

próximamente, bajo el nivel de las más bajas aguas. El arriostamiento de los pilotes se aseguró por unas presas de madera sujetas con pernos á los pilotes.

El cajón se llevó sobre la línea de los pilotes por flotación y se hundió, llenando de agua los compartimientos-estancos. Después se comprimió el aire en el cajón.

La cámara de trabajo tenía en planta 2,15 por 5,49 metros; su altura interior era de 2,13 metros.

Los motores sincronicos de arranque sin carga y de enganche automático.

Para mejorar el factor de potencia de las grandes redes de distribución, se ha propuesto instalar en ellas motores sincronicos sobreexcitados girando *en vacío*.

Pero la adición de este condensador sincrónico no deja de tener inconvenientes, porque introduce pérdidas de energías suplementarias no despreciables, que no son siempre compensadas por la reducción de corriente en las líneas y los generadores producida por la mejora del factor de potencia. De otra manera sucede si se reemplazan los motores asíncronicos con $\varphi = 0,707$ de la red por motores sincronicos de la misma potencia á $\cos \varphi = 1$; se obtiene así reducción de la corriente reactiva y mejora del factor de potencia sin tocar al rendimiento de la red. Pero para que la sustitución sea prácticamente realizable, es necesario que se obtenga de los motores sincronicos arrancado sin carga y enganchándose fácilmente de modo que pueda maniobrase por los empleados más modestos. Mister Rosenberg se ha fijado en este problema y lo resuelve por una modificación sencilla de los motores de inducción en motores sincronicos ó bien cuando se trata de conmutadores, por una disposición interesante de arranque.

Extractamos en esta nota un artículo de M. A. Soulier publicado en *L'Industrie Electrique*.

Instalación de bombas eléctricas en la dársena del Rey Jorge, en Hull (Inglaterra).

Estas bombas, en número de tres, se emplean para comprimir el agua destinada á la maniobra de las puertas de las esclusas y á poner en movimiento los mecanismos para el manejo del carbón. Cada bomba tiene un motor de 200 caballos. Hay, además, tres acumuladores hidráulicos: dos en la estación de bombas y uno en el muelle del dique. La puesta en marcha y la parada de los motores se regulan automáticamente por acumuladores.

(Resumen de un artículo del *Engineering*).

Cañerías hidráulicas de madera.

Al ocuparse M. Henry de estas cañerías, muy usadas en América para transportar el agua á distancia, expone en las *Engineering News* los resultados de una investigación dirigida á determinar la duración efectiva de este tipo de cañerías cuando están en servicio continuo; estos resultados podemos resumirlos del modo siguiente: en buenas condiciones, las cañerías de pino ordinario, bien enlucidas, pueden durar tanto tiempo como las de pino rojo desnudas. Todas las cañerías duran mucho más tiempo cuando están enterradas en un suelo consistente que cuando están colocadas en un suelo permeable al aire. Pueden algunas veces permanecer en servicio durante treinta años y aún más, cuando la presión del agua es fuerte y constante. Al aire libre duran también más tiempo que en un suelo permeable.

Cuando las presiones son débiles ó no están completamente llenas estas cañerías se encuentran en condiciones desfavorables para su conservación. Las cubrejuntas de las cañerías colocadas por secciones constituyen puntos débiles, á menos que sean de madera impregnada de creosota ó de metal. Las cubrejuntas de madera no deben utilizarse más que con cañerías de menos de

23 centímetros de diámetro, deben comprender círculos separados que permitan apretarlos localmente en caso de fuga.

Para proteger las cañerías de madera debe emplearse un enlucido muy espeso y continuo; con preferencia debe estar formado por una capa de alquitrán bruto cubierta por otras varias de alquitrán que haya sufrido una destilación parcial ó por varias capas de una mezcla de alquitrán y de betún que tenga un espesor mínimo de milímetro y medio.

El problema de la electrificación de los ferrocarriles.

Estudio principalmente estadístico de la electrificación de los ferrocarriles americanos, publicado por M. Armstrong en *The Electrician*. El autor enumera las líneas americanas que funcionan en la fecha del artículo con tracción eléctrica de corriente continua ó de corrientes alternas, y compara la tracción por corriente continua á alta tensión con la de corrientes alternas. Deduce, como conclusión, la superioridad del primer sistema sobre el segundo.

Desarrollo de las instalaciones de tracción eléctrica y de alumbrado en el Michigan (Estados Unidos).

Tomamos de los *Annales des Ponts et Chaussées* el resumen que hacen de un largo artículo publicado en *The Electrical World*, dedicado á la descripción del sistema de distribución de la Menominee and Marinette Light and Traction C.^o

El equipo actual consiste en una estación hidroeléctrica situada á 32 kilómetros de Menominee en el río del mismo nombre y en una estación de reserva de vapor.

La estación hidráulica comprende dos alternadores trifásicos de 1.000 kilovatios y un alternador de 15 kilovatios, los tres á 2.200 voltios y 60 períodos por segundo.

La tensión se eleva en seguida á 33.000 voltios por medio de siete transformadores de 750 kilovoltioamperios para la transmisión de la energía á Menominee.

Esta subestación está equipada con siete transformadores de 675 kilovoltioamperios que vuelven á llevar la tensión á 2.200 voltios por fase para la distribución local y á 6.600 voltios para la transmisión á las fábricas de papel de Marinette por transformadores de 150 kilovatios.

Una parte de la energía se transforma en corriente continua á 500 voltios para la tracción por medio de motores generadores de 220 kilovatios.

Las subestaciones de transformación al aire libre.

El Ingeniero M. J. Vichniak publica en *Le Génie Civil* un extenso artículo acerca de las subestaciones de transformación al aire libre, y de este artículo hacemos un resumen á continuación.

Empieza el autor manifestando que, gracias á los progresos realizados desde hace algunos años en los transportes de energía eléctrica á una tensión muy alta, se ha llegado en la actualidad á explotar ventajosamente las fábricas generadoras de electricidad, por alejadas que estén de los centros de consumo. Este desarrollo ha llevado consigo la multiplicación de subestaciones de transformación que deben, no solamente responder á las exigencias de orden eléctrico y mecánico, sino también al económico, procurando que los gastos de primera instalación sean los más bajos posibles.

En las subestaciones ordinarias la colocación de los aparatos de muy alta tensión exige mucho sitio, de modo que el edificio que debe contenerlos cuesta mucho dinero. A consecuencia de esto se ha ideado reducir los gastos de instalación instalando todos los aparatos de la subestación al aire libre. En los Estados Unidos, donde existen líneas muy extensas de transporte á muy alta tensión, que encuentran en su recorrido clientes de muy

diferentes clases, pueblos, granjas, minas, fábricas, etc., se han dirigido todos los esfuerzos á encontrar un tipo de subestación, de pequeña potencia que pudiese suministrar la corriente barata á los nuevos consumidores.

Según una Memoria—dice el autor—dirigida por M. Macomber al *American Institute of Electrical Engineers*, el 25 de Febrero de 1914, la potencia total de los transformadores, instalados al aire libre, venía á ser en esta época de 300.000 kilovatios. En la actualidad el empleo de las subestaciones de todas potencias al aire libre se ha desarrollado todavía más. Se construyen también subestaciones mixtas, colocando solamente fuera del edificio los aparatos que exigen mucho espacio, y también estaciones móviles en las que se sitúa todo el equipo de las subestaciones sobre el bastidor de un vagón de ferrocarril.

Según el *Electrician*, citado por el autor, se emplean ventajosamente subestaciones al aire libre en los casos siguientes:

- En los barrios alejados.
- En los pueblos y granjas.
- En las empresas industriales aisladas: fábricas, minas, agricultura, etc.
- Para el abastecimiento de las redes de ferrocarriles que emplean para la tracción la corriente alterna.
- Para el suministro de energía á los consumidores que agrandan sus instalaciones.

Los tipos de subestaciones que dependen de la tensión de la línea de transporte y de la cantidad y de la naturaleza de la energía consumida están recapitulados en el cuadro siguiente:

TENSIÓN	Potencia de la subestación en kilovatios.	Tipo de instalación.
Hasta 6.500 voltios.....	Hasta 30	Sobre un poste.
—	30-75	Sobre dos postes.
De 6.500 á 16.500 voltios.	75-150	Plataforma sobre una torre de acero.
Superior á 16.500 voltios.	150 y superiores	Sobre una fundación de hormigón protegida por una rejilla.

Los transformadores, los aparatos de protección y los de registro que forman parte del equipo de las subestaciones al aire libre deben presentar garantías suficientes desde el punto de vista del aislamiento eléctrico y de la solidez mecánica.

El sistema de aparatos de estas subestaciones debe, por lo tanto, someterse á pruebas especiales de la misma manera que los aisladores destinados á las líneas aéreas de muy alta tensión; M. Picon, en su Memoria sobre la *Unificación de los aisladores de las líneas aéreas*—citada también por el autor—, dirigida á la Sociedad internacional de Electricistas, ha expuesto las condiciones que deben cumplir las porcelanas y los herrajes que forman parte de los aisladores de línea. Esta unificación podrá, pues, extenderse á todos los documentos que forman parte de las subestaciones al aire libre.

El conjunto de los aparatos, empleado en cada caso particular, depende de las condiciones atmosféricas de la región, de la tensión de la línea y de la potencia de la fábrica generadora de electricidad.

Es muy importante asegurar la protección contra la humedad de los devanados de los transformadores haciendo que éstos no sólo sean impermeables, sino que estén también herméticamente cerrados de modo de impedir que penetre el aire exterior.

En efecto, cuando la temperatura es elevada, el aire contenido en la parte superior del recipiente se dilata y se escapa. Durante el período de enfriamiento el aire del recipiente se condensa y aspira el aire exterior con la humedad que contiene. Así, poco á poco puede penetrar la humedad en el recipiente. Los transformadores herméticamente cerrados deben, por lo tanto, ser de una construcción muy sólida para poder resistir á las variaciones de la presión interior. La figura 1.^a representa un trans-

formador trifásico, protegido así por tapas sólidas, y la figura 2.^a uno montado sobre un poste y provisto de una disposición especial de registro de su funcionamiento.

Los transformadores empleados al aire libre deben protegerse contra el calor en verano y contra el frío en invierno.

La congelación del aceite empleado para el enfriamiento de los transformadores se verifica á -15° , temperatura que se re-

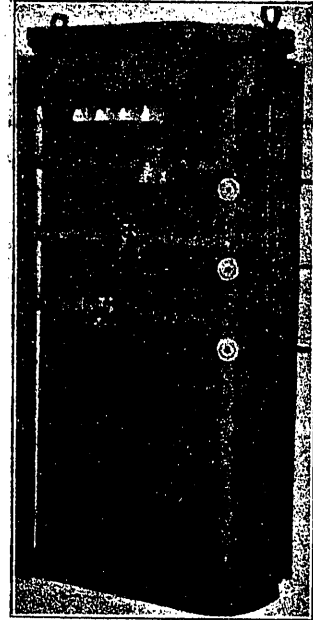


Fig. 1.^a

basa á menudo en los Estados Unidos. Si se lanza la corriente en un transformador cuyo aceite está helado, aunque sea parcialmente, se corre el riesgo de comprometer su devanado antes de que se haya deshelado el aceite. Los transformadores de reserva son los más expuestos á este peligro. Varios procedimientos permiten remediar este inconveniente. Los más eficaces son: 1.^o, el

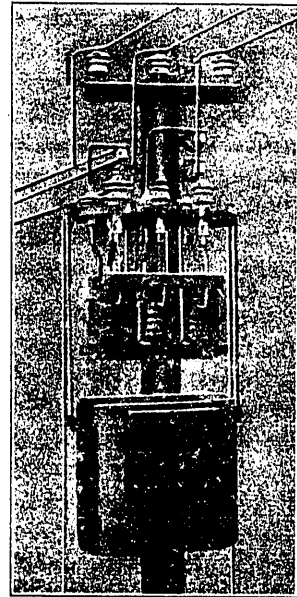


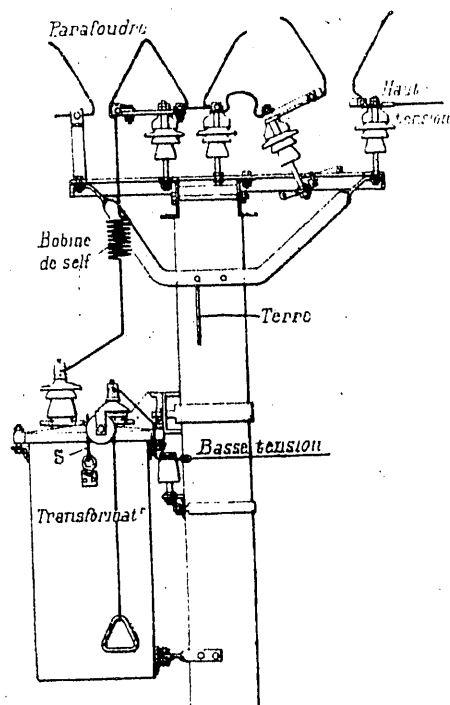
Fig. 2.^a

calentamiento del aceite por una corriente, lanzada en el devanado de alta tensión, empleando con este objeto la baja tensión; 2.^o, el calentamiento del aceite por unos devanados especiales, colocados en el interior del depósito de los transformadores.

En lo que se refiere á las bobinas de reactancia que sirven para proteger las subestaciones al aire libre contra las sobretensiones, es necesario para el cálculo de sus dimensiones tener en

consideración: las condiciones climatológicas, la potencia de la instalación, la longitud de la línea de transporte, la tensión de la línea y la frecuencia de la corriente. En general, cuando esta última es suficientemente elevada, las pequeñas bobinas presentan una resistencia suficiente para retener la onda de sobretensión durante el tiempo necesario para que funcione el pararrayos. Estas bobinas deben ser rígidas, tener poco volumen y espiras bien aisladas las unas de las otras.

La figura 3.^a representa la disposición de los aparatos de protección, así como la del transformador trifásico de una pequeña subestación típica. Para potencias débiles y tensiones relativamente bajas, el transformador está suspendido directamente de un poste sólido debajo de la línea de transmisión, mientras que

Fig. 3.^a

todos los otros aparatos están fijados entre el transformador y la línea. Los transformadores de más fuerte potencia y de tensión más elevada están montados sobre torrecillas de acero ó sobre plataformas de hormigón.

Los *Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers* describen algunas subestaciones al aire libre, construídas recientemente en América. Algunas son del tipo mixto; los aparatos de alta tensión (65.000 voltios) y los transformadores están colocados en el exterior, en tanto que los aparatos de baja tensión (13.200 y 2.300 voltios), así como los grupos convertidores, se encuentran en el interior. Esta disposición se ha adoptado en virtud de las consideraciones siguientes:

1.^a Los aparatos de muy alta tensión exigen mucho espacio; colocándolos en el exterior se realiza una gran economía en los gastos de instalación.

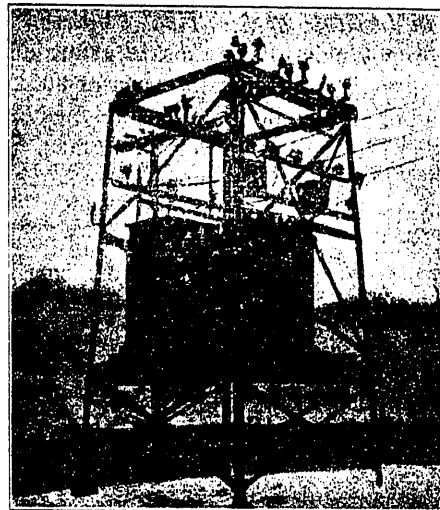
2.^a En el clima de la Nueva Inglaterra los interruptores, los pararrayos y los transformadores funcionan perfectamente al aire libre á la proximidad de 66.000 voltios.

3.^a Por otra parte, con el sistema actual de construcción de los cuadros de distribución, de registro, así como del convertidor para la tracción, éstos no pueden colocarse al aire libre.

Las subestaciones al aire libre tienen, en comparación con las subestaciones cubiertas, las ventajas siguientes: 1.^a La sencillez del equipo. 2.^a Gastos poco elevados de primer establecimiento. 3.^a Facilidad para agradarlas. 4.^a Menores riesgos de incendio. 5.^a Mejor ventilación de los transformadores.

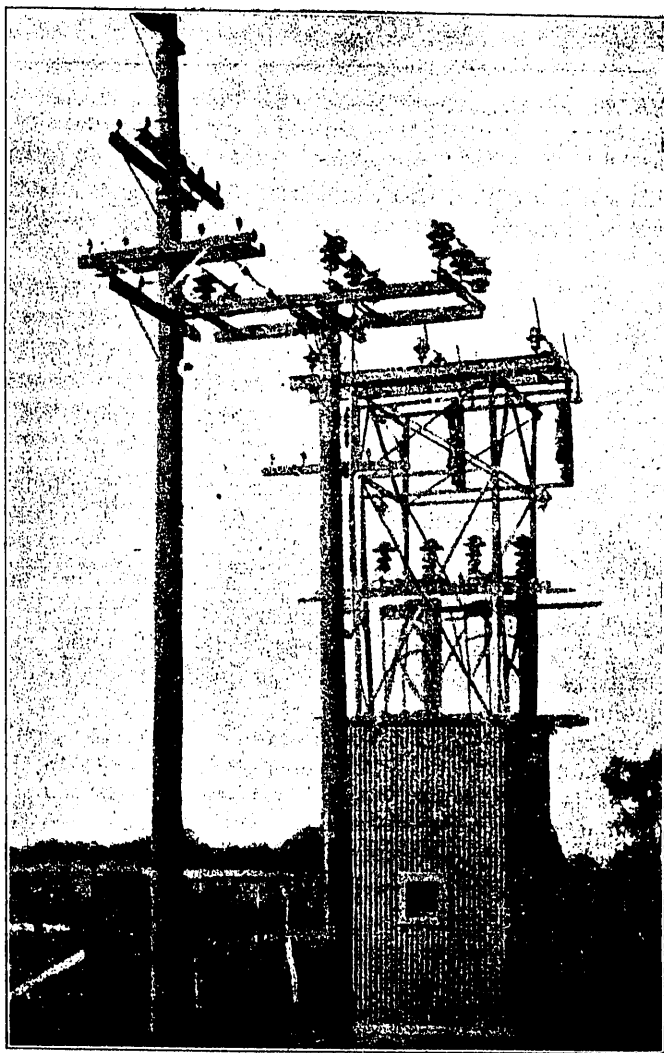
Por el contrario, presentan algunos inconvenientes de los cuales los más importantes son: 1.^o Reparaciones bastante frecuentes. 2.^o Riesgos de mal funcionamiento. 3.^o Son peligrosos para el público y tienen un aspecto antiestético. Su empleo se limita, por lo tanto, á los puntos alejados de los lugares habitados.

La explotación de las subestaciones al aire libre ha dado un excelente resultado, según el autor, y los servicios que prestan permiten vislumbrar el empleo del mismo género de instalaciones en las fábricas generadoras de electricidad.

Fig. 4.^a

Las figuras 4.^a y 5.^a representan ejemplos de subestaciones americanas al aire libre de construcción reciente.

Las dos subestaciones de Agawam y de Chicopee (Massachusetts, Estados Unidos), construídas por la Amherst Power C.^o, reciben corriente trifásica á 66.000 voltios, 60 periodos, y la

Fig. 5.^a

transforman en corriente á 13.200 y 2.300 voltios. A estas tensiones la distribuye á sus abonados, y entre éstos se encuentran todavía transformadores instalados al aire libre, tales como el representado en la figura 4.^a, que bajan la tensión á 2.300, 550 ó 440 voltios.

(Continuará.)