enrique Latre, Ingeniero de Caminos (Sección de Información).
D. Manuel Maluquer, Ingeniero de Caminos del mismo Cuerpo, *Secretario*.
Colaboradores..... Todos los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

SE PUBLICA LOS JUEVES

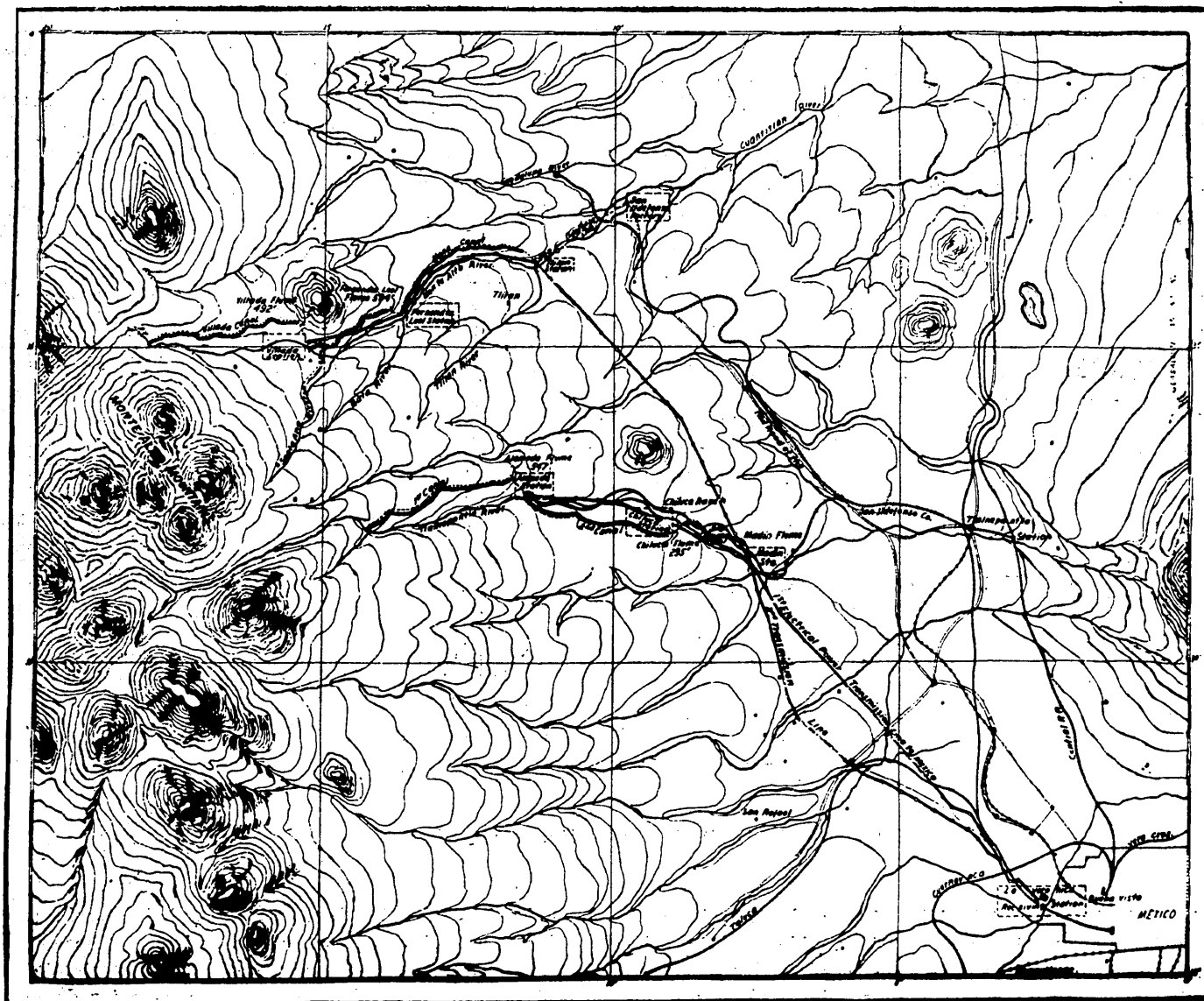
Redacción y Administración: Puerta del Sol, 9, pral.

DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA EN LA CIUDAD DE MÉJICO

Nuevo sistema de transmisión.

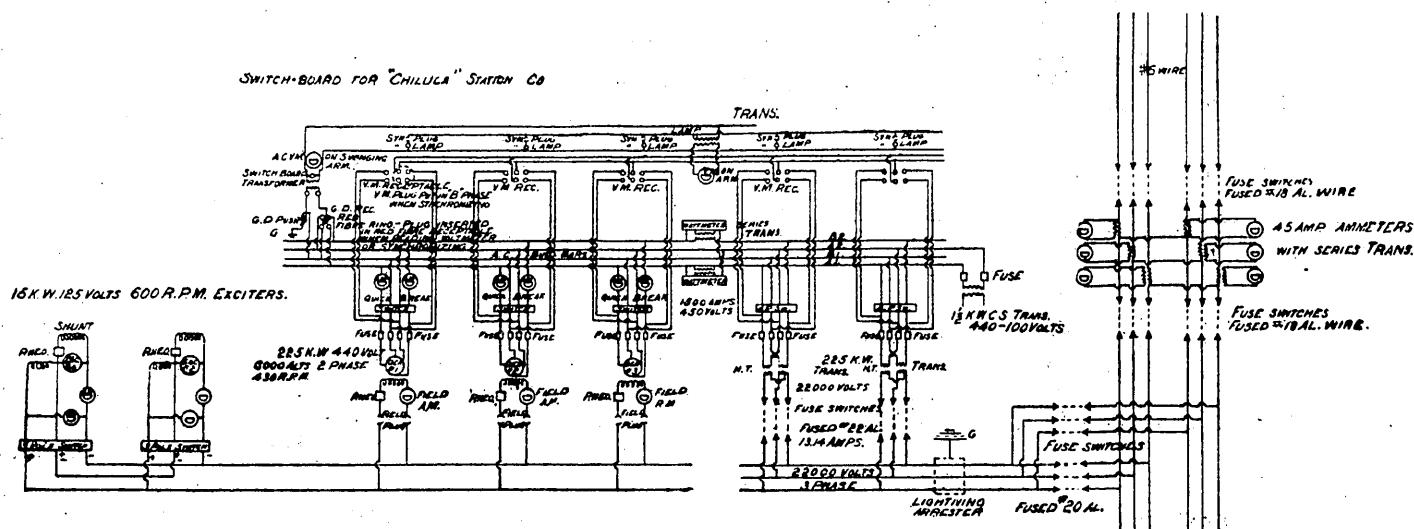
El sistema de transmisión de energía eléctrica adoptado por la Compañía explotadora de San Ildefonso, que suministra electricidad para la iluminación y fuerza motriz de la ciudad de Mé-

jico, es uno de los más notables y completos existentes para la transmisión a grandes distancias. Merece especial atención, debido a los nuevos métodos adoptados con éxito, por medio de los cuales la energía disponible en varios centros de fuerza natural, relativamente pequeños y separados, se reúne y se concentra en una sola estación para su distribución en toda la ciudad. Los problemas por resolver, en esta única empresa, eran principalmente los referentes a la transmisión efectiva de la fuerza hidráulica entre las fuentes naturales y las estaciones generatrices, y el manejo y dominio de las diferentes cantidades de corrientes de alta tensión, producidas en las distintas estaciones



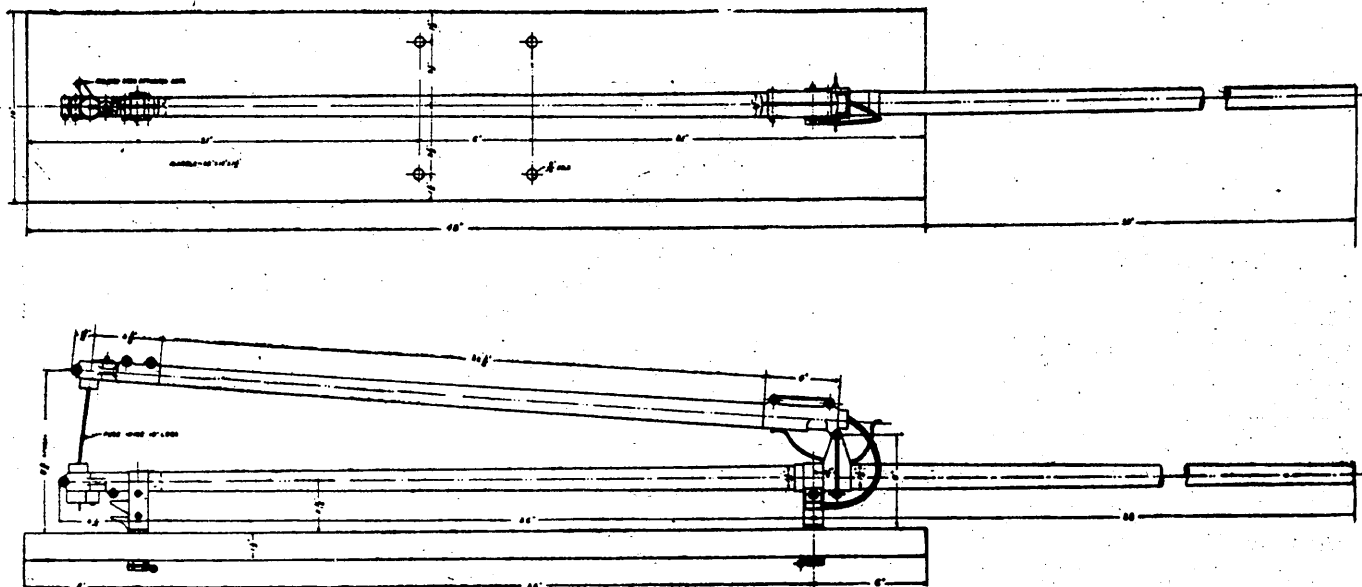
Plano representando las estaciones generatrices y líneas de transmisión en la ciudad de Méjico

cánica bastante compacta para no necesitar revestimientos; en otros casos, donde existe un suelo blando y arcilloso, se necesitaron hacer trabajos de albañilería. Los acueductos á través de los numerosos valles pequeños y barrancos son de mampostería, apoyados sobre soportes de hierro forjado ó piedra que asientan



Red de transmisión de San Ildefonso.—Uniones en la estación genetratriz de Chiluca.

en cimientos de piedra. Un par de viguetas de hierro forjado, entre los soportes, con planchas de hierro corrugado entre los rebordes inferiores, sostienen el canal. En un caso, en el cual un valle resulta demasiado ancho y hondo para la construcción práctica de un acueducto, se introdujo una nueva solución. Consiste ésta en formar una comunicación de sifón tubular entre los



Interruptor de circuito de alta tensión, sistema Westinghouse.

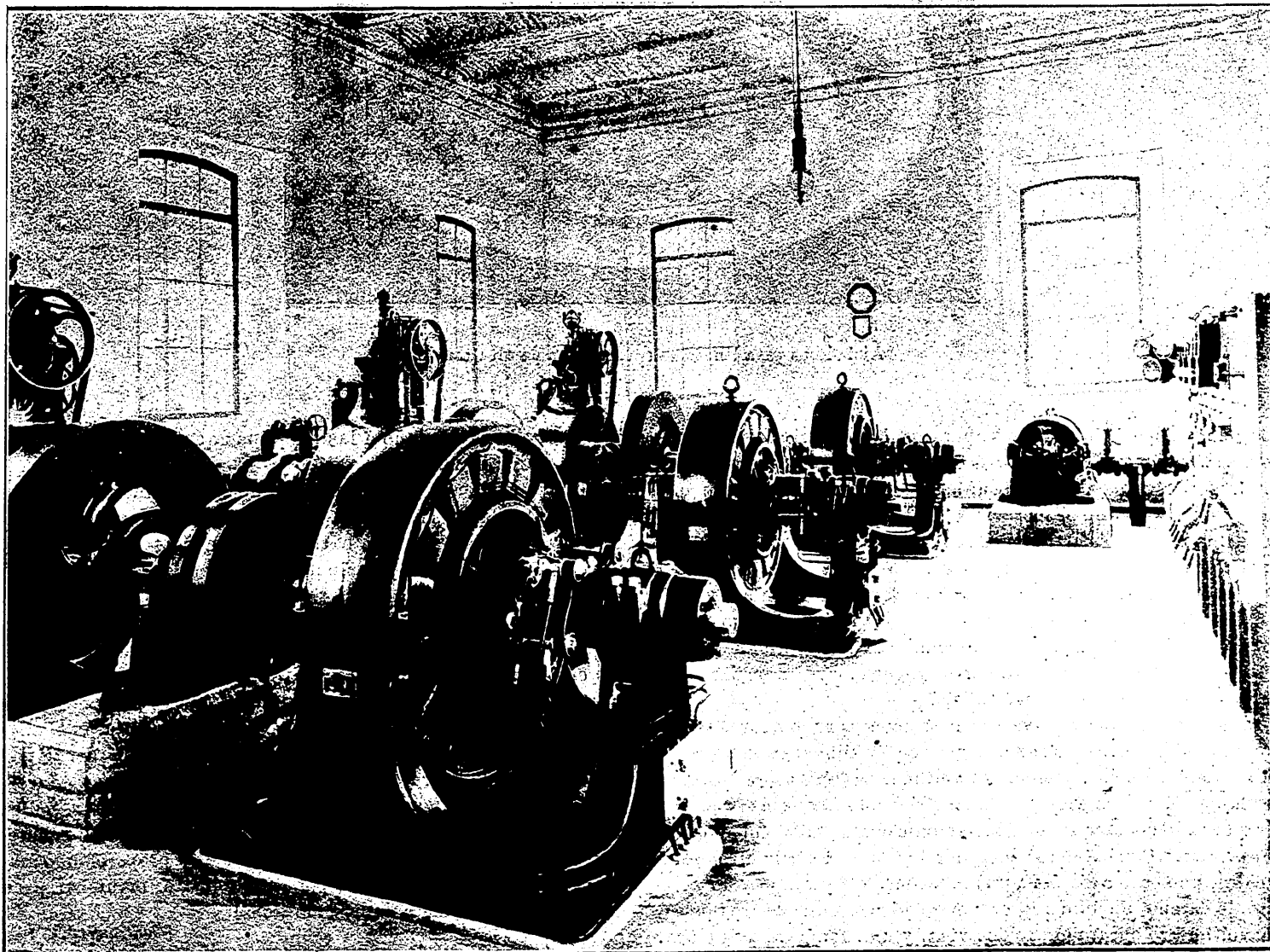
dos lados del valle. El tubo de acero que baja al valle está sostenido por un sólido puente de piedra, cuyos estribos están fijados sólidamente en macizas bases de mampostería. Donde se necesitaban líneas de tubos se colocaron cañerías de acero de unos cuatro pies de diámetro; en línea recta se pusieron las cañerías simplemente sobre los flancos de las colinas, descan-

sado cada dos tubos en pedestales de ladrillo; pero donde hay curvas, están sólidamente fijados en macizos de mampostería.

En el caso de las estaciones generatrices del río Monte Alto, la de Vallada queda la más elevada de las dos. La toma del agua del canal para esta estación se encuentra elevada en la montaña a unas 7 millas y media de distancia. La corriente del río en este punto es de 21.000 pies cúbicos por minuto, término medio, y el salto en la estación generatriz es de unos 430 pies. El canal arranca detrás de un dique de albañilería que se halla en ángulo recto con la corriente. En la boca del canal, dos fuertes enrejados, uno detrás de otro, sirven para impedir la entrada, durante los flujos, de pedazos de maderas y otros desperdicios flotantes. El canal termina en un depósito en la cima de una colina cortada a pico y sobre la estación generatriz. El depósito está construido en dos partes, siendo la primera verdaderamente un tanque de asiento, relacionada con la segunda mediante un canal de ladrillo de unos 35 pies de largo, en el cual van fijados otros enrejados filtrantes y una compuerta. El segundo tanque tiene 28 pies de largo por 23 pies de ancho y 20 de profundidad; la boca de la cañería entra por la parte inferior de la pared en este depósito. El agua que queda disponible de la estación generatriz más abajo, vuelve otra vez al río Monte Alto, a un punto justamente encima del segundo dique, detrás del cual es tomada la provisión de agua para la estación inferior de Fernández Leal. Este segundo canal tiene unas 5 millas de largo, y es de idéntica construcción al primero. Como a milla y media de su origen recibe un afluente que aumenta su corriente final hasta 25.500 pies cúbicos por minuto, siendo de 394 pies el desnivel disponible en la estación generatriz. El sifón ya mencionado forma parte del canal tributario de este conducto de agua.

Sobre el río Italnepantla la utilización de las fuerzas hidráulicas se regula de igual modo. En Alameda el salto disponible es de 520 pies; en Chiluca y en Mandín las caídas son de 275 pies y 158 pies respectivamente.

Respecto a la instalación de la maquinaria generadora, se decidió que las estaciones generatrices fuesen provistas de turbinas, dinamos, transformadores y aparatos accesorios de tipos y dimensiones iguales, con la sola diferencia en el número de unidades establecidas en cada caso para las diferentes estaciones según la fuerza disponible. Las ventajas que se obtienen con este sistema son numerosas; el riesgo de una total ó seria interrupción de la instalación generatriz es muy difícil; pocas piezas de repuesto se necesitan tener depositadas, siendo todas permutables; se poseen las mejores condiciones posibles para el funcionamiento en paralelo; el transporte del material para las instalaciones por terreno accidentado podría fácilmente efectuarse con las máquinas construidas con piezas pequeñas y relativamente ligeras. En todo hay 19 máquinas generadoras, 5 instaladas en cada una de las estaciones generatrices de Villada y Fernández Leal, 4 en la estación de Alameda, 3 en la Chiluca y 2 en la estación generatriz de Madín. Cada generadora consiste en un alternador Westinghouse, de dos fases, que da 225 kilovatios a una tensión de 440 voltios, cuando corren con una velocidad de 430 revoluciones por minuto; la generadora está relacionada directamente con una turbina hidráulica Picard & Pictet por medio de un enganche sistema Raffard. Dos excitatrices, consistentes en generadoras Westinghouse, de corriente directa, enganchadas directamente con ruedas Pelton, están instaladas en cada estación generatriz. Cada excitatriz es capaz de suministrar toda la corriente necesaria para hacer funcionar a toda

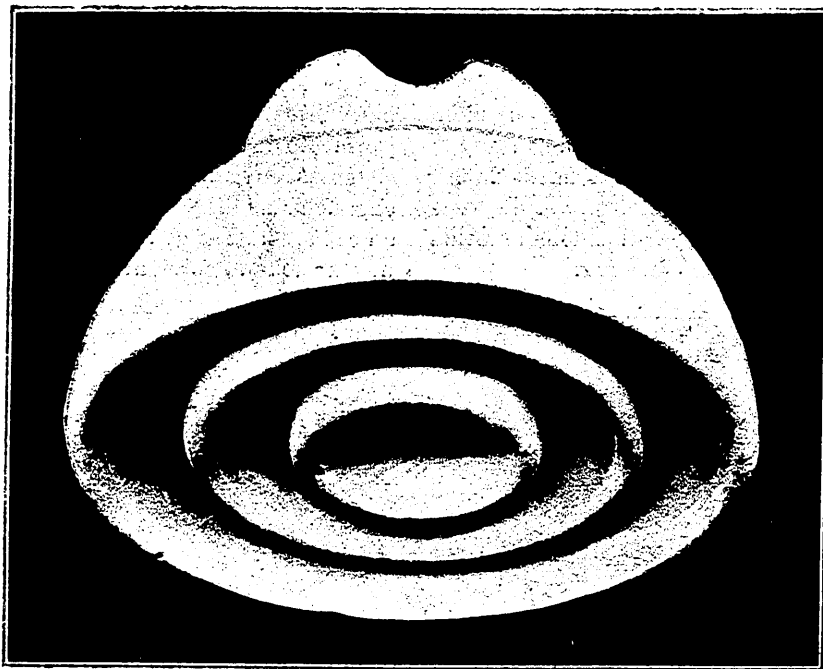


Estación generatriz de Chiluca.

tensión las generadoras de una estación. La tensión de la corriente excitatriz es de 125 voltios, y la energía que se requiere para excitar cada alternador equivale á cerca del 2 por 100 de cuanto pueda producir. La figura de la estación de Chiluca, da una buena vista general de una estación generatriz y muestra la disposición de las dinamos generatrices. Los transformadores, de los cuales hay 22 en total en la estación generatriz, son de 225 kilovatios de capacidad cada uno, y sirven para transformar la corriente producida, de dos fases, y 440 voltios, en una de tres fases de 22.000 voltios para las líneas de transmisión.

Un par de líneas de transmisión une las estaciones generatrices á lo largo de un río y otro par igualmente las del otro río, reuniéndose las cuatro en la estación de Madin, de donde un par de líneas va directamente á La Verónica; así, cualquiera generadora y cualquiera estación puede unirse con una ú otra ó ambas líneas de transmisión. Para esta clase de servicio, los cuadros de distribución deben necesariamente ser muy completos y no comu-

tablero excitador. Se verá que hay fusibles ó corta circuitos en el circuito principal de las máquinas; esto no es conforme á la práctica general y no es recomendable; fueron introducidas en este proyecto nosin protestar, por deseo especial de la Compañía que suministra la energía. En realidad, los alternadores Westinghouse, que tienen armaduras inductoras, son capaces de soportar fácilmente grandes sobrecargas sin sufrir el menor daño. Cuando el paralelismo de las máquinas se produce apresuradamente ó con descuido, es probable que sobrevenga un excesivo flujo de corriente entre las dos máquinas, si no son de tensión bastante uniforme antes de unirse; este cambio de corriente es suficiente para hacer saltar los fusibles antes que las máquinas puedan corregirse y acomodarse para andar en perfecto sincronismo como lo harían en su estado normal. Ponerse en paralelo precipitadamente sólo sería en caso de accidente, y los fusibles, en este caso, aumentarían las probabilidades de una seria interrupción. Además, la acción de abrir el circuito de las armaduras de un alternador Westinghouse con grande sobrecarga, es



Aisladores para líneas de transmisión de alta tensión.

nes en las disposiciones de sus aparatos. Los principales cuadros de distribución en las estaciones generatrices están contruidos con tableros iguales, siendo la única diferencia en el número, que en cada caso está en proporción al de las generadoras, etc., instaladas. El cuadro de distribución es del tipo corriente Westinghouse, consistente en una serie uniforme de tableros de mármol blanco, montados en un armazón de hierro angular, y sostenidos á altura conveniente sobre sólidos pies de hierro fundido. Partiendo de la izquierda, el primero es el tablero excitador, y en seguida vienen tres tableros generadores, uno para las cargas y otro para el transformador.

El tablero excitador, lleva los instrumentos reguladores y conmutadores para las dos excitatrices de 15 kilovatios instaladas, habiendo dos amperímetros, dos voltímetros (uno sobre el brazo oscilante), dos reostatos de campo y dos conmutadores principales que unen las máquinas directamente con la barra colectora de la excitatriz. Cada tablero generador lleva dos amperímetros principales, uno para cada fase, un amperímetro de campo y un reostato de campo, un interruptor rápido de corriente de tres polos, un voltímetro obturador de dos vías, y una lámpara avisadora. Los conductores principales de la corriente alterna y los voltímetros de la máquina se llevan sobre el brazo oscilante fuera del

más fácil que cause daño á las máquinas que la presencia de la misma sobrecarga.

El tablero de carga tiene dos vatímetros que indican la cantidad total de que la estación puede disponer. Están enganchados, uno en cada fase de la barra colectora de 440 voltios entre el extremo del circuito principal de la máquina y el feeder ó extremo del circuito del transformador, estando los carretes en serie provistos desde los transformadores en serie en la proporción de 1.500 á 5 amperios, mientras los carretes de tensión están en dirección transversal á las barras colectoras. Estos vatímetros son guías excelentes en cuanto á las condiciones de la fase económica de la instalación; la suma de las lecturas hechas sobre el amperímetro de la máquina, multiplicada por la del voltímetro de la barra colectora, da la aparente energía generada, que comparada con las indicaciones de los vatímetros, indica la fuerza de la provisión. La corriente excitatriz de los generadores puede ajustarse de modo que lleve esta proporción lo más cerca posible á la unidad, y, por consiguiente, mantener á un maximum la economía de la generación.

(Continuad.)