

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

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

Redactor-Presidente..... Ilmo. Sr. D. Federico Rivero O'Neale, Inspector general del Cuerpo.
Redactores..... Los Sres. Presidentes de las Comisiones regionales de Ingenieros.
 D. Toribio Cáceres, Profesor de la Escuela de Caminos.
 D. Enrique Latre, Ingeniero de Caminos (Sección de Información).
 D. Manuel Maluquer, Ingeniero 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.

NUEVO AISLAMIENTO PARA CABLES Y ALAMBRES

SISTEMA HACKETHAL

(CONCLUSIÓN)

Protección de los conductores y de los toma-corrientes contra el contacto accidental con corrientes de alta tensión, lo que resulta ser una ventaja grande en los casos de pasar líneas telegráficas ó telefónicas por encima de otras que conducen corrientes para tranvías eléctricos, ó el alumbrado eléctrico, ó también al cruzarse líneas de corrientes de tensión media con las de tensión muy alta. Por satisfacer esta necesidad el alambre aislado, según el sistema Hackethal, está desde hace mucho tiempo empleado por la Administración de los telégrafos del Estado en los Países Bajos, y últimamente en Dinamarca y en Luxemburgo, así como en muchas poblaciones alemanas.

Protección absoluta contra interrupciones en el servicio, debidas á tocarse ó á enlazarse los alambres de varias líneas para telegrafía ó telefonía, colocadas todas sobre los mismos postes, las cuales se presentan con frecuencia al romperse ó al caerse los postes ó los alambres ó al aumentarse, por su peso, el alargamiento de los alambres en caso de variaciones en la temperatura, dando lugar á situaciones generalmente muy perjudiciales ó perturbaciones en el funcionamiento de las líneas.

La posibilidad de estrechar grupos de conductores de corrientes de diferente intensidad y voltaje, así como los conductores de ida y vuelta en los circuitos metálicos para telegrafía y telefonía, de lo que resulta una disminución notable de los ruidos producidos por la inducción que ejercen las corrientes de mayor tensión al pasar al lado de las antecitadas líneas. Estas son ventajas de mucha importancia en minas donde queda disponible tan sólo un espacio limitado para la instalación eléctrica.

Protección contra la derivación al tocarse los alambres con objetos que conducen la electricidad á la tierra, tales como árboles, edificios, etc.

Resistencia absoluta contra el incendio. Esta es una de las prominentes ventajas del nuevo sistema de aislamiento. Quien conocí el gran peligro y el desarrollo rápido de los incendios, producidos por cortacontactos, sabrá apreciar el valor de un material realmente incombustible. Efectivamente, una descarga eléctrica directa de 30.000 voltios no es capaz de incendiar la capa aislante; no produce más que una carbonización de ella alrededor de unos milímetros.

El empleo del aislamiento Hackethal para líneas telefónicas, cuya consecuencia es la supresión completa y permanente de cualquiera inducción y con ella la seguridad absoluta de quedar la conservación secreta.

La posibilidad de entenderse la conversación telefónica con toda claridad, por grande que sea la distancia entre las estaciones, ventaja cuya importancia es evidente.

La posibilidad de llevar por el mismo poste, y próximos el

uno del otro, alambres que conducen corrientes de tensiones muy diferentes, sin que de eso resulte la menor dificultad para el funcionamiento telefónico.

Los notables adelantos, conseguidos por esta nueva invención, nos parece ser un motivo para poner de relieve los puntos en que aventaja los sistemas anteriores de conducción aérea por medio de alambres desnudos, para cuyo fin escogemos la forma de dar, en conciso resumen, una descripción del desarrollo que ha tomado la telegrafía desde su invención hasta nuestros días.

En todos los países utilizan las Administraciones de telégrafos hasta hoy día el sistema de colocación de los alambres metálicos sobre los postes donde iban aislados solamente en los puntos de apoyo. Mientras que las comunicaciones telegráficas ó telefónicas no exigían más que un número reducido de conductores, había posibilidad de hacer las distancias perpendiculares y laterales entre los alambres suficientemente grandes. No obstante, no eran raros los casos donde, por causa de la ruptura de un alambre, se establecieron contactos entre los diferentes alambres ó con la tierra, resultando la inutilización simultánea de varias líneas, y hasta hoy aun la ruptura de un solo poste puede poner fuera de servicio todas las líneas reunidas en él. También el contacto entre varios objetos, como, por ejemplo, la tierra, árboles y edificios y el alambre, y de los alambres entre sí, constituye un inconveniente, por conducirse la electricidad á la tierra. Verdad es que al principio esto no ocurrió muchas veces, por conducirse las líneas en la mayoría de los casos á lo largo de las vías férreas, de cuyas inmediaciones se quitan por regla general cuantos objetos puedan ser peligrosos para el servicio.

Pero como el número de líneas iba aumentando de día en día, resultó la necesidad de estrechar los alambres cada vez más, y, por lo tanto, se aumentó el peligro de producirse contactos muy nocivos.

También ocurre con frecuencia que el aislamiento de los alambres en los puntos de apoyo resulta tan insuficiente, especialmente cuando el tiempo se pone húmedo, que la transmisión segura de las señas telegráficas no es posible sino sobre una distancia relativamente corta. La causa de este aislamiento insuficiente se explica por el hecho de que los aisladores ensuciados por el polvo, el humo, las telarañas y mojados por las precipitaciones atmosféricas, dan lugar á una desviación considerable de la tierra. En líneas largas, donde los postes se cuentan por millares, la debilitación de la corriente puede aumentar tanto que al final de la línea la intensidad resulta casi nula.

Al construirse las primeras redes telefónicas, en las que se empleaban al principio los postes de las líneas telegráficas, resultó en primer lugar la imposibilidad de hacer uso de conductores de un solo alambre metálico, porque la conversación que se transmitió por un conductor, se comunicó con la misma intensidad local á todos los otros conductores del mismo conjunto de líneas, y además cualquier ruido que se producía en la proximidad de los alambres hacía más difícil el entenderse. Se reconoció muy pronto que esos fenómenos se deben á la induc-

ción electrodinámica, en unión á los traspasos de corriente directos, en parte también á las variaciones del potencial en la tierra que sirve de línea de regreso. Después se procuró convertir las líneas sencillas en dos circuitos metálicos, destinando el uno de los alambres para la línea de ida y el otro para la de vuelta. Verdad es que con eso se disminuyó en lo posible la transmisión de la voz de una línea á otra; pero no cesaron los ruidos, debidos á la inducción por las corrientes telegráficas bastante más fuertes, las cuales seguían perturbando notablemente la transmisión. Aun en las líneas telefónicas de dos conductores metálicos, suspendidas de postes especiales, la disminución de la influencia mutua no se pudo llevar á tal grado que la divulgación de la conversación telefónica resultase imposible. A esto vino á añadirse el peligro que á las líneas telefónicas nació con el desarrollo de la nueva y floreciente industria del alumbrado eléctrico y de la transmisión de la energía, un enemigo mucho más temible, puesto que, como ya hemos dicho, las corrientes fuertes, no solamente pueden destruir vidas y bienes al traspasar á una línea telefónica, sino que producen, por su fuerte inducción, muchas veces ruidos intorelables que hacen completamente imposible entenderse en el teléfono, de lo que resultan disgustos y disputas incesantes entre el público y las Administraciones respectivas.

Todas esas dificultades se acabarán de una vez para siempre, merced al sistema Hacketal de construcción de líneas. Por causa del excelente aislamiento, que resiste perfectamente á todas las inclemencias del tiempo, la eficacia de dicho sistema está sobre todo basada en una disposición absolutamente simétrica de los dos alambres del circuito metálico con relación á los demás conductores eléctricos vecinos, merced á la cual uno y otro quedan cortados en la misma dirección y á la misma distancia por las líneas de fuerza de los últimos, lo que produce, según conocidas y aprobadas leyes eléctricas, una perfecta compensación mutua de las influencias arriba citadas. Semejante situación simétrica de los alambres se obtiene, según enseñó el Sr. Hacketal, por cruzarlos con suma regularidad siempre en el centro entre dos puntos de apoyo, valiéndose á este fin para cada punto de apoyo de un solo aislador con dos tacos.

Con el objeto de evitar la carga de los soportes, que siempre debilita las corrientes telefónicas, y además estrechar las líneas en lo posible, se usa en cada punto de apoyo un aislador solo, que tiene una forma especial, construida expresamente para el fin de que se trata.

Se distingue por un aislamiento mutuo de los dos soportes laterales tan perfecto como no se consigue con ningún otro de los aislamientos conocidos hasta hoy día, que no sufre perjuicio alguno ni siquiera por una lluvia continua, y que por fin excluye toda posibilidad de un traspaso de corriente entre los dos alambres hasta en el caso donde hubiese ocurrido cualquiera lesión mecánica de la capa aisladora en el punto donde está sostenida por el soporte.

Por lo demás, la instalación de los alambres se lleva á cabo, sin dificultad alguna ni gastos elevados, con sujeción á las instrucciones ilustradas que acompañan cada remesa de material. Observando estrictamente las reglas dadas por ellas, se conseguirá de todos modos una instalación exenta de inducción y de un funcionamiento irreprochable.

Considerada desde el punto de vista económico, la ventaja principal de la aplicación del sistema Hacketal para líneas de dicha índole consiste en que con él es posible reunir en un mismo poste alambres con corrientes de tensiones muy diferentes, colocándolos en cualquiera posición, sin que se manifieste la menor influencia nociva con relación á la distinción de la transmisión. Ya no se necesitan postes especiales para la instalación de líneas telefónicas, de lo que resulta una economía que compensa por completo los gastos adicionales del aislamiento hasta significar un beneficio, y á esto se añade la inapreciable ventaja de un servicio que no deja nada que desear.

Numerosas son las instalaciones que se llevan á cabo, sea

por orden de la Administración de Correos y Telégrafos alemanas, sea de otras Autoridades, y todas ellas permiten entenderse en el Teléfono con toda distinción y sin perturbación alguna por ruidos debidos á la inducción.

Otra ventaja importante del sistema Hacketal para líneas telefónicas sobre distancias largas consiste en el hecho de que la capacidad de sus conductores no excede de ninguna manera á los conductores desnudos que forman un nudo. Cuantos ensayos se hiciesen en este sentido por personas sumamente peritas, y en muchos casos bajo condiciones muy poco favorables, todos han hecho constar la misma capacidad para una y otra clase de conductores, de manera que también en este punto el sistema Hacketal merece encontrar aplicación.

Quisiéramos también poner de relieve que el sistema Hacketal permite el empleo del alambre de hierro en lugar del de bronce, muy en uso hoy día, especialmente cuando se trata de líneas cortas, por lo que se obtendrá otra reducción de los gastos de instalación.

En resumen: las ventajas del procedimiento de Hacketal para aislar alambres metálicos y del sistema Hacketal para instalar líneas telefónicas exentas de inducción, son:

1.^a Los dos conductores, unidos para formar una línea «de nudo» y cruzándose en los campos, se conducen exactamente simétricos y á tan poca distancia uno de otro que la influencia mutua queda compensada por completo. Por este motivo se puede colocar en el mismo poste, ó en postes muy próximos uno de otro, alambres conduciendo corrientes de voltajes muy diferentes.

2.^a Colocándose dos conductores sobre un mismo aislador y á poca distancia uno del otro, los postes pueden recibir, siempre que tengan la estabilidad requerida, á lo menos el cuádruple del número de alambres de hoy día, lo que representa una utilidad más completa y una reducción del número de postes.

3.^a Por la suspensión de los dos alambres que forman el nudo á un solo aislador se impide la carga del soporte, lo que, en unión al aislamiento más perfecto de los conductores en los puntos de apoyo, aumenta la claridad de la voz y permite hablar sobre distancias largas por medio de alambres de secciones menores que los usuales de hoy en día.

4.^a Merced al aislamiento más perfecto, la seguridad del servicio telefónico, telegráfico, etc., resulta mayor, ya evitando las perturbaciones debidas á contactos ó derivaciones, que son muy perniciosos para el servicio, á no ser que intervengan deterioraciones malévolas. La envoltura aisladora, resistente á la intemperie, pone el conductor al abrigo de cualquiera disminución de su corte transversal, sea por la oxidación ordinaria ó por la producida por vapores ácidos y, por lo tanto, de toda su conductibilidad y resistencia mecánica.

5.^a No cabe duda que queda completamente evitado cualquier peligro que para las estaciones y Centrales telefónicas, para vidas y bienes, pudiera resultar de la rotura de alambres conduciendo corrientes de altas tensiones y su contacto subsiguiente con los alambres telegráficos ó telefónicos, lo que permite suprimir los aparatos protectores de cualquiera clase, tales como las redes y los cortacircuitos.

6.^a Los gastos del aislamiento resultan reducidos por la economía en postes aisladores.

El alambre aislado se fabrica actualmente por dos diferentes sistemas de ejecución, uno con la envoltura sencilla (aislamiento J.), y la otra con la envoltura doble (aislamiento P, B, J). La sencilla se emplea, y es suficiente, para toda clase de conductores aéreos que se ponen sobre aisladores y donde la envoltura aisladora debe proteger el alambre contra toda clase de influencias atmosféricas ó de vapores ácidos. También convienen para conducir corrientes telefónicas ó telegráficas en el interior de casas, donde no se produzcan ácidos muy corrosivos. Para todos los demás casos, especialmente para alambres de luz eléctrica en sitios húmedos, así como para servir de protección contra corrientes de alta tensión, conviene hacer uso de la doble envoltura.

De ninguna manera deben torcerse varios alambres de un cable; tampoco se deben conducir los alambres directamente sobre la pared, sino que deben colocarse sobre aisladores ó rodillos bien aislados, especialmente cuando se trata de alambres para luz eléctrica; de todos modos, hay que tratarlos con el mismo cuidado que cualquier alambre aislado.

Para fijar el alambre sobre el aislador se toman hilos aislados de la misma clase. Convenientemente dispuestos, impiden cualquier rozamiento y lesión de la envoltura aisladora, así como el escape del alambre, y por fin aumenta su aislamiento. Por lo tanto, es conveniente pedir con el alambre aislado una cantidad correspondiente de hilo para ligaduras.

Para completar este trabajo, reproducimos las instrucciones que da la casa para la colocación de alambres y cables, omitiendo el referirnos á la multitud de certificados de los directores y técnicos de instalaciones en las que se ha empleado el sistema Hackethal, los que demuestran palpablemente la bondad del mismo.

Instrucción para la colocación de alambres y cables sistema Hackethal en sitios cerrados y al aire libre.

La sujeción del alambre conductor á los aisladores ó rodillos aisladores ha de verificarse exclusivamente por medio de alambre de anudar, el que á su vez, igualmente que el conductor mismo, está encajado é impregnado. El uso del alambre de anudar desnudo envolvería el peligro de que por una parte se lastimara la capa aislante del conductor al retorcer el alambre de anudar, y que por otra parte, al oxidarse tal alambre desnudo, se formaría óxido, cuya acción química sería desfavorable al aislamiento del conductor.

Conveniente es, tanto antes de ejecutar la ligadura de aquella parte del conductor que se coloca en el soporte, como después de haberlo hecho, dar una mano de la masa Hackethal. Con ello se consigue una unión íntima del conductor con el alambre de anudar, haciendo así imposible el restablecimiento del primero.

Los sitios de soldadura y empalme se aíslan dando á las partes desnudas del conductor una buena mano de la masa líquida de Hackethal sobre cinta aisladora impregnada al sistema Hackethal, atándola bien después con un alambre delgado, desnudo, de cobre ó con cualquiera otra ligadura, dándole por fin una ó dos manos de pintura con la masa Hackethal. Tratándose de unir hilos muy delgados, se podrá usar, en vez de la cinta aisladora mencionada, también una vaina aisladora, la que se corre antes de hacer la unión sobre uno de los finales, pintando las partes desnudas con la masa líquida y volviendo á correr la vaina sobre el punto á aislarse, atándola convenientemente de la manera ya descrita.

El tratamiento cuidadoso al colocar los alambres aislados, es la mejor garantía de una conservación buena y duradera. Ante todo, debe tomarse en cuenta que el alambre, lo mismo que el cable de plomo, no podrá ser doblado bruscamente sino en forma de codo para evitar que se quiebre la capa aisladora. Si á pesar de esto se ofrece una avería por cualquiera casualidad, habrá que dar al sitio lastimado una mano de la masa Hackethal y asegurarlo por medio de una envoltura con cinta aisladora.

Este último procedimiento es de importancia en donde los conductores están expuestos á vapores ácidos.

En fábricas químicas y en establecimientos análogos, como también en espacios donde hay acumuladores, en pesebres, pozos, etc., se ha probado ser de gran ventaja el pintar los conductores en todas sus extensiones y en ciertas épocas con la masa líquida de Hackethal. Este procedimiento asegura el alambre, el ser inatacable por ácidos y una duración casi ilimitada.

Instrucción de montaje para la instalación de líneas telefónicas exentas de inducción, según el sistema Hackethal.

Las líneas biflares se instalan empleándose un solo aislador

de forma especial para cada punto de apoyo, de tal manera que los dos alambres se fijan alternativamente á los lados anterior y posterior de la punta del aislador, de modo que los alambres se cruzan regularmente en el medio entre dos puntos de apoyo. En esta disposición hay que tener cuidado de que en el intermedio se ponga cada uno de los alambres alternativamente arriba y abajo, ó también que tal alternación en la posición de los alambres esté siempre en el medio entre dos puntos de empalme. Al alambre inferior habrá entonces que darle en el punto de intersección tal flecha que diste un centímetro, poco más ó menos, del alambre de arriba, para que se pueda introducir en el sitio de cruzamiento la pieza de porcelana que describiremos á continuación.

El tender los alambres se verifica con preferencia á mano; si en casos especiales no hay más remedio que recurrir á la aplicación de garruchas ó de tenacillas holandesas, no se deberán fijar sino á los cabos de los rollos. De todos modos, evitese cualquier lesión de la cubierta aislante, por ligera que sea. Por la misma razón no se debe, al poner el alambre, colocarlo en los soportes, sino en el centro del aislador, el que tiene forma de una silla de montar y constituye una superficie de reposo muy lisa y conveniente para el alambre.

La ligadura de los alambres á los aisladores se verifica exclusivamente por medio de hilos aislados de retención. Para alcanzar este fin se da al alambre medio metro hacia la izquierda y á la derecha del sitio donde tiene que descansar sobre el aislador una buena mano de la masa líquida de Hackethal; después, el hilo para atar se arroja en algunas espirales alrededor del alambre y se conducen las extremidades del hilo para atar en direcciones opuestas debajo del rollo, y en seguida cada final se arroja alrededor del alambre en espirales estrechas formando la continuación de las primeras.

Llevada ya á cabo la retención, se da al sitio de la ligadura otra buena mano de la masa Hackethal. Por el procedimiento que acabamos de describir se consigue que la cubierta aislante de alambre de la línea no tenga ningún contacto con el aislador, y por lo tanto, no sufra ningún frotamiento. Á más de esto, por quedar dicho alambre completamente envuelto por el hilo de retención y unido á él, una vez endurecido el masa Hackethal, de tal manera que los dos forman un solo cuerpo, se puede decir que en condiciones normales cualquier escape del alambre de la línea ya no puede tener lugar. Por lo demás, nótese que conviene que todas las ligaduras se hagan á mano, sin la ayuda de tenazas ó de cualquier otro instrumento que tenga aristas vivas. Por cada ligadura se requieren unos 50 centímetros de hilo de retención.

La atadura de los alambres en los sitios de cruzamientos debe verificarse de tal modo que las ranuras longitudinales en las piezas de porcelana, que sirven de apoyo para los alambres, reciben en primer lugar una buena mano de masa Hackethal, después que los dos alambres se alojan en las ranuras correspondientes de arriba y de abajo y se dan vueltas estrechas á la cinta pegada á la pieza de porcelana; entonces se envuelve el rollo, obtenido por ese procedimiento, de hilo delgado de cobre desnudo, cuyos finales se retuercen debidamente. Por fin, se da al sitio del cruzamiento y á los conductores vecinos á él una buena mano de masa Hackethal.

La ligadura entre los extremos de los alambres se verifica como sigue: se retuercen los finales desnudos con una vainita de cobre, después se pintan la vaina y los extremos desnudos con masa Hackethal y se recubren con un trocito de lona impregnada, el cual queda previamente corrido sobre una de las extremidades de los conductores á reunir. Los finales de este trocito de lona, al cual se dan unas cuantas vueltas para que forme una espira, se fijan con un material de ligadura conveniente, con preferencia con un poco de hilo de cobre delgado, y por fin se da al cruzamiento una buena mano de masa Hackethal.

A. STOKIL.