

pequeñas irregularidades más que una pequeña influencia sobre el problema particular de la previsión del tiempo, no parece útil retocar las curvas de la figura III. La previsión se establecerá por la prolongación de las curvas elementales duran e un espacio de tiempo igual al de las observaciones, teniendo en cuenta la amortización.

Así es como la curva de puntos *C*, á la derecha de la figura IV, da la previsión para el intervalo de 25 de Julio al 7 de Agosto de 1913, en tanto que la curva *D* de la misma figura está conforme al trazado del registrador. Se ha realizado así para un período de trece días una previsión de los movimientos barométricos de una exactitud inesperada.

A menudo el problema es más difícil; intervienen ondas de período de treinta y dos días, y al mismo tiempo pequeñas variaciones diurnas y semidiurnas. Aparecen y desaparecen nuevas ondas de períodos de cuatro y ocho días y reaparecen de nuevo con otra ley de amortización. Pero cualquiera que sea la complicación del problema, será siempre posible referir las ondas elementales á tipos simples que se vuelven á encontrar indiférentemente en todo lugar y en toda época. Esto es lo que el profesor Vercelli ha puesto de manifiesto, comparando las curvas de presión obtenidas para Biarritz, Palermo y Alejandria de Egipto.

El envejecimiento de los aisladores de porcelana.

La experiencia en las líneas eléctricas aéreas de tensión muy alta ha hecho que se note un fenómeno que no se había manifestado en las conducciones de más baja tensión, y es que la porcelana parece que se altera al cabo de cierto tiempo y que los desfallecimientos de los aisladores van aumentando con el tiempo, hasta el punto que la explotación de una línea que, al principio, era satisfactoria, se encuentra seriamente comprometida al cabo de algunos años, si no se reemplazan á tiempo los aisladores deteriorados.

Por ejemplo, si en el primer año de servicio de una línea se encuentra un 0,1 por 100 de aisladores defectuosos, se encuentra un 1 por 100 al cabo de seis años, un 6 por 100 al cabo de ocho y un 20 por 100 al fin del año noveno.

Estas cifras, entiéndase bien, no tienen nada de absoluto, pero bastan para demostrar el interés que debe prestarse á la investigación de las causas de este deterioro.

Se sabe que, independientemente de las condiciones de resistencia mecánica, los aisladores se estudian de manera de que satisfagan á las condiciones eléctricas siguientes:

1.º A la tensión de servicio (y aun, cuando se trata de corriente trifásica, á la tensión compuesta, pudiendo suponerse á uno de los conductores puesto accidentalmente á tierra), el aislador no debe dar lugar á efluvió ni á chispa superficial, aunque esté sucio ó mojado.

2.º Cuando se aumente progresivamente la tensión de prueba, el aislador no debe, en ningún caso, ceder por perforación la chispa debe salvarse exteriormente. Esta tensión de estallido debe ser muy superior á la tensión normal (se admite que en las peores condiciones, debe ser por lo menos el doble).

En general, los aisladores están, antes de su empleo, sometidos individualmente á serios ensayos. Para los aisladores formados de varios elementos, cada elemento sufre primero un ensayo de sobretensión, luego el conjunto del aislador lo sufre de nuevo, después de la unión de los elementos entre sí. En fin, en el momento de la colocación, se verifica ordinariamente una última prueba, con objeto de asegurarse sobre todo de que el aislador no ha sufrido, desde la prueba anterior, ningún deterioro accidental.

Si se repite este ensayo con aisladores que tengan algunos años de existencia, se quiebran, generalmente, bajo una tensión inferior á la que habían soportado cuando la primera prueba.

La debilitación que así se hace constar no tiene relación con

las condiciones eléctricas: así lo ha demostrado M. Brunidge re-dactando unas estadísticas de los defectos de aisladores, clasificados según la posición del elemento en la cadena que forma un aislador suspendido. Se sabe, en efecto, que la tensión total no se reparte por igual entre todos los aisladores que componen una cadena, aunque sean semejantes; por consecuencia de la existencia de una capacidad entre cada elemento y el pilar, la fatiga electrostática de los elementos va disminuyéndose, desde el que lleva el hilo, hasta el suspendido del pilar. En una cadena de cinco elementos, por ejemplo, el aislador inferior puede soportar un 34 por 100 de la tensión total, y el aislador superior un 15 por 100 solamente. Ahora bien, no se encuentra que el deterioro sea más rápido en los elementos inferiores que en los superiores.

El punto del recorrido de la línea en que se encuentran colocados los aisladores no tiene tampoco influencia. Lo mismo sucede con las circunstancias atmosféricas. Aun dan más signos de debilitación los aisladores que permanecen en el almacén.

Varios Ingenieros han analizado las causas probables de este deterioro y sus observaciones han conducido á perfeccionamientos de detalle en la construcción de los aisladores. Vamos á resumir á continuación los principales resultados de sus investigaciones, valiéndonos, como hemos hecho con lo anterior, de un artículo publicado por M. D. en *Le Génie Civil*.

1.º *Constitución íntima del aislador*.—La porcelana aisladora puede considerarse como formada de cristales de sílice (SiO_2) parcialmente disueltos en feldespato, y de cristales de silimanita (Al_2SiO_5), cuyas dimensiones dependen del tratamiento térmico.

M. W. D. Peaslie ha emitido la idea de que estos cristales relativamente grandes y anisótropos, repartidos al azar, pueden dar lugar á concentraciones de flujo que se traducen por una fatiga exagerada del aislador según ciertas direcciones. El defecto, por otra parte, tiene tendencia á acentuarse rápidamente, á causa del coeficiente de temperatura negativo de la porcelana.

Parece, por lo demás, que estas direcciones presentan también una debilidad mecánica, y el examen microscópico descubre en ellas grietas muy finas, generalmente bordeadas ó llenas de cristales de silimanita más ó menos alineados.

El modo de remediar este defecto sería la sustitución de la porcelana por una materia homogénea, amorfa, formada de un solo cuerpo ó de cuerpos que tuviesen las mismas características.

El cuarzo fundido sería sin duda la materia ideal. Su coeficiente de dilatación no es más que la quinta parte del de la porcelana. Su rigidez electrostática es elevada. Resiste perfectamente á las variaciones de temperatura y es uno de los cuerpos más inatacables por los agentes atmosféricos.

Hasta ahora se han opuesto ciertas dificultades á la fabricación industrial de las piezas de cuarzo moldeado, pero estas dificultades han sido vencidas, por lo menos en el laboratorio, y es de esperar que la fabricación de los aisladores de cuarzo podrá entrar en la vía práctica, si su precio no es tan elevado que venga á ser prohibitivo.

2.º *Dilatación*.—Una segunda causa de deterioro de los aisladores de porcelana tiene su origen en los esfuerzos mecánicos que resultan de las diferencias de dilatación del metal de los herrajes, de la porcelana y del cemento empleado en la unión.

Siendo la porcelana un mal conductor del calor, sucede que un aislador recto, es decir, montado sobre varilla, formado de varias piezas incrustadas unas en otras, se calienta por el sol y se enfría exteriormente por la lluvia.

En estas condiciones, la campana exterior, enfriada la primera, se hiende. Se puede, por lo demás, producir artificialmente este fenómeno, calentando uno de estos aisladores y proyectando sobre él un chorro de agua; la rotura va acompañada ordinariamente de un fuerte ruido.

M. Austin ha hecho constar que la forma de la unión desempeña cierto papel, y que los aisladores unidos en varias partes como indica la figura 1.^a, es decir, por grandes superficies, resisten peor á las variaciones de temperatura que los unidos como se ve en la figura 2.^a, es decir, por superficies tan reducidas como lo permite la solidez del conjunto.

El mejor aislador recto, según M. Austin, es el formado por un pequeño número de fuertes elementos, con cabeza de pequeñas dimensiones, penetración mínima de los elementos unos en otros y junta tan elástica como sea posible. La presencia en *c* de una capa de cera evita la presión axial que tiende á separar los elementos y á provocar hendiduras.

En el caso de aisladores suspendidos, se produce un fenómeno análogo, con la construcción usual (fig. 3.^a), á consecuencia de la dilatación entre el metal de la campana y la porcelana: la rotura se produce en *r*.

M. Austin para evitar este defecto da á la parte inferior de la campana la forma indicada en la figura 4.^a; de este modo presenta cierta elasticidad. Además, una rodaja obturadora *A* está

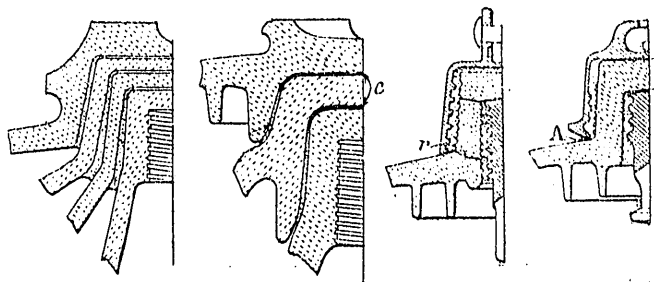


Fig. 1.^a Fig. 2.^a Fig. 3.^a Fig. 4.^a

intercalada entre la porcelana y la campana. Esta rodaja se quita cuando el cemento ha fraguado, de modo que el metal queda á una cierta distancia de la porcelana. En fin, como precedentemente, las dos partes están, en el fondo de la incrustación, mantenidas á cierta distancia una de otra por una capa de cera; la ensambladura se verifica á una temperatura suficientemente elevada.

3.^o *Cambio de volumen del cemento.*—Esfuerzos mecánicos, del mismo orden que los que resultan de la dilatación, provienen de la variación de volumen del cemento portland cuando la humedad varía. Pasando del estado seco á la saturación completa de humedad, el cemento se dilata un 0,15 por 100, lo que corresponde á la dilatación procedente de una diferencia de temperatura de 150° C. Además, la variación no es completamente reversible, aumenta el cemento un poco de volumen á cada una de las primeras variaciones cíclicas.

M. Brundige atribuye á este efecto el deterioro más rápido de los aisladores de detención que, dispuestos en cadena horizontal, tienen sus uniones más directamente expuestas á la interperie que los suspendidos verticalmente.

Se atenúa la importancia de estos efectos, reduciendo el espesor de la incrustación al minimum más estricto.

4.^o *Porosidad.*—El grado de porosidad de la porcelana ejerce también una influencia, en el sentido de que de él depende la absorción del agua por el aislador.

Una porcelana porosa puede manifestarse por ensayos de aislamiento, estando el aislador en contacto con el agua interior y exteriormente. Pero como es necesario que la porcelana permanezca en contacto con el agua durante un cierto tiempo antes de la prueba, que debe verificarse sobre los diversos elementos antes de la ensambladura, es difícil practicar el ensayo con todos los aisladores.

Sólo por una vigilancia atenta de la fabricación es como puede esperarse cortar la porosidad.

Los perfeccionamientos realizados en este sentido consisten:

1.^o En la investigación de pastas que se vitrifican bastante

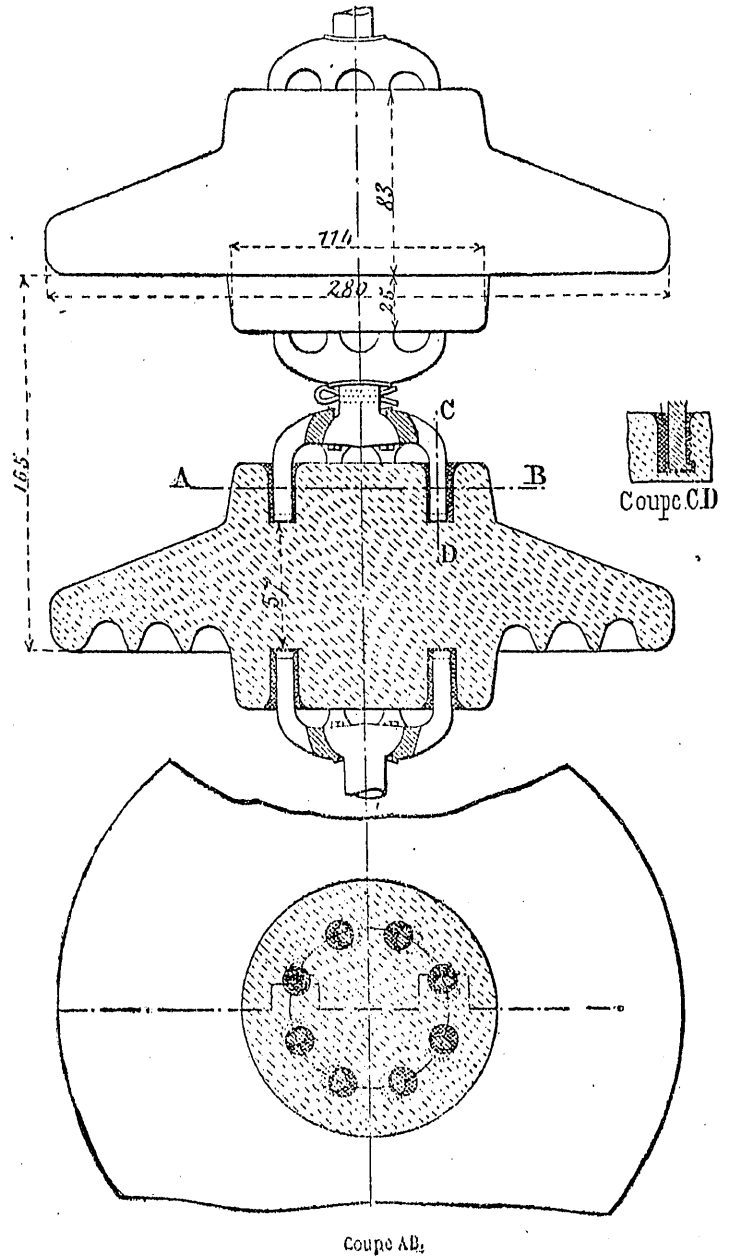
completamente para que se encuentren llenos todos los poros.

2.^o En un registro minucioso de la temperatura de cocción.

Los perfeccionamientos incesantes de la industria cerámica permiten esperar que este defecto no se contará más que en una pequeña parte; los aisladores porosos se eliminan, en general, al principio de la explotación.

Aisladores especiales.—La revista citada señala, en último lugar, una tentativa hecha por la Compañía Jefferi-Dewit, para buscar, en una disposición especial de aislador suspendido, el remedio á algunos de los defectos que acabamos de indicar. Solamente una experiencia de varios años podrá decir si verdaderamente se ha conseguido el objeto que se perseguía.

Las figuras 5.^a y 6.^a representan á este aislador, formado por un disco de porcelana, cuyas dos caras llevan unos agujeros en



Figs. 5.^a y 6.^a

los cuales penetran los brazos de las armaduras, que están en aquellos retenidos por medio de un metal vertido, como lo muestra el corte á la derecha de la figura.

Los constructores pretenden haber llegado, por procedimientos especiales, á obtener piezas macizas de porcelana perfectamente vitrificadas, de modo que un elemento de aislador que tenga las dimensiones indicadas en la figura no puede ser franqueado por el arco más que á la tensión de 98.000 voltios á la frecuencia 60, y á la tensión de 120.000 voltios á la frecuencia 200.000.

La perforación (que se puede obtener metiendo el aislador en aceite) no se verifica más que á 250.000 voltios.

La pequeña fatiga electrostática del aislante, la elasticidad de las armaduras y la ausencia de cemento son, en suma, los medios por medio de los cuales la Compañía Jeffery-Dewit cree haber eliminado en gran parte los defectos de los tipos usuales.

Aparatos para la calefacción eléctrica del agua.

El *Electrician* publica, refiriéndose al *Electrotechnische zeitschrift*, un estudio de M. F. Biermans, en que se describen varios aparatos para la calefacción de los líquidos ó de los gases; de él hace un resumen *Le Génie Civil*, de donde tomamos esta nota.

El aparato descrito que calienta los líquidos, utilizando su conductibilidad relativa para las corrientes eléctricas, afecta para el abastecimiento trifásico la forma representada en la figura 1.^a: *A, B, C*, son unos electrodos de carbón que unen la ristra aisladora *D* y alimentan las tres varillas de llegada de la corriente *A' B' C'*, que llevan sobre ellas una traviesa aisladora *D'*. La experiencia enseña que, con unos electrodos rectangulares de 20 centímetros de lado, distantes de 10 á 15 milímetros, se puede calentar en una hora un baño de 280 litros, siendo la tensión aplicada de 220 voltios y la intensidad de la corriente que pasa progresivamente de 20 á 34 amperios. Una vez conseguida la temperatura deseada, se la puede conservar ó moderar

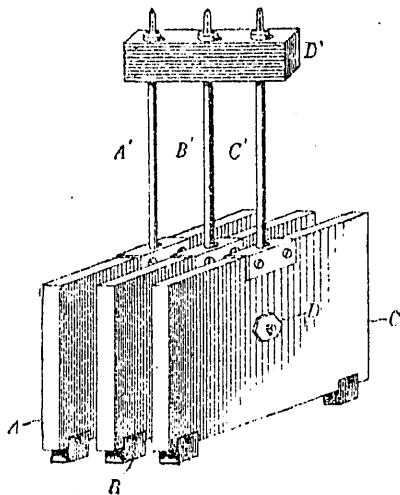


Fig. 1.^a

el incremento, poniendo fuera del circuito uno de los electrodos *A, B* ó *C*; se reduce la intensidad de la corriente en un 50 por 100 si se corta la corriente en el electrodo *A* ó en el *C*; se reduce solamente en un 30 por 100 si se pone fuera del circuito el electrodo intermedio *B*, en lugar de los extremos *A* ó *C*.

Se vuelven á encontrar los mismos elementos en la hervidora (fig. 2.^a), á la cual se lleva el agua fría por la tubería inferior *H* y de donde sale caliente por la tubería superior *G*. En este aparato las placas que sirven de electrodos tienen la forma

de cilindros *A, B* y *C*, fijados concéntricamente á la distancia de medio centímetro. Se les lleva la corriente por unos enchufes que penetran en agujeros apropiados *D, E* y *F*. Este aparato ha

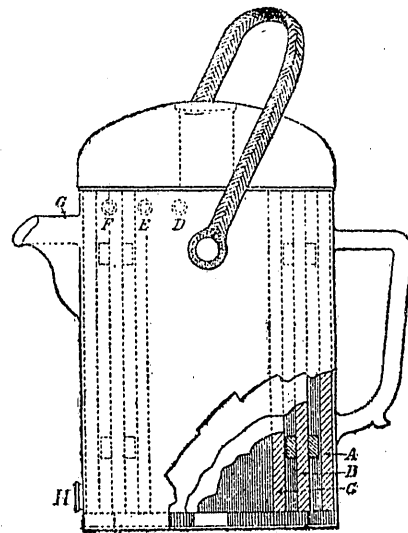


Fig. 2.^a

sido estudiado para absorber 25 amperios á 220 voltios. El líquido que penetra por *H* es llevado al centro, y gana, al calentarse, la periferia del aparato para salir por la tubería superior *G*.

La ampliación de la fábrica hidroeléctrica de Trenton Falls, sin suspensión del servicio.

Mister B.-S. White describe en el *Engineering News Record*, las modificaciones llevadas á cabo en la instalación hidroeléctrica de Trenton Falls, en el Estado de Nueva York, para elevar su capacidad de 8.800 caballos á 27.000 sin haber tenido que suspender el servicio á pesar de que las modificaciones se han extendido á todos los elementos de la instalación.

La antigua fábrica hidráulica, establecida hace diecisiete años, y que será conservada, comprende cuatro unidades hidroeléctricas de árbol vertical de 1.200 kilovatios cada una, produciendo corriente trifásica á la frecuencia de 60 períodos por segundo y á la tensión de 2.200 voltios.

La ampliación citada se ha hecho posible porque al construir la presa para la antigua fábrica se dispusieron en la masa de aquella seis cañerías de agua que vertían ó recogían eventualmente las aguas superabundantes en el depósito de agua arriba. No ha sido, pues, necesario para atastecer la nueva fábrica más que enlazarla á estos segmentos de tubería.

Se ha instalado la nueva fábrica inmediatamente agua arriba de la primera. Su equipo consistirá en tres grupos hidroeléctricos de 9.000 caballos cada uno, de los que dos ya están instalados. Cada uno comprende una turbina de árbol vertical compuesta de una sola rueda Francis girando á la velocidad de 341 revoluciones por minuto y arrastrando un alternador Westinghouse trifásico de 8.000 kilovoltio-amperios á 60 períodos por segundo y á 13.200 voltios.

