



This electronic version (PDF) was scanned by the International Telecommunication Union (ITU) Library & Archives Service from an original paper document in the ITU Library & Archives collections.

La présente version électronique (PDF) a été numérisée par le Service de la bibliothèque et des archives de l'Union internationale des télécommunications (UIT) à partir d'un document papier original des collections de ce service.

Esta versión electrónica (PDF) ha sido escaneada por el Servicio de Biblioteca y Archivos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) a partir de un documento impreso original de las colecciones del Servicio de Biblioteca y Archivos de la UIT.

(ITU) للاتصالات الدولي الاتحاد في والمحفوظات المكتبة قسم أجراه الضوئي بالمسح تصوير نتاج (PDF) الإلكترونية النسخة هذه والمحفوظات المكتبة قسم في المتوفرة الوثائق ضمن أصلية ورقية وثيقة من نقلًا.

此电子版（PDF版本）由国际电信联盟（ITU）图书馆和档案室利用存于该处的纸质文件扫描提供。

Настоящий электронный вариант (PDF) был подготовлен в библиотечно-архивной службе Международного союза электросвязи путем сканирования исходного документа в бумажной форме из библиотечно-архивной службы МСЭ.

**COMITÉ CONSULTIVO INTERNACIONAL TELEGRÁFICO
Y TELEFÓNICO
(C.C.I.T.T.)**

IV ASAMBLEA PLENARIA

MAR DEL PLATA, 23 DE SEPTIEMBRE - 25 DE OCTUBRE DE 1968

LIBRO BLANCO

TOMO IX

Protección

Publicado por la
UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES
1969

COMITÉ CONSULTIVO INTERNACIONAL TELEGRÁFICO
Y TELEFÓNICO
(C.C.I.T.T.)

IV ASAMBLEA PLENARIA

MAR DEL PLATA, 23 DE SEPTIEMBRE - 25 DE OCTUBRE DE 1968

LIBRO BLANCO TOMO IX

Protección

Publicado por la
UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES
1969



COMITÉ CONSULTIVO INTERNACIONAL
TELEGRÁFICO Y TELEFÓNICO
(C.C.I.T.T.)

IV ASAMBLEA PLENARIA

Mar del Plata, 23 de septiembre - 25 de octubre de 1968

LIBRO BLANCO

TOMO IX

PROTECCIÓN

Primera parte - Recomendaciones (serie K) y Cuestiones relativas a la protección contra las perturbaciones

Segunda parte - Recomendaciones (serie L) y Cuestiones relativas a la protección de las cubiertas de cable y de los postes

PUBLICADO POR LA
UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES
1969

CONTENIDO DE LOS LIBROS DEL C.C.I.T.T.
EN VIGOR DESPUÉS DE LA IV ASAMBLEA PLENARIA (1968)

(LIBRO BLANCO)

- Tomo I - Actas e Informes de la IV Asamblea Plenaria del C.C.I.T.T.
- Resoluciones y Ruegos formulados por el C.C.I.T.T.
- Cuadro general de las Comisiones de estudio y Grupos de trabajo para el periodo 1968-1972.
- Cuadro recapitulativo de las Cuestiones en estudio durante el periodo 1968-1972.
- Texto de las Recomendaciones (serie A) relativas a la organización de los trabajos del C.C.I.T.T.
- Texto de las Recomendaciones (serie B) y Cuestiones (Comisión de estudio VII) relativas a los medios de expresión.
- Tomo II.A - Recomendaciones (serie D) y Cuestiones (Comisión de estudio III) relativas al arriendo de circuitos.
- Recomendaciones (serie E) y Cuestiones (Comisión de estudio II) relativas a la explotación y tarificación telefónicas.
- Tomo II.B - Recomendaciones (serie F) y Cuestiones (Comisión de estudio I) relativas a la explotación y tarificación telegráficas.
- Tomo III - Recomendaciones (series G, H y J) y Cuestiones (Comisiones de estudio XV, XVI, especial C y especial D), relativas a la transmisión en línea.
- Tomo IV - Recomendaciones (series M y N) y Cuestiones (Comisión de estudio IV) relativas a la mantención de las líneas, circuitos y cadenas de circuitos internacionales.
- Tomo V - Recomendaciones (serie P) y Cuestiones (Comisión de estudio XII) relativas a la calidad de la transmisión telefónica y a los aparatos telefónicos.
- Tomo VI - Recomendaciones (serie Q) y Cuestiones (Comisiones de estudio XI y XIII) relativas a la señalización y conmutación telefónicas.
- Tomo VII - Recomendaciones (series R, S, T y U) y Cuestiones (Comisiones de estudio VIII, IX, X y XIV) relativas a la técnica telegráfica.

Tomo VIII - Recomendaciones (serie V) y Cuestiones (Comisión de estudio especial A) relativas a la transmisión de datos.

Tomo IX - Recomendaciones (serie K) y Cuestiones (Comisión de estudio V) relativas a la protección contra las perturbaciones.

- Recomendaciones (serie L) y Cuestiones (Comisión de estudio VI) relativas a la protección de las cubiertas de cable y de los postes.

Cada Tomo contiene los extractos de las contribuciones que sobre la materia de que se trata se han recibido y cuya publicación se ha considerado de utilidad en razón del interés que presentan.

ÍNDICE

Primera parte - Recomendaciones (serie K) y Cuestiones relativas a la protección contra las perturbaciones

Recomendación

- K.1 Puesta a tierra de un circuito telefónico de frecuencias vocales en cable
- K.2 Protección de los sistemas de telealimentación de los repetidores contra las perturbaciones debidas a las líneas eléctricas próximas
- K.3 Perturbaciones provocadas por señales de frecuencia vocal inyectadas en una red de distribución de energía
- K.4 Perturbaciones causadas a la señalización
- K.5 Utilización de postes comunes para las telecomunicaciones y el suministro de energía eléctrica
- K.6 Precauciones que deben tomarse en los cruces
- K.7 Dispositivos de protección contra los choques acústicos
- K.8 Separación en el suelo de las instalaciones de telecomunicación y de las instalaciones de transporte de energía eléctrica
- K.9 Protección del personal y de las instalaciones de telecomunicación contra un gradiente elevado de potencial de tierra, debido a una línea de tracción eléctrica vecina
- K.10 Asimetría de las instalaciones de telecomunicación

Cuestiones confiadas a la Comisión de estudio V - Cuadro
recapitulativo

- Texto

Segunda parte - Recomendaciones (serie L) y Cuestiones relativas a la protección de las cubiertas de cable y de los postes

- L.1 Protección contra la corrosión
- L.2 Impregnación de los postes de madera
- L.3 Armadura de los cables

Cuestiones confiadas a la Comisión de estudio VI - Cuadro
recapitulativo

- Texto

PRIMERA PARTE

RECOMENDACIONES (SERIE K) Y CUESTIONES RELATIVAS A LA
PROTECCIÓN CONTRA LAS PERTURBACIONES

RECOMENDACIONES DE LA SERIE K
Protección contra las perturbaciones¹⁾

RECOMENDACIÓN K.1 (Nueva Delhi, 1960)

PUESTA A TIERRA DE UN CIRCUITO TELEFÓNICO
DE FRECUENCIAS VOCALES EN CABLE

Introducción

En el estado actual de la técnica, los cables pueden construirse de modo que las capacidades de los diversos circuitos de frecuencias vocales estén exactamente equilibradas con relación a la cubierta.

Este equilibrio de las capacidades es suficiente cuando se trata de circuitos desprovistos de toda puesta asimétrica a tierra.

En cambio, cada puesta a tierra, incluso con una simetría aparente, puede dar lugar a que influyan las asimetrías de inductancia y de resistencia de cada uno de los circuitos en los que se hace esta puesta a tierra.

La resistencia dieléctrica entre los conductores de un cable es mucho más reducida que la que existe entre estos conductores y la cubierta y, en consecuencia, la puesta a tierra de algunos de dichos conductores podría ocasionar la ruptura del dieléctrico que separa a los conductores si se somete el cable a una inducción importante.

Cuando un cable cargado está sometido a una fuerza electromotriz inducida elevada, la presencia de puestas a tierra permite el paso de corrientes cuya intensidad podría exceder en ciertos casos del límite admisible para la buena conservación de las propiedades magnéticas de las bobinas de carga.

El C.C.I.T.T. recomienda, pues, por unanimidad:

Que en los circuitos de frecuencias vocales no se hagan puestas a tierra en punto alguno, salvo si todos los bobinados de línea de los transformadores están conectados permanentemente a la cubierta mediante conexiones de poca resistencia en uno o en ambos extremos del cable.

Que, en general, no se efectúe ninguna puesta a tierra en un punto cualquiera de una instalación (telefónica o telegráfica) conectada metálicamente a una línea de cable de larga distancia.

1) Véanse también las Instrucciones para la protección de las líneas de telecomunicación contra la acción perjudicial de las líneas eléctricas.

Protección contra las perturbaciones

Que, no obstante, si, por razones especiales, hay que poner a tierra una instalación conectada directamente a circuitos de frecuencias vocales, se tomen las precauciones siguientes:

- a) La puesta a tierra se efectuará de manera que no influya en la simetría del circuito con relación a tierra y a los circuitos próximos.
- b) La tensión de ruptura del conjunto de todos los demás conductores del cable, con relación a los conductores del circuito conectado a tierra, deberá ser muy superior a la tensión más elevada que, como consecuencia de la inducción de las líneas de energía próximas, pudiera existir entre esos conductores y los del circuito conectado a tierra.
- c) Cuando la instalación conectada al cable sea una instalación telegráfica, procederá, además, ajustarse a las recomendaciones del C.C.I.T.T. sobre las condiciones de coexistencia de la telefonía y de la telegrafía (Recomendaciones de la serie H, Tomo III del Libro Blanco).

RECOMENDACIÓN K.2 (Nueva Delhi, 1960)

PROTECCIÓN DE LOS SISTEMAS DE TELEALIMENTACIÓN DE LOS REPETIDORES CONTRA LAS PERTURBACIONES DEBIDAS A LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS PRÓXIMAS

Para evitar que el funcionamiento de la telealimentación de los repetidores sea perturbado por la inducción magnética de una línea eléctrica próxima o como consecuencia de un acoplamiento galvánico con una línea eléctrica próxima, el C.C.I.T.T. recomienda que el sistema de telealimentación de los repetidores se establezca siempre que sea posible de forma que el circuito por el que circulen las corrientes de telealimentación, habida cuenta de los órganos a él conectados, se mantenga simétrico con relación a la cubierta y a tierra.

RECOMENDACIÓN K.3 (Nueva Delhi, 1960)

PERTURBACIONES PROVOCADAS POR SEÑALES DE FRECUENCIA VOCAL INYECTADAS EN UNA RED DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA

Si los servicios de distribución de energía eléctrica recurren para la explotación de sistemas de telemando a la inyección de señales de frecuencia vocal en la red de distribución de energía, estas señales pueden perturbar las líneas de telecomunicación próximas.

Protección contra las perturbaciones

Las fórmulas de las Instrucciones permiten calcular estas perturbaciones y determinar el valor de las tensiones y de las corrientes perturbadoras equivalentes de esas señales de frecuencia vocal.

RECOMENDACIÓN K.4 (Ginebra, 1964)

PERTURBACIONES CAUSADAS A LA SEÑALIZACIÓN

Para disminuir las perturbaciones causadas por la proximidad de líneas eléctricas de corriente continua o alterna a la señalización de corriente continua o alterna de frecuencia industrial en líneas de telecomunicación de hilos aéreos, cables aéreos o enterrados o líneas mixtas, conviene examinar la posibilidad de adoptar, en los casos en que puedan producirse perturbaciones de este tipo, o en todos aquéllos en que hayan sido ya observadas, uno o varios de los métodos siguientes:

- Estudio y aplicación de sistemas: a) que mantenga en todas las circunstancias la simetría¹⁾ del circuito de señalización con respecto a la tierra, incluso durante las operaciones de conmutación, y b) que aun siendo simétricos, no sean sensibles a las perturbaciones debidas a las corrientes longitudinales favorecidas por las puestas a tierra, directas o indirectas.
- Elección del emplazamiento de las tomas de tierra de las centrales telefónicas de modo que estén alejadas, en particular, de las líneas de tracción eléctrica y de los electrodos de puesta a tierra de los sistemas de energía eléctrica.
- Adopción de disposiciones que reduzcan las corrientes inducidas (utilización de cables telefónicos con un bajo factor de reducción, de transformadores reguladores en las líneas de tracción monofásicas, etc.) y que faciliten la utilización de los sistemas de señalización existentes.
- Utilización de transformadores-neutralizadores para compensar en los circuitos de telecomunicación las corrientes producidas por las tensiones inducidas.
- Utilización de circuitos sintonizados para asegurar una impedancia elevada en las frecuencias de la corriente perturbadora.

Observación.- Las Instrucciones para la protección de las líneas de telecomunicación contra la acción perjudicial de las líneas eléctricas mencionan un límite de 60 V para la tensión inducida en las líneas de telecomunicación. Este límite concierne exclusivamente a la seguridad del personal y no tiene por finalidad garantizar que no se producirá perturbación alguna

1) Véase el Capítulo XVI de las Instrucciones, edición de 1963.

Protección contra las perturbaciones

en los sistemas de señalización. En el caso de sistemas de señalización asimétricos con relación a tierra, tales perturbaciones pueden ser producidas por tensiones mucho más débiles, como se indica en las "Instrucciones" (edición de 1963, Capítulo V, Sección 3, N.º 45).

RECOMENDACIÓN K.5 (Ginebra, 1964)

UTILIZACIÓN DE POSTES COMUNES PARA LAS TELECOMUNICACIONES Y EL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Se invita a las administraciones de telecomunicación que deseen emplear soportes comunes para las líneas de telecomunicación de hilo aéreo o de cable y para las líneas eléctricas, a que tengan en cuenta, cuando las leyes y reglamentos nacionales permitan adoptar tal medida, las siguientes consideraciones de orden general:

1. La utilización conjunta de postes por las administraciones de telecomunicación y las compañías de electricidad puede ser ventajosa desde el punto de vista económico y estético.

2. Aun empleando métodos apropiados, la construcción de soportes comunes implica, comparada con los métodos ordinarios de construcción, mayores riesgos, tanto para el personal que trabaja en las líneas de telecomunicación como para las instalaciones mismas. Es muy conveniente dar una formación especial al personal que trabaje en estas líneas, especialmente si las líneas eléctricas son de alta tensión.

3. Se recomienda que se respeten las disposiciones de las Instrucciones relativas a los riesgos, a las perturbaciones y a la seguridad del personal (véanse los Capítulos IV, V y XX de las Instrucciones, edición de 1963).

4. Es conveniente que se concierten acuerdos especiales entre las administraciones de telecomunicación y las compañías de electricidad interesadas en la utilización conjunta de los postes, con el fin de definir sus responsabilidades respectivas.

5. En caso de coexistencia en cortas secciones (por ejemplo, del orden de 1 km) bastará casi siempre con tomar algunas precauciones sencillas para que las perturbaciones provocadas por la inducción magnética o la influencia eléctrica sean tolerables.

RECOMENDACIÓN K.6 (Ginebra, 1964)

PRECAUCIONES QUE DEBEN TOMARSE EN LOS CRUCES

Introducción

Los cruces de líneas aéreas de telecomunicación y líneas eléctricas son peligrosos para el personal y para el equipo.

Protección contra las perturbaciones

Los organismos responsables de diversos países han tomado determinadas disposiciones de las que se derivan normas aplicables en el plano nacional. Estas normas son a veces contradictorias y la eficacia de las medidas adoptadas no siempre es grande.

Habida cuenta del estado actual de la técnica y de la experiencia adquirida en los diferentes países, el C.C.I.T.T. estima posible formular una recomendación sobre las disposiciones que parecen más convenientes. Los distintos países podrían eventualmente inspirarse en ella para dictar o revisar sus reglamentos nacionales.

Se recomienda, pues, que cuando una línea de telecomunicación deba cruzar una línea eléctrica se utilice un cable subterráneo para la línea de telecomunicación en el lugar del cruce, o se conserve el tendido aéreo.

1. Línea enterrada

Este método no es siempre recomendable, puesto que en caso de ruptura del conductor eléctrico el cable subterráneo puede encontrarse en una zona en la que el potencial de tierra alcance un valor elevado. Si el cable está provisto de una cubierta metálica desnuda, esta situación será tanto más peligrosa cuanto más alta sea la tensión de la línea eléctrica, más corta la sección de cable y más elevada la resistividad del suelo. Esta situación de peligro se presenta igualmente cada vez que en las torres próximas al cable se produce una derivación a tierra.

Si las circunstancias exigen que la línea aérea pase por un cable, se tomarán precauciones especiales en el punto de cruce, por ejemplo:

- Revestimiento con una materia aislante de la cubierta metálica del cable en los cruces, y
- Utilización de un cable cuya cubierta sea totalmente de materia plástica.

2. Mantenimiento del tendido aéreo

No puede recomendarse de manera general el método consistente en interponer entre la línea eléctrica y la línea de telecomunicación un hilo de seguridad o una red.

De todos modos, y cualesquiera que sean las circunstancias, hay que dejar una separación vertical mínima entre la línea de telecomunicación y la línea eléctrica, de conformidad con las normas nacionales.

Además, se pueden adoptar diversas disposiciones para disminuir los riesgos:

Protección contra las perturbaciones

- 2.1 Utilización de soportes comunes en el punto de cruce, a reserva de que los aisladores de la línea de telecomunicación presenten una mayor resistencia a la ruptura.
 - 2.2 Aislamiento de los conductores, de preferencia los de telecomunicación, a reserva de que este aislamiento esté realmente adaptado a las condiciones existentes.
 - 2.3 Refuerzo de la construcción de la línea eléctrica en el punto de cruce, con el fin de reducir los riesgos de ruptura.
3. Circunstancias en las que pueden aplicarse estas disposiciones (2.1, 2.2, 2.3)

La aplicación de estos métodos depende esencialmente de la tensión de la línea de energía eléctrica. Las distintas tensiones que han de considerarse no están ligadas a la normalización de la Comisión Electrotécnica Internacional (C.E.I.), habida cuenta de las exigencias especiales del problema planteado.

- 3.1 Redes que funcionen con tensiones inferiores o iguales a 600 V

Disposiciones que han de tomarse: 2.1 ó 2.2, o ambas a la vez.

- 3.2 Redes que funcionen con tensiones superiores o iguales a 60 kV

(En especial, las redes llamadas de "gran seguridad de servicio" según las Instrucciones - edición de 1963, capítulo preliminar, punto 3.2.3.).

Disposición que ha de tomarse: 2.3, en caso necesario.

- 3.3 Redes con tensiones intermedias

Dada la diversidad de tensiones, de características mecánicas de las líneas y de modos de explotación en la gama comprendida entre 600 V y 60 kV, no es posible formular recomendaciones precisas.

No obstante, podrán aplicarse una o varias de las disposiciones descritas anteriormente; algunos casos particulares requieren un estudio detallado, efectuado en estrecha colaboración con los servicios interesados.

RECOMENDACIÓN K.7 (Ginebra, 1964)

DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CONTRA LOS CHOQUES ACÚSTICOS

En circunstancias desfavorables, pueden producirse en los terminales del receptor de un aparato telefónico altas crestas de tensión de corta duración que causen en la cápsula receptora presiones acústicas tan intensas que expongan el funcionamiento del oído humano y del sistema nervioso

Protección contra las perturbaciones

a graves trastornos. Estas crestas de tensión pueden producirse principalmente cuando los pararrayos insertados entre los dos conductores de una línea telefónica no funcionan simultáneamente, lo que hará que recorra el aparato telefónico una corriente de compensación. Por este motivo, el C.C.I.T.T. ha recomendado el empleo de dispositivos de protección contra los choques acústicos, especialmente en el caso de líneas dotadas de pararrayos de gas enrarecido, para la protección contra tensiones inducidas excesivamente elevadas (véase el capítulo 1/6 de las Instrucciones, página 16).

El montaje del dispositivo que comprende, por ejemplo, dos rectificadores conectados en paralelo y de dirección de paso contrapuesta, u otros elementos semiconductores, ha demostrado ser un medio eficaz y económico de suprimir choques de tensión de corta duración en el receptor del aparato telefónico y de evitar los riesgos consiguientes para el oído humano. En este caso, los dos rectificadores están directamente conectados en paralelo al receptor telefónico.

Para conformarse a las condiciones de construcción del resto del equipo, permitir el rápido control de la capacidad de funcionamiento de los dispositivos de protección contra los choques acústicos, y no reducir en un grado inadmisibile la calidad de transmisión telefónica, se recomienda que estos dispositivos tengan las siguientes características:

1. Sus dimensiones deben ser tales que ocupen un espacio reducido (y puedan ser colocados, por ejemplo, en un receptor telefónico de operadora o de abonado).
2. Han de ser de construcción robusta. Sus características eléctricas no deben modificarse en las condiciones de temperatura y de humedad que puedan existir en el lugar en que sean utilizados.
3. Deben diseñarse en función de las características de los receptores telefónicos con los que hayan de emplearse más frecuentemente, de modo que no se calienten demasiado durante su funcionamiento.
4. Deben concebirse de modo que durante el funcionamiento del dispositivo de protección contra las sobretensiones en las líneas (por ejemplo, cebado y funcionamiento de los pararrayos de gas enrarecido), la amplitud de la presión producida por el diafragma del receptor telefónico no exceda de unos 120 dB por encima de $2 \cdot 10^{-4}$ microbarias en 1000 Hz.

Observación.- Las pruebas han demostrado que el dispositivo de protección del tipo antes mencionado posee propiedades que permiten satisfacer esta condición sin dificultad en presencia de impulsos de sobretensión y no de una sobrecarga de tensión continua.

5. En el cuadro siguiente se indican, para ciertos dispositivos de protección utilizados con un aparato telefónico determinado, los límites de atenuación (medida con una señal sinusoidal de 800 Hz) que conviene respetar para cierto número de niveles de la tensión aplicada a los

Protección contra las perturbaciones

terminales de ese aparato. Se supone que la impedancia de línea es de 600 ohmios. Para estas mediciones, el receptor se sustituye por una resistencia pura de valor correspondiente al módulo de la impedancia del receptor en 800 Hz y la atenuación se expresa por la relación de las tensiones (en unidades de transmisión) en los terminales de esta resistencia, con y sin dispositivo de protección.

Nivel de tensión en los terminales (Nivel de referencia: 0,775 V)		Atenuación	
decibelios	neperios	decibelios	neperios
- 17,4	- 2,0	< 0,43	< 0,05
- 8,7	- 1,0	< 0,43	< 0,05
0	0	≤ 1,7	≤ 0,2
+ 8,7	+ 1,0	> 5,2	> 0,6
+ 17,4	+ 2,0	> 10,4	> 1,2
+ 26,1	+ 3,0	> 15,6	> 1,8

Las mediciones deben hacerse con un instrumento que indique los valores eficaces (o, eventualmente, valores medios rectificadas).

Cuando se estudie un nuevo tipo de dispositivo, puede ser útil hacer algunas mediciones análogas para cerciorarse de que los valores medios de las atenuaciones de inserción son del mismo orden en las frecuencias comprendidas entre 200 y 4000 Hz.

6. Las administraciones que lo deseen, pueden determinar los límites que han de especificarse para las pruebas de recepción del dispositivo de protección que estimen apropiado para sus aparatos telefónicos y que reúna las condiciones del precedente punto 5 midiendo directamente la atenuación de inserción de un espécimen de este dispositivo entre resistencias que representen el receptor y el circuito asociado de sus microteléfonos y dar los resultados de esas mediciones como valores límite de la atenuación de inserción medida entre los valores de resistencia utilizados.

7. Conviene señalar que las armónicas producidas durante el funcionamiento del dispositivo en la forma indicada en el punto 4 anterior, resultantes de la falta de linealidad de las características del dispositivo, pueden contribuir a la amplitud de presión. No obstante, los efectos perjudiciales de las armónicas no se manifiestan cuando se cumplen las condiciones del punto 5.

RECOMENDACIÓN K.8 (Mar del Plata, 1968)

SEPARACIÓN EN EL SUELO DE LAS INSTALACIONES DE TELECOMUNICACIÓN, Y DE LAS INSTALACIONES DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA

El valor posible de las tensiones en el suelo en las inmediaciones de los cables de telecomunicación depende de ciertos factores como la tensión de la red eléctrica, la intensidad de la corriente de pérdida, la

Protección contra las perturbaciones

resistividad del suelo, la disposición de la red eléctrica y de las instalaciones de telecomunicación, y de otras características locales. No se pueden, pues, sugerir reglas generales para la separación mínima que se ha de recomendar. En principio, la influencia de la red de energía eléctrica en la instalación de telecomunicaciones deberá determinarse mediante pruebas cuando se sospeche que pueden producirse tensiones excesivas. No obstante, a menudo tales pruebas pueden dar lugar a trabajos prohibitivos. La experiencia ha demostrado que no surge la menor dificultad si se supone una distancia de por lo menos 10 metros entre la instalación de telefonía y la base de una torre, a condición de que no sea demasiado alta la resistividad del suelo (algunos cientos de ohmios/metro) y de que no haya ningún factor, conocido o supuesto, que pueda hacer insuficiente esa separación. En efecto, puede ocurrir que en ciertas circunstancias sea necesario aumentar la separación; así, en Suecia ha habido que aumentarla a 50 m cuando los parámetros del suelo tenían valores extremos.

Por otra parte puede ocurrir que no sea necesaria una separación de 10 metros, y en ciertos países se ha comprobado que, en casos bien determinados, basta una separación de dos metros o menos (véase el anexo siguiente).

Si las condiciones locales impiden mantener la separación necesaria, se puede proveer al cable de telecomunicación de un aislamiento adecuado en la zona en que la tensión en el suelo puede ser excesiva (por ejemplo, instalándolo en una canalización o empleando un revestimiento aislante).

Anexo

(a la Recomendación K.8)

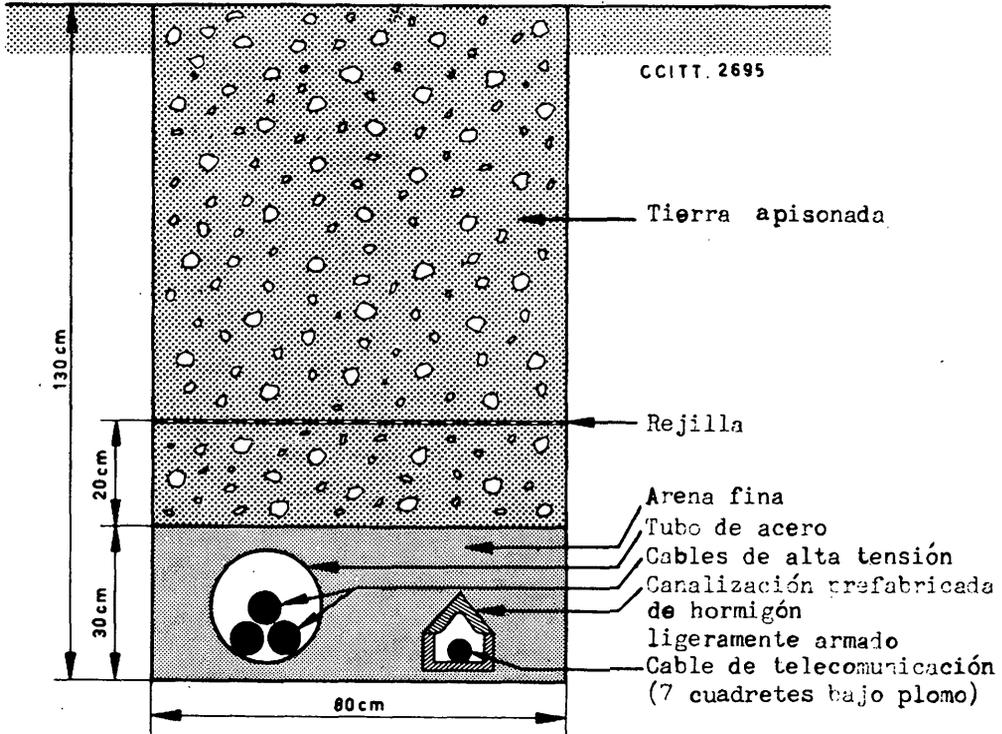
Información proporcionada por la C.I.G.R.E.

El croquis que figura a continuación representa un ejemplo de realización en la región parisina, con un cable de telecomunicación tendido en la misma zanja que un cable de alta tensión de 225 kV, a lo largo de 4911 m. Los tres cables monofásicos están dentro de un tubo de acero puesto cuidadosamente a tierra en sus extremos, mientras que el cable de telecomunicación (7 cuadretes bajo plomo) está colocado en una canalización prefabricada de hormigón ligeramente armado.

Las mediciones de inducción hechas para varios valores de corriente de cortocircuito han puesto de manifiesto en la totalidad del circuito de telecomunicación (4911 metros) las siguientes fuerzas electromotrices inducidas:

Protección contra las perturbaciones

Corriente de corto circuito (amperios)	100	200	400
F.e.m. inducida (voltios por amperio)	0,055	0,046	0,036



Protección contra las perturbaciones

RECOMENDACIÓN K.9 (Mar del Plata, 1968)

PROTECCIÓN DEL PERSONAL Y DE LAS INSTALACIONES DE TELECOMUNICACIÓN CONTRA UN GRADIENTE ELEVADO DE POTENCIAL EN TIERRA, DEBIDO A UNA LÍNEA DE TRACCIÓN ELÉCTRICA VECINA

Consideraciones generales

Desde el punto de vista técnico, las precauciones tomadas en los ferrocarriles electrificados para proteger al personal y a las instalaciones, pueden diferir en función de diversas particularidades, principalmente de las siguientes:

- valor de la resistividad del suelo;
- equipo eléctrico de la línea ("circuitos de vía"), exigido por las instalaciones ferroviarias de seguridad, que puede oponerse a la conexión sistemática al carril de las estructuras metálicas próximas a la vía;
- en el caso de electrificaciones de corriente alterna, la presencia o la ausencia de transformadores reguladores modifica en cierta medida las características de los dispositivos de protección que se han de utilizar;
- el grado de aislamiento de las líneas de contacto, que puede también influir en la naturaleza de esos dispositivos, sobre todo en el caso de líneas electrificadas con una tensión relativamente baja, como las líneas de corriente continua de 1500 voltios;
- el método que se ha de recomendar para conectar al carril una estructura metálica en caso de sobretensión, sin conexión permanente (mediante, por ejemplo, un descargador).

Líneas electrificadas de corriente alterna

Cuando no existan instalaciones de seguridad que impidan conectar al carril las estructuras metálicas próximas a la vía, se recomienda conectar sistemáticamente al carril esas estructuras, por ejemplo, las que se encuentren a menos de determinada distancia de la vía.

De ser imposible conectar esas estructuras al carril, se recomienda ponerlas a tierra mediante un electrodo de resistencia suficientemente baja.

Líneas electrificadas de corriente continua

Las medidas de protección deben también, en su caso, tener en cuenta la necesidad de evitar los riesgos de corrosión electrolítica. Esas medidas

Protección contra las perturbaciones

pueden consistir en conectar al carril únicamente las estructuras metálicas suficientemente aisladas del suelo, en conectarlas al carril por medio de descargadores, o, por último, en no conectar al carril ni poner a tierra las estructuras metálicas que soporten líneas de contacto suficientemente aisladas y para una tensión de servicio lo bastante baja.

Cables de telecomunicación

En las nuevas instalaciones se recomienda que, en las proximidades de los carriles, a la entrada de las subestaciones y al atravesar puentes metálicos se tiendan cables revestidos de materia plástica, eventualmente de gran rigidez dieléctrica, a fin de evitar todo contacto entre los cables y esas estructuras.

No obstante, en el caso de cables con cubierta metálica ya existentes, la conexión de las cubiertas de cable al carril puede ser una buena solución, al menos en las grandes estaciones.

Condiciones que deben reunir las instalaciones de C.T.T. próximas a líneas electrificadas

Las principales disposiciones tomadas para su protección son las siguientes:

- desplazamiento de las instalaciones fuera de la zona de peligro
- instalación de un blindaje protector
- sustitución de los elementos metálicos por elementos aislantes, sobre todo para las vainas o cubiertas de los cables y para los armarios y cajas de repartidores.

Observación.- Las citadas recomendaciones se basan únicamente en consideraciones técnicas que hay que examinar con atención en cada caso. Queda entendido que las administraciones deberán ajustarse a la reglamentación y a la legislación en vigor en sus respectivos países.

RECOMENDACIÓN K.10 (Mar del Plata, 1968)

ASIMETRÍA DE LAS INSTALACIONES DE TELECOMUNICACIÓN

Para mantener una simetría satisfactoria de las instalaciones de telecomunicación y de las líneas a ellas conectadas, se recomienda que los valores mínimos admisibles, en lo que concierne a la simetría, sean de 40 dB (de 300 a 600 Hz) y de 46 dB (de 600 a 3400 Hz). Esta recomendación de carácter general no excluye en modo alguno la posibilidad de indicar, en otras Recomendaciones del C.C.I.T.T.,¹⁾ valores mínimos más elevados apropiados y para necesidades particulares.

1) Véanse en particular la Rec. Q.45 y la continuación del estudio por el C.C.I.T.T., en 1968-1972, de su Cuestión 13/V.

ADVERTENCIA IMPORTANTE

1. El asterisco * junto al número de una Cuestión significa que la Cuestión es urgente y que su estudio debe quedar terminado antes de la V Asamblea Plenaria.

2. Creada la Comisión especial D por la Asamblea Plenaria, todas las cuestiones relativas a la modulación por impulsos codificados (MIC) han sido confiadas por de pronto a esta Comisión.

El Relator principal de la Comisión especial D se pondrá de acuerdo con los otros Relatores principales para establecer el enlace con las demás Comisiones de estudio interesadas a medida que vayan avanzando los trabajos.

3. La indicación de las diversas Comisiones a las que interesa una Cuestión, en los casos en que no se ha constituido un grupo mixto para el estudio de esa Cuestión, tiene por objeto señalar esta circunstancia a los miembros de la Comisión encargada del estudio, a fin de que aseguren en el marco de las administraciones nacionales la necesaria coordinación, de acuerdo con una decisión de la IV Asamblea Plenaria.

CUESTIONES RELATIVAS A LA PROTECCIÓN CONTRA LOS RIESGOS Y
LAS PERTURBACIONES ELECTROMAGNÉTICAS CONFIADAS
A LA COMISIÓN DE ESTUDIO V EN 1968-1972

CUESTIÓN 1/V - Órganos de protección

(Continuación de la Cuestión 1/V, 1964 - 1968, para estudio en el periodo 1968-1972 por el Grupo mixto PAR de las Comisiones de estudio V y VI y de la C.I.G.R.E.) - (texto modificado)

a) ¿Procede modificar los principios de protección aplicados hasta ahora?

b) ¿Qué características deben poseer los órganos de protección y qué métodos conviene utilizar para medir esas características?

c) Protección de componentes de capacidad térmica reducida (por ejemplo, componentes que comprendan semiconductores).

(Véase el Capítulo XIX de las Instrucciones)

Observación.- Al estudiar esta Cuestión, se tendrá en cuenta lo siguiente:

1. Convendría examinar la posibilidad de simplificar los esquemas de protección eliminando algunos de sus elementos, y de determinar, en particular, las condiciones en que conviene utilizar:

- Un esquema de protección que comprenda tres elementos (fusible, pararrayos y bobina térmica);
- Un esquema de protección que comprenda dos elementos (fusible, y pararrayos);
- Un esquema de protección que comprenda un solo elemento (pararrayos).

También sería interesante examinar las condiciones de funcionamiento de los diversos elementos de un esquema de protección cuando sirven para equipar un circuito que llega a la central por medio de un cable y considerar distintos casos según la longitud del cable.

2. Conviene combinar el estudio de los pararrayos (descargadores) utilizados en condiciones ordinarias con el de los fusibles que comprenda el esquema de protección utilizado. Procede considerar también el uso

Comisión de estudio V - Cuestiones

de pararrayos que puedan descargar corrientes más importantes que ciertos modelos actuales, por ejemplo, de varias decenas de amperios durante uno o varios segundos.

3. Sería muy conveniente disponer de pararrayos con una gran regularidad y estabilidad de funcionamiento.

4. Los puntos que figuran a continuación deben considerarse como condiciones fundamentales que deberán reunir los pararrayos en lo que atañe a las sobretensiones en la frecuencia de la red:

4.1 Tensión de formación del arco lo más constante posible, incluso después de varias descargas sucesivas.

4.2 El paso del régimen de efluio al régimen de arco debe producirlo una corriente lo más baja posible y bien inferior a un amperio. El régimen de arco, una vez establecido, debe ser muy estable sin que produzca jamás el paso espontáneo del régimen de arco al de efluio.

4.3 La tensión de arco será lo más baja posible para reducir, por un lado, la tensión residual y, por otro, la energía disipada en el interior del pararrayos.

4.4 El pararrayos debe ser capaz de descargar corrientes importantes (varias decenas de amperios) durante periodos del orden de un segundo. Esta operación debe poder repetirse varias veces a intervalos muy breves sin que se modifiquen las características del pararrayos.

4.5 Si en circunstancias excepcionales se rebasaran los valores indicados (en intensidad o en tiempo), el pararrayos quedará fuera de servicio por cortocircuito definitivo de los electrodos. Hay que evitar a toda costa que se destruya el pararrayos, por ejemplo, por ruptura de la cubierta que deje los electrodos aislados, o por ruptura de una conexión interna, pues en tal caso el circuito deja de estar protegido y no se da alarma alguna.

5. Convendría observar la relación entre el régimen de funcionamiento (efluio o descarga de arco) y el calentamiento del pararrayos en condiciones de servicio (con o sin fusible).

6. La creciente utilización de elementos semiconductores en los equipos de telecomunicación, especialmente en las centrales electrónicas, hace que estos equipos sean cada vez más sensibles a las averías. Por otra parte, se tiende a la miniaturización de los componentes, incluidos los de protección. Estas dos consideraciones contradictorias plantean problemas especiales.

Comisión de estudio V - Cuestiones

7. Debe estudiarse la utilización de pararrayos de tres electrodos.
8. Diversas contribuciones anteriores son de interés para el estudio de esta Cuestión:
 - C.C.I.F. - 1955/1956 - Documento N.º 11 (República Federal de Alemania)
 - C.C.I.T.T. - 1957/1960 - Comisión de estudio V - Contribución N.º 4 (Italia)
 - C.C.I.T.T. - 1957/1960 - Comisión de estudio V - Contribución N.º 15 (Reino Unido)
 - C.C.I.T.T. - 1961/1964 - Comisión de estudio V - Contribución N.º 52 (Suecia)
 - C.C.I.T.T. - 1961/1964 - Comisión de estudio V - Contribución N.º 13 (U.R.S.S.).

9. Algunos constructores de dispositivos de protección contra las sobretensiones quizá encuentren conveniente tener en cuenta al mismo tiempo las necesidades de las líneas de telecomunicación y las de las líneas de energía eléctrica, de forma que en ciertos casos haya pararrayos que valgan para ambas aplicaciones. Conviene fijar, por tanto, en el marco de la presente Cuestión las especificaciones de los dispositivos de protección contra las sobretensiones. Los trabajos debiera efectuarlos el Grupo mixto PAR de las Comisiones de estudio V y VI y de la C.I.G.R.E.

CUESTIÓN 2/V - Dispositivos para reducir la tensión de los hilos con relación al suelo

(Continuación de la Cuestión 2/V, 1964 - 1968)

(Cuestión documental)

Estudio de los dispositivos, distintos de los pararrayos y tubos de descarga, que pueden insertarse en las líneas telefónicas expuestas a una fuerte inducción, con objeto de reducir las tensiones de los hilos con relación al suelo.

Observación.- En caso de emplearse transformadores neutralizadores o reductores, conviene estudiar los dos puntos siguientes:

- a) ¿Cómo determinar la ubicación óptima del dispositivo cuando se trata de compensar tensiones inducidas en una línea de telecomunicación en caso de cortocircuito en una línea de energía?

Comisión de estudio V - Cuestiones

- b) Límites de empleo de este dispositivo en tales casos.

CUESTIÓN 3/V*- Tensión inducida admisible en los circuitos de telecomunicación protegidos por dispositivos especiales

(Continuación de la Cuestión 3/V, parte b), 1964 - 1968) - (Nuevo texto)

Cuando en una línea aérea de telecomunicación no se pueda evitar la inducción de fuerzas electromotrices elevadas ¿cómo se puede definir el método de protección que consiste en insertar pararrayos o tubos de descarga a lo largo de la línea, en puntos debidamente elegidos? ¿Qué condiciones deben cumplirse (número, ubicación, etc.) para que no se produzcan dificultades, sobre todo en la transmisión?

Observación 1.- Aunque una línea pueda ser protegida de peligros por la instalación de pararrayos en cantidad tal que no provoque dificultades de transmisión, no se suprimirán por ello las dificultades de transmisión inherentes a los efectos de inducción que originan el riesgo, por ejemplo, un nivel elevado de ruido inducido.

Observación 2.- Al estudiar esta Cuestión, se tendrán en cuenta las diversas condiciones de utilización indicadas en el Capítulo XIX de las Instrucciones.

Observación 3.- En el estudio de esta Cuestión se tendrán en cuenta los documentos:

- C.C.I.T.T. - 1961-1964 - COM V - Contribución N.º 13 (U.R.S.S.)
- C.C.I.T.T. 1964-1968 - COM V - Contribución N.º 30 (Francia).

CUESTIÓN 4/V - Riesgos para los cables debidos a un gradiente de potencial elevado

(Continuación de la Cuestión 4/V, 1964 - 1968)

Riesgos a que están expuestas las personas, el equipo y el aislamiento de una línea de telecomunicación de hilo aéreo o de cable, cuando:

1. En la ubicación de una estación o subestación de alimentación eléctrica en la que termine o de la que esté próxima esta línea, se produce en el suelo un potencial elevado con relación a una toma de tierra alejada;

Comisión de estudio V - Cuestiones

2. Se produce en el suelo un potencial o un gradiente de potencial elevado (por ejemplo, debido a un cortocircuito con tierra, eventualmente a través de un soporte metálico fijado en el suelo, del hilo de contacto de una línea de tracción eléctrica o de una fase de una línea de transporte de energía) en las inmediaciones del trayecto seguido por la línea de telecomunicación.

¿Qué esquemas y órganos de protección deben emplearse contra esos peligros? Métodos de cálculo.

Observación 1.- Hay que estudiar, especialmente, los casos siguientes:

- a) Línea de cable que dé servicio a los aparatos telefónicos de una central o subestación de una red eléctrica cuyo neutro esté conectado directamente a tierra;
- b) Línea de cable que dé servicio a los aparatos telefónicos de una central o subestación de una red eléctrica cuyo neutro esté conectado a tierra por conducto de una bobina de extinción;
- c) Línea de hilo aéreo que dé servicio a los aparatos telefónicos de una central o subestación eléctrica, conectada a ellos por una sección de cable;
- d) Línea aérea que dé servicio directamente (sin sección de cable intermedia) a los aparatos telefónicos de una central o subestación;
- e) Líneas próximas, bien de tomas de tierra de torres de una línea eléctrica de una red cuyo neutro esté conectado directamente a tierra, bien de conductores enterrados que unan entre sí todas las torres de dicha línea;
- f) Casos en que, a consecuencia de la avería de un cable eléctrico, un cable telefónico próximo entre en contacto con él, o se establezca un arco eléctrico entre ambos cables.

Observación 2.- En el estudio de esta Cuestión, se tendrá en cuenta la presencia de los órganos de protección empleados normalmente para proteger los sistemas de telecomunicación contra las sobretensiones originadas por los rayos.

Observación 3.- Debe continuarse el estudio teniendo en cuenta la utilidad de las conexiones al carril.

Comisión de estudio V - Cuestiones

CUESTIÓN 5/V* - Protección de los cables de telecomunicación contra la inducción

(Continuación de la Cuestión 5/V, 1964 - 1968)

(Cuestión documental)

¿Cómo pueden modificarse o completarse las fórmulas de las instrucciones para calcular la fuerza electromotriz

- inducida en un cable de telecomunicación con cubierta metálica por una línea eléctrica próxima;
- inducida en una línea de telecomunicación por un cable eléctrico próximo con cubierta metálica?

Convendría estudiar los casos siguientes:

- a) La resistencia entre la cubierta metálica del cable de telecomunicación y la tierra está distribuida de manera uniforme;
- b) La cubierta del cable está aislada y tiene conexiones de puesta a tierra de resistencia finita, escalonadas a lo largo del cable;
- c) Dos o más cables de telecomunicación con cubiertas aisladas están dispuestos uno junto a otro y tienen un sistema de puesta a tierra común;
- d) La cubierta metálica del cable de telecomunicación está completamente aislada del suelo, en toda su longitud, por una vaina aislante. (Están incluidos los cables de cubierta metálica eléctricamente continua y los que tienen una cubierta cuya continuidad eléctrica está interrumpida por juntas aislantes.)

Observación 1.- Convendrá considerar particularmente el caso en que se desee que la cubierta del cable tenga un factor reductor favorable, en que dicha cubierta tenga una gran conductividad pero deba aislarse del suelo (por ejemplo, si es de aluminio), y aquel en que sea necesario conectar esa cubierta a tomas de tierra de resistencia relativamente reducida.

Observación 2.- En algunos casos, la forma en que esté tendido el cable obligará quizá a tener en cuenta el efecto de la capacidad distribuida entre la cubierta metálica y la tierra, especialmente en las frecuencias armónicas de la frecuencia de la red.

Comisión de estudio V - Cuestiones

Observación 3.- En la actualidad, se da una solución teórica a este problema en las Instrucciones (Capítulo XII). Se debería estudiar, en primer lugar, si esta solución es bastante completa. Sería conveniente hacer pruebas para comprobar si los resultados confirman la teoría o, por el contrario, obligan a completarla. Por último, procederá examinar si se pueden deducir de estos estudios cierto número de reglas prácticas que puedan conducir a modificaciones o a complementos de las Instrucciones.

Observación 4.- Al estudiar esta Cuestión han de tenerse en cuenta los documentos siguientes:

- C.C.I.T.T.- 1961-1964 - Contribución COM V - N.º 15 (S.A.T. - Sr. Collet), relativa a la parte b) de la Cuestión 22/V.
- C.C.I.T.T.- 1961-1964 - Contribución COM V - N.º 26 (Chile Telephone Company), relativa a la parte d) de la Cuestión 22/V.
- C.C.I.T.T.- 1961-1964 - Contribución COM V - N.º 81, respuesta dada a las Cuestiones 22 y 23 por Câbleries de Brougg (Suiza).
- C.C.I.T.T.- 1964-1968 - Contribución COM V - N.º 8 (Sr. H. Pech), relativa a la Cuestión 5/V.
- Câbles et transmissions, Vol. 16 N.º I - 1962: Protection des câbles de télécommunication contre l'induction.
- Woodbridge, A.W. y Klewe, H.R.J.: Inductive interference and its measurement on electrified railways; The Institute of Railways Signal Engineers, Proceedings, 1962, págs. 23-65.

QUESTIÓN 6/V* - Tensiones admisibles entre cubiertas de cables y conductores habida cuenta del empleo de aislantes de materia plástica (modificación eventual de las Instrucciones)

(Continuación de la Cuestión 6/V, 1964-1968)

La utilización de aislantes de materia plástica permite la construcción económica de cables de telecomunicación de elevada rigidez dieléctrica entre conductores y, eventualmente, entre los conductores y la cubierta metálica.

¿Qué modificaciones convendría introducir en las Instrucciones, edición de 1963, para tener en cuenta la puesta en servicio de este tipo de cables?

En vista de las tensiones más elevadas que pueden admitirse cuando se usan cables aislados por materias plásticas, conviene también estudiar los problemas relativos a la seguridad del personal.

Comisión de estudio V - Cuestiones

Bibliografía

NICKOLAS, A.C.: Assessment of probability of personal danger. Australian Telecommunication, Monografía N.º 3, noviembre de 1964.

TODD, B.C.: Probabilities of personal danger.

C.C.I.T.T., 1964-1968: Contribución COM V - N.º 32 (Reino Unido). Méthodes pour la réalisation de joints à forte rigidité diélectrique

CUESTIÓN 7/V* - Problemas que plantea la puesta a tierra de los cables con revestimiento de materia plástica

(Continuación de la Cuestión 7/V, 1964-1968)

¿Qué problemas de puesta a tierra plantea el empleo de cables con cubierta de materia plástica, o de plomo con revestimiento de plástico (por ejemplo, si los cables con cubierta de plomo contribuyen a la puesta a tierra de una central telefónica), y qué recomendaciones conviene formular en lo que respecta a estos problemas?

CUESTIÓN 8/V - Estadísticas de averías en las líneas de gran seguridad de servicio

(Continuación de la Cuestión 8/V, 1964-1968)

Estudio estadístico de las averías que afectan a las líneas de gran seguridad de servicio, y estudio de las repercusiones en las líneas o instalaciones de telecomunicación.

Naturaleza y gravedad de estas repercusiones.

Observación 1.- Para establecer dichas estadísticas será necesaria una estrecha colaboración entre las administraciones telefónicas y las sociedades de transporte de energía, especialmente en lo que concierne al registro simultáneo de los defectos que se manifiesten en las instalaciones respectivas.

Observación 2.- Será interesante comparar las estadísticas relativas a las líneas de gran seguridad de servicio con las correspondientes a las líneas ordinarias.

Observación 3.- Este estudio permitirá averiguar si es oportuno modificar o completar la actual definición de las líneas de gran seguridad de servicio.

Comisión de estudio V - Cuestiones

CUESTIÓN 9/V - Utilización de canalizaciones y de soportes comunes para líneas de telecomunicación y líneas eléctricas

(Continuación de la Cuestión 9/V, 1964-1968)

a) Coexistencia de líneas de telecomunicación de hilo aéreo o de cable en los mismos soportes que las líneas de energía eléctrica.

b) 1.- Coexistencia de líneas de telecomunicación y de energía eléctrica en la misma zanja, en la misma canalización o en el mismo cable. ¿Es económico y prudente utilizar al propio tiempo esas canalizaciones para los servicios de agua o de gas?

2.- Uso conjunto de los mismos electrodos de puesta a tierra.

Observación 1.- Los estudios que se realicen a propósito de esta parte de la Cuestión deberán tener por objeto:

- determinar los casos en que la coexistencia sea inadmisible;
- preparar recomendaciones para los casos en que la coexistencia sea admisible.

c) Base de los cálculos necesarios para tener en cuenta los efectos perjudiciales de la inducción electromagnética y de la influencia eléctrica en los dos casos enunciados anteriormente.

Observación.- Véase la Recomendación K.5.

CUESTIÓN 10/V* - Transformadores-reguladores

(Continuación de la Cuestión 10/V, 1964-1968)

Perturbaciones ocasionadas a las líneas de telecomunicación por los ferrocarriles equipados de transformadores-reguladores. En el Capítulo XVIII de las Instrucciones se exponen los principios fundamentales; sin embargo, merecen también estudiarse las siguientes cuestiones, que presentan un interés particular:

a) Órdenes de magnitud y formas de onda de las corrientes encontradas en las diferentes partes de un sistema de tracción, en condiciones de sobrecarga y de cortocircuito;

b) Efectos de la distribución desigual de la corriente en los hilos de contacto.

Observación.- La distribución desigual de la corriente puede deberse:

Comisión de estudio V - Cuestiones

- 1) A la presencia de más de un tren en una misma sección de alimentación;
 - 2) A la utilización de transformadores-reguladores de distintas dimensiones, o separados por intervalos desiguales.
- c) Convenciones que podrían recomendarse para el cálculo de las tensiones peligrosas o perturbadoras ocasionadas por la presencia de varios trenes en una misma sección de alimentación.

CUESTIÓN 11/V - Dispositivos para reducir los ruidos

(Continuación de la Cuestión 11/V, 1964-1968)

Estudio de dispositivos que permitan, en casos especiales, reducir la importancia de los ruidos percibidos en los extremos de una línea telefónica expuesta a la inducción magnética o a la influencia eléctrica.

Observación 1.- Para que se pueda sacar provecho de la documentación facilitada en relación con estos dispositivos, es necesario que su descripción vaya acompañada de los datos siguientes:

- Naturaleza de la corriente de señalización;
- Esquemas del enlace completo en el que está instalado el dispositivo, representándose este enlace en la posición de conversación y en las distintas posiciones de señalización y conmutación;
- Indicación de la naturaleza, características y ubicación de los elementos causantes de la asimetría que favorece la aparición de los ruidos;
- Principio, modo de utilización y ubicación del dispositivo;
- Facilidad de instalación y limitaciones de empleo del dispositivo, reducción del ruido obtenida, etc.

Observación 2.- Véanse las páginas 15 y 16 del Capítulo I, de las Instrucciones, edición de 1963, relativas a las prescripciones para la construcción de líneas equilibradas.

CUESTIÓN 12/V - Coeficientes de sensibilidad

(Continuación de la Cuestión 12/V, 1964-1968)

- a) Estudio estadístico de los valores de los coeficientes de sensibilidad relativos a la inducción magnética, y de los coeficientes de sensibilidad relativos a la influencia eléctrica (tal y como se definen en el

Comisión de estudio V - Cuestiones

Capítulo XVI de las Instrucciones, 1963, para cortas secciones de circuitos telefónicos).

b) Posibilidad de definir, en el caso de los cables, coeficientes de sensibilidad en función de la distancia y, eventualmente, de otros factores tales como el exponente de propagación.

Observación.- Para medir los coeficientes de sensibilidad e interpretar los correspondientes resultados de medida, procede tomar en consideración las recomendaciones detalladas que figuran en el Capítulo XVI de las Instrucciones, edición de 1963.

CUESTIÓN 13/V - Asimetría de las instalaciones telefónicas

(Continuación de la Cuestión 13/V, 1964-1968)

¿Qué límites podrían asignarse al grado de disimetría:

- a) De las instalaciones de abonado, y
- b) De las instalaciones de centrales telefónicas cuando están en posición de conversación?

Observación 1.- Para poder responder a esta Cuestión, es necesario en primer lugar recoger datos, merced a medidas efectuadas según el método descrito en el Capítulo XVI de las Instrucciones, edición de 1963.

Observación 2.- Eventualmente, puede ser interesante que los resultados de medida, en particular de las que hayan arrojado valores anormales, vayan acompañados de la explicación de las causas de esos resultados.

Observación 3.- Para una central determinada, es necesario efectuar por separado mediciones de asimetría relativas a los distintos tipos de comunicaciones que pueda encaminar, en especial:

- Comunicaciones entre abonados de la red local servida por la central;
- Distintos casos de comunicación entre esa central y aquellas otras en las que ejerza el control automático de ciertas maniobras mediante el empleo de un sistema de conmutación determinado.

Observación 4.- Según la Recomendación K.10, el valor mínimo de la asimetría de las instalaciones de una central no debe ser inferior a 46 dB; frecuentemente se obtienen en la práctica valores superiores a este límite.

La Comisión de estudio V ha señalado que el valor de 46 dB sólo debería utilizarse para los cálculos. Este valor podría servir para determinar

Comisión de estudio V - Cuestiones

la tensión transversal del ruido en el extremo de una línea simétrica, cuando ésta se halle conectada a una instalación telefónica con una asimetría de 46 dB, cuya tensión longitudinal se haya calculado o sea conocida.

Este límite deberá quizás someterse a la aprobación de otras Comisiones de estudio del C.C.I.T.T.; en consecuencia, se propone como valor aplicable a la totalidad de la banda de frecuencias audibles y, en general, a las instalaciones de abonado y de centrales. Se propone que este límite se aplique a las mediciones hechas en el extremo de la línea, cuando ésta esté cerrada por una resistencia pura de 600 ohmios.

Observación 5.- Véase en Automatic Electric Technical Journal, Vol. 9 N.º 1, de enero de 1964, el artículo de J.C. Mau titulado "Comparación de las técnicas de medida de la simetría longitudinal".

Observación 6.- Véase la Recomendación Q.45, en la que se señala que se emplean comúnmente al menos dos métodos de medida:

a) El indicado en el Capítulo XVI de las Instrucciones (sección 2, figura 13 de la Recomendación Q.45);

b) El indicado en la figura 14 de la Recomendación Q.45.

Estos métodos se diferencian por la ausencia o presencia de una tierra en el punto medio de la impedancia terminal; pueden dar resultados muy distintos según la naturaleza del desequilibrio y hay que aplicar ambos; no obstante, en 1968 el C.C.I.T.T. ha recomendado que se especifique un solo juego de límites, que habrán de respetarse cualquiera que sea el método utilizado.

En la Recomendación Q.45 se señala además que ciertas administraciones, guiadas por su conocimiento de las condiciones locales, pueden estimar útil especificar un valor para una frecuencia inferior, por ejemplo 50 Hz.

CUESTIÓN 14/V* - Necesidad de blindar los cables de materia plástica

(Continuación de la Cuestión 14/V, 1964-1968) (nuevo texto)

La cubierta metálica empleada corrientemente para proteger el alma de un cable contra la humedad asegura también un blindaje eléctrico y, hasta cierto punto, un blindaje magnético. Cada día se generaliza más el empleo de cubiertas exclusivamente de materia plástica que no poseen intrínsecamente esas características, y otras cubiertas con una cinta metálica de estanqueidad cuyo efecto de blindaje es muy limitado. ¿En qué circunstancias es, pues, necesario añadir otro blindaje o prever otros medios para limitar las tensiones longitudinales, el ruido o las ondas transitorias?

Comisión de estudio V - Cuestiones

Observación 1.- El creciente empleo de equipos de telecomunicación miniaturizados de escasa capacidad térmica (como los circuitos integrados) hace más importante la influencia de las ondas transitorias provocadas por conmutación en una red de energía o por la descarga de un rayo.

Observación 2.- Para preservar sus propiedades magnéticas, la cinta metálica de estanqueidad debe prolongarse hasta las juntas mediante conexiones de muy baja resistencia.

CUESTIÓN 15/V - Reducción de las armónicas en casos especiales

(Continuación de la Cuestión 15/V, 1964-1968)

Medidas que pueden reducir la importancia de las armónicas de las líneas de transporte o de suministro de energía eléctrica de corriente alterna en ciertos casos especiales (por ejemplo, líneas con una carga importante de rectificadores de instalaciones industriales o de tracción o para la alimentación de estaciones transformadoras de corriente alterna en corriente continua y las de las líneas de tracción de corriente alterna.

Observación.- Véanse las páginas 32 a 35 del Tomo IX del Libro Azul.

CUESTIÓN 17/V - Líneas de transporte de energía de muy alta tensión de corriente continua.

(Continuación de la Cuestión 17/V, 1964-1968)

Condiciones de coexistencia de las líneas de transporte de energía de muy alta tensión de corriente continua y de las líneas telefónicas próximas.

Observación 1.- Convendría estudiar:

1. La naturaleza de las ondas transitorias que se producirían en la línea de alta tensión en condiciones normales de explotación en el momento de aplicar la tensión, y en condiciones anormales: ruptura de hilo, puesta a tierra accidental, etc.

2. El efecto de estas ondas transitorias en las líneas de telecomunicación próximas.

3. La conveniencia de fijar un valor de cresta límite para la fuerza electromotriz longitudinal desarrollada en caso de variación brusca de la tensión, en condiciones anormales. De estimarse conveniente este estudio se podría considerar si el límite de 1000 voltios, adoptado para este valor en el caso de las líneas de tracción de corriente continua, puede aplicarse también al caso presente.

Comisión de estudio V - Cuestiones

4. El ruido que puede causar en las líneas de telecomunicación las ondulaciones de la corriente.

5. El aumento de las armónicas en las líneas que alimentan la subestación transformadora de corriente continua en corriente alterna, o en las líneas alimentadas por esta subestación.

En el caso de líneas de transporte de energía de corriente continua por cable submarino, se subraya que el efecto principal que hay que temer parece ser el proveniente de las líneas aéreas que prolonguen el cable submarino hasta las subestaciones de suministro de energía.

Sería útil determinar el método que puede recomendarse para calcular las perturbaciones y los riesgos a que pueden hallarse expuestos los circuitos de telecomunicación a causa de las líneas industriales de corriente continua de alta tensión.

Además, convendría estudiar los métodos más adecuados para reducir las ondulaciones de la corriente continua en estas líneas industriales.

6. Puede ser interesante conocer la gama y amplitud de las armónicas transmitidas por las líneas de energía de corriente continua o alterna.

Observación 2.- En el estudio de esta Cuestión, se tendrán particularmente en cuenta los documentos siguientes:

- C.C.I.F.- 1955-1956 - Comisión de estudio I - Documento N.º 14 (Reino Unido).
- C.C.I.F.- 1955-1956 - Comisión de estudio I - Documento N.º 20 (U.R.S.S.).
- C.C.I.T.T.- 1957-1960 - Contribución COM V - N.ºs 9 y 11 (U.R.S.S.).
- C.C.I.T.T.- 1961-1964 - Contribución COM V - N.º 31 (Reino Unido).
- C.I.G.R.E.- Informe N.º 331 (reunión de mayo de 1962).
- I.E.E.E.- International Convention Record, 1965; Parte 9.
 - Power Corrosion (L.E. Fioretto);
 - Induction (F.M. Stumpf).

CUESTIÓN 19/V - Influencia de las emisiones radioeléctricas en los circuitos de telecomunicación

(Continuación de las Cuestiones 19/V y 20/V, 1964-1968) - (nuevo texto)

Estudio de la influencia de las emisiones de las estaciones radioeléctricas en los circuitos de telecomunicación por líneas aéreas de hilo desnudo y cables aéreos o subterráneos.

Se estudiarán en particular los puntos siguientes:

Comisión de estudio V - Cuestiones

a) ¿En qué condiciones (separación entre la estación radioeléctrica y la línea de telecomunicación, esquema de transposiciones, coeficiente de sensibilidad del circuito, etc.) pueden producirse ruidos en los canales de corrientes portadoras?

b) ¿Cómo puede calcularse el valor del ruido producido en un circuito de telecomunicación por una estación radioeléctrica?

c) ¿Qué métodos pueden recomendarse para reducir estos ruidos:

1. En las líneas existentes,

2. En las nuevas líneas proyectadas?

(Se señalan las prescripciones de las Instrucciones relativas a la construcción de nuevas líneas. Pueden proponerse prescripciones adicionales.)

d) Precauciones que deben tomarse para evitar otras perturbaciones, por ejemplo, las debidas a las características de elementos no lineales.

e) Precauciones que deben tomarse para evitar los riesgos debidos a fuerzas electromotrices inducidas elevadas (sobre todo en el caso de líneas que pasen cerca de estaciones radioeléctricas potentes o que den servicio a tales estaciones).

Observación.- Al término del periodo 1964-1968, la Comisión de estudio V llegó a la conclusión de que las perturbaciones de origen radioeléctrico no son demasiado molestas para las telecomunicaciones por cable. Para gran número de administraciones, son inexistentes o se pueden superar con facilidad. Antes de que pueda formularse una recomendación se pide de nuevo a las administraciones participantes que comuniquen a la Comisión sus dificultades y los medios utilizados para salvarlas.

CUESTIÓN 21/V - Protección de las instalaciones de telealimentación y de los repetidores transistorizados

(Continuación de la Cuestión 21/V, 1964-1968)

a) ¿Qué disposiciones deben tomarse para evitar la puesta fuera de servicio de las instalaciones de telealimentación y de los amplificadores de cables coaxiales y de pares simétricos, o las perturbaciones introducidas en su funcionamiento:

1. Por la inducción de una línea eléctrica cercana, o de una línea de tracción;

Comisión de estudio V - Cuestiones

2. Por el potencial elevado del suelo en las cercanías de tal línea;
3. Por las descargas atmosféricas (rayos)?

b) Procede estudiar particularmente el caso de los sistemas de telealimentación de los repetidores transistorizados de los cables coaxiales de pequeño diámetro.

c) ¿Cuáles son los límites superiores de la fuerza electromotriz de origen externo que, desde el punto de vista del riesgo, puede sumarse a la tensión de telealimentación en corriente continua?

Tales fuerzas electromotrices de origen externo pueden deberse a uno cualquiera de los fenómenos indicados en a). Cuando se deben a la inducción electromagnética de la corriente eléctrica o del sistema de tracción, es útil determinar los límites superiores de ruido en caso de avería y de funcionamiento normal.

¿Qué métodos especiales hay que aplicar para evitar todo riesgo al personal que se ocupe de los cables o del equipo?

d) ¿Qué medidas de protección pueden recomendarse para reducir las fuerzas electromotrices de origen externo y limitarlas a los valores definidos como resultado del estudio del punto c) de la Cuestión? Es importante que una vez accionados los dispositivos de protección, no sigan funcionando a causa únicamente de la tensión de telealimentación.

e) ¿Conviene recomendar un dispositivo que permita simular una fuerza electromotriz de origen externo y verificar los dispositivos de protección?

¿Qué tipo de dispositivo ha de recomendarse a estos efectos?

Nota de la Secretaría.- El estudio de esta Cuestión debe proseguirse conjuntamente con la Comisión de estudio XV en el PFP Grupo mixto. Las administraciones de Francia, Países Bajos, R.P. de Polonia, R.F. de Alemania, Reino Unido, Suiza y Checoslovaquia nombrarán delegados representantes de la Comisión de estudio XV. La Comisión de estudio V estará representada por delegados de los siguientes países: Dinamarca, Francia, Italia, R.P. de Polonia, R.F. de Alemania, Reino Unido, Suecia, Suiza y U.R.S.S.

Este Grupo deberá establecer los valores límite admisibles para las tensiones inducidas longitudinales y transversales, y estudiar las medidas de protección que deben adoptarse:

- cuando se rebasen dichos valores;
- en caso de una elevación del potencial del suelo en las inmediaciones de instalaciones eléctricas. (Instrucciones del C.C.I.T.T. para la protección de las líneas de telecomunicación);

Comisión de estudio V - Cuestiones

- en caso de sobretensiones debidas a los rayos.

El Grupo de expertos encargado del estudio de la inducción está compuesto por los Sres. Riedel, Küpping (R.F. de Alemania); Howard (Standard Telecommunication Laboratories, Ltd.); Rosen (Central Electricity Generating Board); Schultz (Siemens A.G.); Widl, Vogt (Standard Elektrik Lorenz) y Fielding (Reino Unido).

CUESTIÓN 22/V (Cuestión 14/VI) - Protección contra los rayos

(Continuación de la Cuestión 22/V, 1964-1968 que debe estudiar el Grupo mixto CDF de las Comisiones de estudio V y VI. Coordinará el estudio la Comisión V)

- A.
- a) Estudio de los fenómenos electromagnéticos que pueden producirse dentro o fuera de un cable, enterrado o aéreo, como consecuencia de la caída de un rayo cerca de ese cable.
 - b) Posibilidad de determinar mediante el cálculo los efectos protectores producidos por la proximidad de conductores enterrados o de conductores aéreos conectados a tierra, de árboles aislados o de grupos de árboles, de edificios provistos de pararrayos, etc.
 - c) Algunos transmisores de radiodifusión o de televisión, situados en cumbres de montañas expuestas a frecuentes tormentas, están servidos por cables subterráneos de telecomunicación con circuitos de frecuencias vocales, puestos a tierra en sus extremos, y/o por cables de pares coaxiales. En estos casos, los cables, sus conductores y los equipos a ellos conectados, pueden sufrir daños como consecuencia de la caída de rayos en la antena o en la cima de la montaña. ¿Qué medidas pueden adoptarse para preservar de los daños originados por los rayos a estos cables, a sus conductores y a los equipos a ellos asociados?
- B.
- a) Grado en que la cubierta o el alma de un cable (aéreo o enterrado) puede sufrir daños como consecuencia de la caída de rayos en las inmediaciones.
 - b) Medida en que influyen en esta sensibilidad diversas características de construcción y tendido del cable (alma del cable, cubierta, revestimientos diversos, armaduras, etc.).

Observación.- Esta Cuestión (idéntica a la Cuestión 14/VI) la estudia un Grupo de trabajo mixto CDF de las Comisiones V y VI; la parte A la propuso a la Asamblea Plenaria de 1960 la Comisión de estudio V, y la parte B la Comisión de estudio VI.

Comisión de estudio V - Cuestiones

CUESTIÓN 23/V - Problemas de interconexión en el caso de sistemas de corrientes portadoras por líneas eléctricas

(Continuación de las Cuestiones 18/V y 23/V, 1964-1968)

(Antigua Cuestión Asia N.º 12, 1964, planteada por la Comisión del Plan para Asia)

¿Qué problemas se plantean y qué normas y especificaciones hay que aplicar cuando se interconectan canales de telecomunicación de corrientes portadoras por líneas de energía con otros canales de telecomunicación pertenecientes a redes públicas o privadas?

Observación.- Como consecuencia del estudio de la Cuestión 18/V durante el periodo 1964-1968, la Comisión de estudio V. ha llegado a la conclusión de que el espectro de frecuencias de las interferencias resultantes del efecto de corona y de los malos contactos en las líneas de energía es ya bien conocido, y estima que si las frecuencias utilizadas en los circuitos de telecomunicación no rebasan 100 kHz, no hay grave peligro de interferencia, ya que en esas frecuencias los valores de intensidad de campo son muy bajos.

Bibliografía

A.I.E.E.- Committee Report: Guide to application and treatment of channels for power-line carrier, A.I.E.E. Transact. 73 (1954), Parte III-A, págs. 417-436.

FLEISCHER, H.: Zur Einstrahlung von Funksendern in Trägerfrequenzverbindungen auf Hochspannungsleitungen (Interferencias de radiodifusión en sistemas de corrientes portadoras por líneas de alta tensión); Elektr. Wirtschaft 53 (1954), págs. 159-161.

FLEISCHER, H. y GRAFF, G.: Kompensation von Störungen durch Funksender bei Trägerfrequenzverbindungen auf Hochspannungsleitungen (Compensación de las interferencias causadas por transmisores de radiodifusión en sistemas de corrientes portadoras por líneas de alta tensión); Elektr. Wirtschaft 57 (1958), págs. 141-145.

FLEISCHER, H. y GRAFF, G.: In Hochspannungsleitungen durch das Feld von Funksendern eingestrahelte Störspannung (Tensión perturbadora en líneas de alta tensión radiada por el campo electromagnético de transmisores de radiodifusión); Elektr. Wirtschaft 57 (1958), págs. 201-203.

GROSSKOPF, J.: Die Beeinflussung des trägerfrequenzen Sprechverkehrs auf Hochspannungsleitungen (Perturbación de los sistemas de corrientes portadoras por líneas de alta tensión); Fernmeldetechn. Zeitschrift 7 (1954), págs. 623-636.

Comisión de estudio V - Cuestiones

PODSZECK, H.K.: Trägerfrequenz-Nachrichtenübertragung über Hochspannungsleitungen (Comunicación por corrientes portadoras en líneas de alta tensión); Springer-Verlag (Editorial Springer), Berlín, 1962.

- Empfehlungen für die Planung und den Betrieb von TFH-Anlagen unter Berücksichtigung der Fremdeinflüsse durch Funksender. Technische Empfehlung Nr. 4 (Recomendaciones para la planificación y explotación de instalaciones de corrientes portadoras por líneas de alta tensión, teniendo en cuenta los efectos perturbadores de los transmisores de radiodifusión. Recomendación técnica N.º 4); Verlags- und Wirtschaftsgesellschaft der Elektrizitätswerke, Frankfurt/Main, 1961.

CUESTIÓN 24/V - Interconexión de los diferentes sistemas de puesta a tierra

(Continuación de la Cuestión 24/V, 1964-1968, que estudiará el Grupo mixto TER de las Comisiones de estudio IV, V, VI, XI y XV. Coordinará los trabajos la Comisión V)

Interconexión de las tomas de tierra.

Circunstancias y condiciones en que conviene conectar a una toma de tierra común:

- La batería o baterías de las centrales telefónicas;
- La tierra de los equipos de alimentación;
- La masa de los aparatos de telecomunicación;
- Los pararrayos y los dispositivos de protección de las instalaciones telefónicas.

¿Es admisible conectar a esta toma común el conductor neutro de la red eléctrica de baja tensión, la instalación de pararrayos del edificio, las cubiertas de cables de telecomunicación y de energía, y otras estructuras metálicas enterradas?

Observación.- A propuesta de la Comisión de estudio V, la IV Asamblea Plenaria ha decidido encargar a un grupo mixto especial, compuesto por miembros de las Comisiones de estudio IV, V, VI, IX y XV, de la preparación de un manual sobre las cuestiones de puesta a tierra, basado en los datos contenidos en la contribución GAS 1 - N.º 45 (COM IV - N.º 132; COM V - N.º 16), y en los resultados de los trabajos realizados en 1964-1968 por la Comisión de estudio IV en relación con la Cuestión 18/IV.

(El texto de la Contribución GAS 1 - N.º 45 se ha publicado en el Documento AP IV - N.º 41.)

La redacción del manual se confiará a varios expertos, que tomarán como base el texto del GAS 1, en el que introducirán las modificaciones

TOMO IX - Cuestión 23/V, pág. 2; Cuestión 24/V, pág. 1

Comisión de estudio V - Cuestiones

o adiciones que procedan, habida cuenta de los trabajos de las demás comisiones de estudio interesadas; esta labor podrá probablemente efectuarse en gran parte por correspondencia.

Bibliografía

C.C.I.T.T. - 1964-1968: Contribución COM V - N.º 36 (Bélgica).

CUESTIÓN 26/V - Revisión de las Instrucciones

(Continuación de la Cuestión 26/V, 1964-1968)

Puesta al día de las Instrucciones para la protección de las líneas de telecomunicación contra la acción perjudicial de las líneas eléctricas.

Observación 1.- Convendría, en particular, efectuar los estudios siguientes:

a) Recopilar las informaciones necesarias para determinar si son satisfactorios, habida cuenta de la evolución de la técnica, los valores indicados en las Instrucciones para el cálculo de las tensiones perturbadoras equivalentes y de las corrientes perturbadoras equivalentes, a falta de resultados de medida.

b) Examinar la posibilidad de tener en cuenta, en el cálculo de las corrientes de cortocircuito el hecho de que las líneas son de longitud finita y de que se manifiestan en los extremos ciertos efectos que no se han considerado (véase la Contribución COM V - N.º 80, 1961-1964, de la Administración de la U.R.S.S.).

c) Determinar la fórmula que habría de aplicarse en el caso de una línea que comprenda conductores conectados permanentemente a tierra (véanse las Instrucciones, edición de 1963, páginas 54, 61, 64 y 81).

Observación 2.- La IV Asamblea Plenaria del C.C.I.T.T. (Mar del Plata, 1968) ha aprobado en principio la reconstitución, en el marco de la Comisión de estudio V, del Grupo de redacción de las Instrucciones, encargado de estudiar las enmiendas al texto actual de esas Instrucciones y de completarlas con suplementos consistentes en una serie de "principios de aplicación" que precisen la forma en que conviene aplicarlas en casos concretos. Estos "principios de aplicación" podrían tener el carácter de fórmulas simplificadas, gráficos, nomogramas y reglas especiales de cálculo. La Comisión de estudio V espera que se dispondrá de los resultados de los estudios emprendidos por la C.I.G.R.E. y que éstos podrán servir de base a los trabajos del Grupo. Mientras tanto, se invita a las administraciones, etc., que hayan preparado principios de aplicación para su propio uso a que los comuniquen al C.C.I.T.T.

Comisión de estudio V - Cuestiones

En un principio, constituirán el Grupo de redacción expertos de los países y organizaciones siguientes: Dinamarca, Finlandia, Francia, Italia, Japón, República Federal de Alemania, Reino Unido, U.R.S.S., Suecia, C.I.G.R.E./U.N.I.P.E.D.E.

Si otros países desean formar parte de dicho Grupo y pueden contribuir a sus trabajos tomando parte activa en ellos o indicando los elementos que, a su juicio, deberían incorporarse a esos principios de aplicación, se les ruega lo comuniquen a la Secretaría del C.C.I.T.T.

Observación 3.- En sus trabajos, el Grupo de redacción de las Instrucciones debe tener en cuenta las siguientes contribuciones de la Comisión V para el periodo 1964-1968: COM V - N.ºs 22, 23, 24, 26, 28, 29, 31, 34, 35 y 38.

Cuadro recapitulativo de las Cuestiones confiadas a la
Comisión de estudio V en el periodo 1968-1972

N.º de la Cuestión	Título	Observaciones
1/V	Órganos de protección	La estudiará el Grupo mixto PAR de las C.E. V y VI y de la C.I.G.R.E.
2/V	Dispositivos para reducir la tensión de los hilos con relación al suelo	
3/V*	Tensión inducida admisible en los circuitos de telecomunicación protegidos por dispositivos especiales	
4/V	Riesgos para los cables debidos a un gradiente de potencial elevado	
5/V*	Protección de los cables de telecomunicación contra la inducción	
6/V*	Tensiones admisibles entre cubiertas de cables y conductores habida cuenta del empleo de aislantes de materia plástica (modificación eventual de las Instrucciones)	

Comisión de estudio V - Cuestiones

N.º de la Cuestión	Título	Observaciones
7/V*	Problemas que plantea la puesta a tierra de los cables con revestimiento de materia plástica	
8/V	Estadísticas de averías en las líneas de gran seguridad de servicio	
9/V	Utilización de canalizaciones y de soportes comunes para líneas de telecomunicación y líneas eléctricas	
10/V*	Transformadores reguladores	
11/V	Dispositivos para reducir los ruidos	
12/V	Coeficientes de sensibilidad	
13/V	Asimetría de las instalaciones telefónicas	
14/V*	Necesidad de blindar los cables con revestimiento de materia plástica	
15/V	Reducción de las armónicas en casos especiales	
17/V	Líneas de transporte de energía de muy alta tensión de corriente continua	
19/V	Influencia de las emisiones radioeléctricas en los circuitos de telecomunicación	
21/V	Protección de las instalaciones de telealimentación y de los repetidores transistorizados	Se estudiará en colaboración con la C.E. XV en el Grupo de trabajo mixto PFP existente

Comisión de estudio V - Cuestiones

N.º de la Cuestión	Título	Observaciones
22/V	Protección contra los rayos	(Asimismo Cuestión 14/VI). La estudiará el Grupo mixto CDF de las C.E. V y VI. Coordinará el estudio la C.E. V
23/V	Problemas de interconexión en el caso de sistemas de corrientes portadoras por líneas eléctricas	Incorporación de una bibliografía. Incluye estudios relativos a la antigua Cuestión 18 (1964-1968)
24/V	Interconexión de los diferentes sistemas de puesta a tierra	La estudiará el Grupo mixto TER de las C.E. IV, V, VI, XI y XV. Coordinará el estudio la C.E. V
26/V	Revisión de las Instrucciones	Grupo de redacción

SEGUNDA PARTE

RECOMENDACIONES (SERIE L) Y CUESTIONES RELATIVAS
A LA PROTECCIÓN DE LAS CUBIERTAS DE CABLE
Y DE LOS POSTES

RECOMENDACIONES DE LA SERIE L

RECOMENDACIÓN L.1

PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN

El C.C.I.T.T.,

Considerando:

Que la localización y reparación de las averías en los cables subterráneos pueden ocasionar gastos importantes;

Que deben evitarse con el mayor cuidado las interrupciones de servicio que pueden originar esas averías, y

Que, incluso después de hecha la reparación de la mejor manera posible, la calidad del cable y su duración normal pueden verse reducidas,

Recomienda, por unanimidad:

Que, al proceder al tendido de sus líneas de cable, las administraciones y empresas privadas de explotación se inspiren en las "Recomendaciones relativas a la protección de los cables subterráneos contra la corrosión" (Nueva Delhi, 1960, modificadas y completadas en Ginebra, 1964, y en Mar del Plata, 1968).

RECOMENDACIÓN L.2

IMPREGNACIÓN DE LOS POSTES DE MADERA

El C.C.I.T.T. llama la atención sobre el interés económico que presenta la impregnación de los postes de madera que soportan las líneas aéreas de telecomunicación.

A fin de que las administraciones de telecomunicación, en particular aquellas cuyas redes estén poco desarrolladas, tengan algunas indicaciones sobre los procedimientos de impregnación de estos postes, el C.C.I.T.T. ha publicado un folleto* que tiene en cuenta las informaciones comunicadas acerca de los procedimientos de impregnación por las administraciones o empresas privadas de explotación de telecomunicaciones de los siguientes países:

* Este folleto debe revisarse durante el periodo 1969-1972 en el marco de la Cuestión 12/VI.

Protección contra la corrosión

Australia	Hungría
Austria	India
Canadá	Italia
Checoslovaquia	Japón
Chile	Alemania (República Federal de)
Dinamarca	Reino Unido
Finlandia	Suecia
Francia	Suiza
Grecia	Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas

RECOMENDACIÓN L.3

ARMADURA DE LOS CABLES

1. Tipo de armadura

1.1 Los tipos de armadura más corrientes son:

- a) Armadura de cinta - Esta armadura consiste en una o varias cintas de acero enrolladas en espiral alrededor de la cubierta del cable, con una cierta superposición.
- b) Armadura de hilos - Esta armadura consiste en hilos de acero de sección circular, plana o trapezoidal, enrollados en espiral alrededor de la cubierta del cable. La longitud del hilo necesario es relativamente grande.

1.2 Estos dos tipos de armadura se utilizan conjuntamente con otros medios exteriores de protección (capa de yute, o de materia plástica), sea por razones de construcción o mecánicas, sea para asegurar una protección contra la corrosión.

2. Elección de la armadura

Si se decide utilizar una armadura y al elegir entre las distintas posibilidades de construcción, se tendrán en cuenta el mayor número posible de condiciones locales de tendido, como:

- a) El tendido de los cables en canalizaciones o directamente en el suelo;
- b) La situación de la zanja a lo largo de carreteras o en terreno privado;
- c) Los materiales utilizados para la cubierta del cable;
- d) La presencia de otros cables en el mismo trayecto existentes o previstos;

Protección contra la corrosión

- e) La naturaleza del suelo: rocoso, arenoso, corrosivo o no, y la presencia de microorganismos;
- f) La profundidad de la zanja que, en todo caso, debe ser de 50 cm como mínimo y, para cables importantes, de 80 cm por lo menos;
- g) El riesgo de inducción;
- h) El riesgo de ataques por roedores o insectos;
- i) La exposición a los rayos;
- j) La importancia del enlace, que puede justificar protecciones especiales. La armadura de hilos de acero aporta entonces una protección suplementaria, sobre todo en las cámaras de registro;
- k) La distancia de halado si es grande (por ejemplo, paso bajo un río) (como este caso es poco frecuente, no parece útil prever la construcción de un nuevo tipo de cable terrestre con elemento de tiro central).

3. Protección asegurada

En el caso de los cables enterrados directamente, la armadura contribuye a la seguridad de instalación y de funcionamiento. En efecto, protege a los cables contra:

- a) Los accidentes mecánicos que puedan causar las piedras, las máquinas o las herramientas excavadoras;
- b) Los roedores y los insectos;
- c) La corrosión química o electrolítica;
- d) Los efectos de las descargas atmosféricas;
- e) Los fenómenos de inducción debidos a la proximidad de líneas de transporte de energía.

4. Armadura de cinta

La armadura de cinta es preferible para la protección contra herramientas puntiagudas, piedras de aristas vivas, etc. Constituye además un blindaje magnético que protege los circuitos, lo que dista mucho de ser el caso de la armadura de hilos enrollados en torno al cable a causa de los entrehierros, que reducen considerablemente el acoplamiento magnético entre la cubierta armada y los conductores del cable.

Protección contra la corrosión

5. Armadura de hilos

La armadura de hilos da al cable una resistencia a la tracción mucho mayor. Por consiguiente, es particularmente útil cuando la longitud de halado del cable es muy grande o cuando las condiciones de utilización (hundimiento del suelo en las regiones mineras, cables a través de extensiones acuáticas o pantanosas, cables tendidos en pozos que desembocan en puntos de altura muy inferior a la del terreno circundante) ejercen sobre el cable una tracción considerable.

6. Tipo general de armadura

En los cables con cubierta metálica de plomo o de aluminio, el tipo de armadura más corriente se compone de dos cintas de acero enrolladas en espiral entre capas de papel y de yute impregnadas, con protección exterior de hilaza de yute u otro material similar. Este tipo de armadura asegura una buena protección en los cinco casos señalados en el punto 3.

En los cables con cubierta de materia plástica, puede utilizarse una armadura ligera de cintas metálicas (acero, aluminio o cobre) colocadas entre dos vainas de materia plástica (politeno o cloruro de polivinilo). Los cables así construidos están protegidos en cierta medida contra los accidentes mencionados en los párrafos a) y d) del punto 3 y, sobre todo, contra los riesgos señalados en los párrafos b) y c) de ese mismo punto.

7. Armadura para los cables importantes

Sin duda, como mejor se protegen los cables más importantes de una red de larga distancia es con una cubierta metálica estanca y con la armadura clásica antes descrita, pero el costo de esta protección es relativamente elevado.

Se puede reducir el precio de coste de los cables empleando una delgada cubierta de acero soldada, protegida contra la corrosión por productos bituminosos y por una vaina de materia plástica. Los cables están así protegidos, aunque en menor grado, contra los riesgos señalados en los párrafos a), b), c) y d) del punto 3; se puede lograr una cierta protección contra la inducción insertando elementos conductores, de cobre o de aluminio, bajo la cubierta de acero.

8. Cables halados en canalizaciones

La experiencia muestra que los cables de pares simétricos, de pares coaxiales o mixtos, desprovistos totalmente de armadura, pueden halarse por canalizaciones de hasta 300 metros, a condición de repartir el esfuerzo de tracción entre los conductores y los elementos de la cubierta. La armadura de hilos de acero utilizada en otro tiempo puede así suprimirse, salvo en ciertos casos particulares (enlaces importantes, grandes longitudes de cable, pasos bajo ríos, por ejemplo).

Protección contra la corrosión

9. Consideraciones relativas a la corrosión - cables con cubierta metálica

La armadura, tanto de cinta como de hilos, desempeña un papel importante en la protección contra la corrosión, sobre todo porque permite mantener en buen estado las vainas de materias impregnadas que recubre, evitando así a la cubierta metálica los efectos de una aireación diferencial, por ejemplo.

10. Roedores e insectos

Los daños que causan los roedores son bastante importantes en ciertas partes del mundo. Las armaduras de cinta o de hilos constituyen una protección eficaz, pero onerosa. El C.C.I.T.T. estudia el empleo eventual de un cable menos costoso con capas protectoras superpuestas (por ejemplo: politeno, aluminio delgado, acero revestido, politeno). Los insectos pueden penetrar en la capa exterior de politeno, pero encuentran entonces la capa de metal. Suponiendo que no la puedan perforar, existe un riesgo de corrosión que, sin embargo, no es grave si la capa metálica está revestida de politeno por ambas caras. Además de la protección obtenida contra roedores e insectos, este tipo de construcción proporciona una resistencia suplementaria a la tracción por un precio relativamente módico.

11. Regiones tropicales

En las regiones tropicales se prestará particular atención a los puntos 6 y 7 y al peligro que representan los microorganismos.

En general, sólo podrá prescindirse de armadura:

- cuando el cable se tienda en canalizaciones;
- cuando no sea necesario ningún blindaje magnético, o cuando se obtenga este blindaje con una capa de un metal cualquiera incluida al efecto en el revestimiento del cable;
- cuando no exista riesgo de corrosión o cuando la protección contra la corrosión esté asegurada por una capa protectora cualquiera incluida al efecto en el revestimiento del cable;
- en el caso de cables enterrados directamente, cuando el suelo sea homogéneo y no contenga ni sílex ni rocas susceptibles de dañar el cable, y siempre que no sean de temer ataques de roedores o de insectos.

Sin embargo, incluso en estos casos puede ocurrir que condiciones locales especiales justifiquen el empleo de armadura en los cables.

CUESTIONES SOBRE PROTECCIÓN DE LAS CUBIERTAS DE CABLE
CONFIADAS A LA COMISIÓN DE ESTUDIO VI EN 1968-1972

CUESTIÓN 1/VI

(Continuación de la Cuestión 1/VI, 1964-1968)

- Fabricación de cubiertas de cable de aluminio.
- Revestimientos protectores de esas cubiertas.

Observación.- Conviene considerar el estudio de los puntos siguientes, relativos a la protección de las cubiertas de aluminio contra la corrosión:

1. ¿Qué tipos de revestimiento pueden proteger adecuadamente las cubiertas de aluminio contra la corrosión?

Observación.- El estudio de esta parte de la cuestión requiere que se analicen los siguientes factores:

- Influencia de la pureza del metal y del método de fabricación de las cubiertas;
- Utilización de revestimientos para preservar igualmente la armadura cuando ésta sirve de pantalla electromagnética;
- Influencia de las corrientes inducidas cuando los cables se instalan a lo largo de vías férreas electrificadas de corriente alterna;
- Precauciones especiales que han de tomarse en los puntos de empalme y de puesta a tierra (para mantener el efecto de pantalla electromagnética).

2. ¿A qué tipo de pruebas se someten los cables fabricados para verificar el efecto de protección de los revestimientos?

3. ¿De qué forma puede establecerse una correlación entre la elección de un tipo de revestimiento y los resultados de pruebas de suelos?

4. ¿Se puede utilizar la protección catódica como medio adicional de protección cuando, por ejemplo, se considere que no puede mantenerse en perfecto estado el revestimiento protector? Cuando se aplica la protección catódica al aluminio, la diferencia de potencial entre el metal y el suelo debe mantenerse dentro de ciertos límites que están por definir. La corrosión catódica sólo se manifiesta en los puntos en que el potencial es muy negativo. Por razones análogas puede ser necesario conceder particular atención a los casos en que las cubiertas de aluminio formen parte de un

Comisión de estudio VI - Cuestiones

sistema de cubiertas de cable unido a una estructura de protección catódica a fin de evitar interacciones perjudiciales.

Anexo 1

(a la Cuestión 1/VI)

Conclusiones a que llegó la C.E. VI en 1957-1960

1. En 1957-1960, la C.E. VI se ocupó particularmente:

- del empalme de cables con cubierta de aluminio;
- del empleo de revestimientos de aluminio en cables de gran longitud tendidos a proximidad de una línea de energía eléctrica, cuando se requiere un factor reductor más favorable;
- de la protección de las cubiertas de aluminio contra la corrosión.

2. La C.E. VI desea ser informada de la experiencia adquirida en materia de protección catódica de los cables con cubierta de aluminio. Durante su reunión de junio de 1960, esta Comisión celebró ya un primer intercambio de opiniones acerca de esta cuestión. Es aún demasiado pronto para definir los valores precisos de potencial negativo que se han de aplicar. Los potenciales demasiado negativos pueden producir una fuerte corrosión. La protección catódica podría probablemente realizarse con potenciales comprendidos entre 0,8 y 1,2 ó 1,4 V. Por consiguiente, si se desea una protección catódica para el aluminio, debe procederse con la máxima prudencia.

3. Los debates han puesto de manifiesto la influencia que en la corrosión del aluminio tienen la pureza del metal y los procesos mecánicos a que se le ha sometido. Cuanto más puro sea el aluminio, menores serán las probabilidades de corrosión; en cambio, cuanto más se le haya laminado y estirado, más sujeto estará a la corrosión.

4. La infiltración de la humedad y del aire entre el cable y el revestimiento de materia plástica favorece mucho la corrosión. De ahí que sea importante la adherencia del revestimiento a la cubierta del cable. La eficacia de los revestimientos de materia plástica no es la misma para una cubierta de plomo que para una de aluminio. Un revestimiento plástico sobre plomo puede hacer innecesaria la protección catódica, en tanto que los cables con cubierta de aluminio, con este mismo revestimiento plástico, pueden exigir el empleo de una protección catódica.

Comisión de estudio VI - Cuestiones

Anexo 2

(a la Cuestión 1/VI)

Información facilitada por la República Federal de Alemania en 1968

1. Cubiertas de aluminio

Siempre que en el territorio de la Administración Federal alemana de Correos y Telecomunicaciones se utilicen cables con cubierta de aluminio, ésta se aplicará a presión, sin soldadura, cuando se trate de cubiertas lisas para cables de diámetro inferior a 50 mm, y de cubiertas onduladas para cables de diámetro superior a 50 mm. La pureza del aluminio utilizado debe ser del 99,5% como mínimo.

2. Protección contra la corrosión

2.1 La protección contra la corrosión prescrita para las cubiertas de aluminio lisas es la siguiente:

- Una capa de un material blando, sobre la que se enrollará con superposición una cinta de polisobutileno o butilo, de 0,6 mm de espesor;
- Encima, una cinta textil, previamente impregnada;
- Sobre ésta, una vaina protectora de polietileno, colocada a presión, sin soldadura.

2.2 La protección contra la corrosión de las cubiertas de aluminio onduladas es la siguiente:

- Una capa de un material blando para rellenar las ondulaciones;
- Sobre ésta, una hoja de plástico, con superposición;
- Encima, una nueva capa de materia plástica; (y otra hoja de plástico con superposición, en caso necesario);
- Por último, una vaina protectora de polietileno, colocada a presión, sin soldadura.

Para los dos modos de construcción habrán de tenerse en cuenta las observaciones siguientes:

- La cinta de polisobutileno o butilo deberá soldarse en los puntos de superposición;
- La resistencia específica de la cinta será al menos de 10^{10} gcm.

Comisión de estudio VI - Cuestiones

3. Manguitos de empalme

Para el empalme de las cubiertas de aluminio se utilizan manguitos de plomo soldados a éstas. Un nuevo fundente líquido simplifica mucho y hace más seguro el estañado de las cubiertas de aluminio con una soldadura especial, compuesta de un 90% de cinc y un 10% de estaño. El fundente líquido se aplica después de limpiar la cubierta de aluminio con un cepillo de acero, y se estaña seguidamente con un soplete empleando la soldadura especial (90% de cinc y 10% de estaño). Para la soldadura del manguito de plomo se utiliza estaño corriente.

4. Pruebas

Prueba de la cubierta de aluminio, de la protección contra la corrosión y de la vaina de polietileno.

Las pruebas reglamentarias, como las de plegado e impermeabilidad de la cubierta de metal y las pruebas térmicas del material protector contra la corrosión y de la vaina de polietileno, así como la determinación de los puntos de fusión y de reblandecimiento, se efectúan según los procedimientos acostumbrados.

Anexo 3

(a la Cuestión 1/VI)

Cables con cubierta de aluminio ensayados en el Reino Unido

(Información actualizada en 1968)

1. En mayo de 1957, se instaló el cable Inverness-Nairn (16 millas) con objeto de obtener datos experimentales sobre los cables con cubierta de aluminio; se trata de un cable de 96 pares/20 libras (0,9 mm) con aislamiento de papel, cubierta lisa constituida por una cinta de aluminio soldada al arco bajo argón y revestimiento de polietileno extruido. No hay adherencia entre la cubierta de aluminio y el polietileno; los manguitos de empalme de plomo soldados a la cubierta de aluminio, están protegidos por una hoja de polietileno recubierta de varias capas de cinta impregnada. Como existe el riesgo de que el agua penetre hasta la cubierta de aluminio, se han conectado a ésta dos ánodos de magnesio para asegurar la protección catódica. En las estaciones terminales se han previsto separaciones para aislar el cable de la red de cables bajo plomo e impedir la formación de un acoplamiento galvánico entre el plomo y el aluminio. Se han producido averías en varios puntos de empalme como consecuencia de la disminución de la adherencia entre la soldadura y la cubierta de aluminio, que ha producido un mal aislamiento eléctrico de los pares del cable. Se proyecta inyectar en el cable gas a presión para evitar tales averías en los puntos de empalme. El recubrimiento de los manguitos de plomo no ha impedido que el agua penetre hasta los manguitos, y en abril de 1967 se observó que la resistencia global cubierta/tierra había descendido a 280 ohmios. Para

Comisión de estudio VI - Cuestiones

mejorar esta resistencia de aislamiento se proyecta cerrar los empalmes con manguitos de polietileno hendidos soldados en caliente con cordones de resina apóxida. En abril de 1967, el potencial de la cubierta estaba comprendido entre -1,30 y -1,37 voltios con relación a un electrodo saturado de cobre/sulfato de cobre. No se ha señalado ningún daño debido a la corrosión.

Dimensiones (aproximadas): diámetro máximo, 34 mm; espesor del polietileno, 1,7 mm; espesor del aluminio, 1,4 mm.

2. En noviembre de 1959 se instaló el cable Droitwich-Worcester (7 millas); se trata de un cable con aislamiento de papel y cubierta de aluminio ondulada, de 216 pares/20 libras (0,9 mm), fabricado por soldadura al arco bajo argón. Lleva brea entre la cubierta de aluminio y el revestimiento de cloruro de polivinilo. La profundidad de la ondulación es de 2,4 mm. Los largos de cable están unidos por manguitos de plomo soldados, con revestimientos protectores. La resistencia de aislamiento global cubierta/tierra es actualmente de unos 10 000 ohmios. No se ha previsto protección catódica. No se ha señalado ningún daño debido a la corrosión.

Dimensiones (aproximadas): diámetro máximo, 54 mm; espesor del cloruro de polivinilo, 2,2 mm; espesor del aluminio, 2,2 mm.

3. En junio de 1960 se instaló el cable Beeston-Nottingham (4,2 millas), de 300 pares/10 libras (0,6 mm). Se trata de un cable con aislamiento de papel y una cubierta de aluminio extrapuro, 99,99%, extruido directamente sobre el alma (no ondulada) aislada con papel; esta cubierta está protegida por una vaina de polietileno extruido. No hay adherencia entre la cubierta de aluminio y la vaina de polietileno. En las estaciones terminales se han previsto espacios vacíos que impiden el contacto con las cubiertas de cables bajo plomo. Hacia fines de 1962 se instaló una protección catódica por medio de un solo ánodo de magnesio. En marzo de 1967, el potencial de la cubierta era de -1,36 voltios con relación a un electrodo saturado de cobre/sulfato de cobre. La resistencia de aislamiento cubierta/tierra era de 150 000 ohmios. No se ha registrado hasta ahora avería alguna por corrosión.

Dimensiones (aproximadas): diámetro máximo, 42 mm; espesor del polietileno, 1,5 mm; espesor del aluminio, 1,5 mm.

Estos cables experimentales continuarán en servicio; la Administración del Reino Unido seguirá facilitando información a medida que vaya obteniéndola.

Comisión de estudio VI - Cuestiones

Anexo 4

(a la Cuestión 1/VI)

Información facilitada por la Administración italiana en 1968

Se está iniciando el tendido del primer cable con cubierta de aluminio de la Administración italiana, que permitirá realizar un importante enlace de 200 km.

El cable, ya fabricado, consta de cuatro pares coaxiales 2,6/9,5 mm con cubierta lisa de aluminio (ley 99,8%, espesor 2 mm, factor reductor nominal 0,23), capa protectora anhidrosópica (mezcla de betún y caucho), revestimiento de polietileno de baja densidad y alto peso molecular (espesor 3 mm, carga de ruptura 10 N/mm², dilatación 350%, densidad 0,920 + 0,935 g/cm³, "melt flow index" 0,2 + 0,3, contenido en negro de humo 1,5 + 2,5%).

La cubierta de aluminio se ha aplicado por extrusión a 400°C. La elección de la ley y del índice de impurezas (Fe 0,15%, Cu 0,01%, Si 0,15%, Zn 0,06%, otros 0,02%) se ha basado en los factores siguientes: resistencia a la corrosión, resistencia mecánica, facilidad de extrusión y precio de coste.

Se ha preferido el revestimiento de polietileno al de cloruro de polivinilo porque el primero presenta diversas características, baja permeabilidad al vapor de agua principalmente, que ofrecen una mejor protección del aluminio contra la corrosión.

El cable no está armado y no se ha previsto protección catódica para el aluminio.

Los empalmes se efectuarán mediante manguitos de plomo, soldados al aluminio tras someter a éste a una cuidadosa desoxidación.

Debido a la alta temperatura de los pares coaxiales durante la soldadura (alrededor de 105°C) se ha previsto sustituir los discos de polietileno (14 por par coaxil) por discos de politetrafluoretileno.

CUESTIÓN 2/VI

(Continuación de la Cuestión 2/VI, 1964-1968)

Fabricación de cubiertas de cable de metales distintos del plomo y del aluminio.

Observación.- A continuación se indican las razones principales del empleo de cubiertas de chapa de acero ondulada para los cables de telecomunicación:

Comisión de estudio VI - Cuestiones

- a) Los cables de telecomunicación con cubierta de acero ondulada pueden ser, en determinadas circunstancias, más económicos que los cables de telecomunicación con cubierta de plomo.
- b) La cubierta de acero ondulada es insensible, durante un periodo prácticamente ilimitado, a las vibraciones debidas a la circulación. No se producen rupturas intercristalinas como consecuencia de la fatiga del material, como ocurre con las cubiertas de plomo.
- c) La flexibilidad de estos cables permite su halado incluso en estrechas cámaras de registro.
- d) La vaina de materia plástica lisa y no aglutinante asegura un trabajo limpio.
- e) Sólo se necesita un tipo de cable para el tendido bajo tierra, directamente o en canalizaciones.

Anexo 1

(a la Cuestión 2/VI)

Información facilitada por la República Federal de Alemania (1961-1964)

La administración de la República Federal de Alemania utiliza cables de telecomunicación con cubierta de chapa de acero ondulada.

Esta cubierta está soldada longitudinalmente y su ondulación aproximadamente sinusoidal permite lograr una mayor flexibilidad de los cables. Hasta ahora los empalmes se soldaban por recubrimiento, pero en adelante se soldarán a tope. Para evitar la corrosión electroquímica o electrolítica, la cubierta de chapa de acero ondulada se reviste de varias capas (como mínimo, dos) de una materia plástica especial, a base de brea, de bastante espesor. Estas capas están separadas por un arrollamiento termoplástico. La protección mecánica está asegurada por una materia plástica especial. Como protección suplementaria contra la corrosión, se emplea una vaina de una mezcla de cloruro de polivinilo o de polietileno. Actualmente pueden fabricarse cables con estas cubiertas de acero onduladas para almas de cable de 13 a 70 mm de diámetro.

Las especificaciones relativas a cables de telecomunicación tendidos al exterior de los edificios, entre las que figuran las de los cables con cubierta de acero ondulada, se publican en las prescripciones 0816 del V.D.E. (Verband Deutscher Elektrotechniker).

En la República Federal de Alemania se han tendido hasta ahora (1964) 10.000 km de cable con cubierta de acero ondulada, y los resultados han sido satisfactorios. Como la cubierta no está en contacto directo con la tierra, el cable es sensible en cierto grado a las descargas atmosféricas.

Comisión de estudio VI - Cuestiones

Anexo 2

(a la Cuestión 2/VI)

Información facilitada por la Administración austríaca (1961-1964)

La Administración austríaca de C.T.T. viene utilizando desde hace algún tiempo cables "Stahlwellmantelkabel" (cables con cubierta de acero ondulada) en las secciones expuestas a intensas vibraciones. En lo que respecta a la cubierta de acero y a los revestimientos protectores, hay que agregar las siguientes indicaciones:

1. Cubierta de acero ondulada

Esta cubierta está hecha de acero sin aleación, según la norma DIN 1624, y se fabrica con una costura longitudinal soldada por recubrimiento o a tope. En los cables de 20 mm de diámetro (sin cubierta), se da a la cubierta una ondulación helicoidal de 2,5 mm de profundidad. Tratándose de cables de mayor diámetro, la profundidad de la ondulación aumenta en función del diámetro según una relación aproximadamente proporcional. El espesor de la chapa de acero es de 0,3 mm para los cables de 15 a 20 mm de diámetro, sin la cubierta metálica, y de 0,5 mm para los cables más gruesos. Para aumentar las propiedades adhesivas de la superficie exterior de la cubierta se puede someter a ésta a un tratamiento adecuado.

2. Revestimientos interiores de protección contra la corrosión

Estos revestimientos consisten en una masa viscosa de composición especial ("polyment"), recubierta por uno o más arrollamiento de cintas de materia plástica.

3. Revestimiento exterior de materia plástica

Este revestimiento es de cloruro de polivinilo. Su espesor depende del diámetro del alma del cable, y varía entre 1,0 y 2,9 mm.

4. Protección contra la inducción

Para crear una protección contra la inducción (y obtener así un factor de reducción menos elevado), se puede aplicar entre el alma del cable y la cubierta de acero una capa de hilos desnudos de cobre o de aluminio, redondos o planos, recubierta en caso necesario por una de cintas de acero.

El procedimiento para el tendido de estos cables, los detalles del montaje y, en particular, la protección de los puntos de empalme, se indican en las "Instrucciones para la preparación y empalme de secciones de cable con cubierta de acero ondulada" ("Anweisung für das Vorbereiten der Kabelenden und für die Montage von Stahlwellmantelkabeln"), editadas por la Administración austríaca de C.T.T.

Comisión de estudio VI - Cuestiones

Anexo 3

(a la Cuestión 2/VI)

Información facilitada por la American Telephone and Telegraph Company
(1961-1964)

Experiencias de la Bell System con cubiertas "stalpeth"

Las cubiertas "stalpeth" que fabrica la Western Electric Company, están constituidas por una capa de aluminio ondulada, una capa soldada de acero ondulada, una capa de un compuesto termoplástico aplicado en caliente y un revestimiento exterior de polietileno.

Recomendamos el empleo de este tipo de cubierta para los cables tendidos en canalizaciones y para los cables aéreos. La experiencia nos ha permitido llegar a la conclusión de que es particularmente apropiado para estos dos usos. No se ha registrado ninguna corrosión del aluminio o del acero, salvo en los casos en que por deterioro del revestimiento exterior el agua pudo penetrar en el cable. La mayoría de los cables con aislamiento de papel del Bell System se fabrican actualmente con cubierta "stalpeth".

No recomendamos el empleo de estas cubiertas para los cables en contacto directo con la tierra, porque en la mayor parte de Estados Unidos los rayos pueden averiar el revestimiento exterior de polietileno. Los revestimientos de materia plástica que se recomiendan en este caso son los siguientes:

1. Para los cables con aislamiento de papel.- PASP (polietileno, aluminio, acero soldado, compuesto fundido y capa exterior de polietileno). Con cubiertas de este tipo, el rayo puede averiar el revestimiento exterior, pero rara vez se registran daños en la capa de polietileno que se encuentra bajo la armadura metálica.
2. Para los cables con aislamiento de polietileno.- PASP, lo mismo que para los cables con aislamiento de papel, o PAP (polietileno, aluminio y polietileno). La eficacia de estos dos tipos de cubierta es idéntica para proteger los cables contra los efectos del rayo.

Anexo 4

(a la Cuestión 2/VI)

Información facilitada por la Administración francesa en 1967

La Administración francesa de Correos y Telecomunicaciones ha preparado especificaciones de cables con cubierta de acero de un precio más ventajoso que el de los cables interurbanos clásicos con cubierta de plomo y armadura de cintas de acero con relleno de yute impregnado.

Comisión de estudio VI - Cuestiones

El alma del cable es la misma que la de los cables interurbanos bajo plomo. Sobre el alma, revestida de varias capas de papel, se aplican helicoidal o longitudinalmente una o varias cintas conductoras de aluminio o de cobre. El número y el espesor de las cintas se deja al juicio del constructor, a condición de que el valor del factor de reducción sea adecuado y comparable con el de los cables bajo plomo y armadura clásica.¹⁾

La cubierta metálica está constituida por una banda de acero curvada en forma de tubo, soldada longitudinalmente y ondulada para dar flexibilidad al cable. El espesor de la banda de acero es de:

- 0,4 mm para almas de un diámetro \leq 48 mm;
- 0,5 mm para almas de un diámetro $>$ 48 mm.

La cubierta de acero está protegida contra la corrosión por un revestimiento bituminoso que rellena las ondulaciones, una o más cintas de poliéster y una vaina de polietileno de 2 mm de espesor. Estos cables se entierran directamente en el suelo o pueden tenderse en canalizaciones de cemento o de materia plástica en las ciudades.

CUESTIÓN 3/VI

(Continuación de la Cuestión 3/VI, 1964-1968)

Empleo de materias plásticas como revestimiento protector de las cubiertas metálicas de cable:

1. Para protegerlas de la corrosión;
2. Para protegerlas de potenciales elevados, cualquiera que sea su causa.

Observación 1.- El estudio de esta Cuestión debiera tener por objeto determinar:

a) Si la protección mecánica de una vaina de materia plástica por una armadura es esencial cuando el cable así revestido está enterrado directamente en el suelo;

b) En caso contrario, si deben recomendarse mediciones periódicas del aislamiento entre la cubierta y el suelo para asegurarse del buen estado del revestimiento protector. Este procedimiento implicaría asegurar el aislamiento con relación al suelo de los manguitos de empalme, cajas de carga y de derivación, etc., que suelen estar conectados eléctricamente a la cubierta.

1) Referencia: Artículo de H. Pech, publicado en julio de 1966 en el N.º 3 de la Revue des câbles et transmissions.

Comisión de estudio VI - Cuestiones

Observación 2.- El estudio de esta Cuestión debería hacerse teniendo en cuenta los trabajos de la Comisión de estudio V a propósito de los revestimientos que, al tiempo que protegen contra la corrosión, presentan una baja resistividad que permite mantener el acoplamiento resistivo adecuado entre la cubierta metálica y tierra.

Anexo 1

(a la Cuestión 3/VI)

Resumen de la información comunicada en 1957-1960 a la Comisión de estudio VI acerca de los revestimientos protectores de materia plástica y puesta al día en 1968

La Administración de la República Federal de Alemania recuerda el empleo de materias plásticas como revestimiento protector de los cables con cubierta de acero o de aluminio. También menciona la utilización de un revestimiento constituido por una mezcla de cloruro de polivinilo colocado sobre una capa plástica de una substancia especial a base de brea en el caso de cables armados con cubierta de plomo, cuando la cubierta de plomo y/o la armadura de acero deben protegerse de componentes nocivos del suelo (por ejemplo, en terrenos pantanosos).

La Administración del Reino Unido indica que los revestimientos protectores para los cables de cubierta metálica se utilizan menos que en el pasado, debido a que la mayoría de las cubiertas de cable se hacen actualmente de materia plástica. Sin embargo, por ahora se siguen utilizando cubiertas de plomo en los cables de pares coaxiales, pero llevan un revestimiento de polietileno.

En la periferia de las redes locales se utilizan corrientemente cables de pequeño diámetro con aislamiento y cubierta de polietileno. Aproximadamente la mitad de estos cables van por canalizaciones de barro cocido mientras que los restantes están enterrados directamente. Una pequeña proporción de estos últimos llevan una armadura de hilos para reducir el riesgo de averías en caso de excavaciones u otros trabajos. Esta armadura está revestida a su vez de materia plástica para preservarla de la corrosión. Se utiliza el cloruro de polivinilo porque ofrece una mayor resistencia a la abrasión.

En el Reino Unido se ha preferido siempre el polietileno al cloruro de polivinilo, tanto para las cubiertas como para el revestimiento de los cables exteriores, excepto en casos como los indicados en el párrafo precedente en los que conviene preocuparse especialmente de la resistencia a la abrasión. A continuación se exponen las razones de esta preferencia, que son sobre todo de orden histórico.

Comisión de estudio VI - Cuestiones

Durante la guerra y en los años subsiguientes, el plomo era escaso, hasta el punto de que en 1942 y nuevamente en 1946 se redujo el espesor normal de la cubierta de plomo de los cables clásicos de papel y plomo. Más tarde, fuentes aparentemente autorizadas indicaron que los recursos mundiales de plomo tendían a disminuir y que quizá fueran insuficientes en un plazo relativamente corto. Ello dio lugar a una nueva reducción del espesor de la cubierta de plomo, y en 1947 se pusieron en servicio cables con una fina cubierta de plomo, recubierta de una protección de cintas de yute. Además, se estimó oportuno estudiar la posibilidad de emplear cubiertas enteramente de materia plástica en sustitución del plomo en los cables de conductor central con aislamiento de papel. Como es natural, se eligió el polietileno, material creado en el Reino Unido que presenta una constante de permeabilidad a la humedad muy superior a la del cloruro de polivinilo.

Como no se conocía muy bien el comportamiento del polietileno extruido, se decidió proceder con cautela y fabricar sólo un 10% de los cables con cubierta delgada de plomo con revestimiento de polietileno en lugar del revestimiento de yute. Las pruebas efectuadas con estos cables dieron excelentes resultados y la confianza así adquirida fue tal que se juzgó posible fabricar cubiertas enteramente de polietileno. Entretanto la escasez de plomo había cesado pero el empleo de cables con cubierta de plástico, con o sin barrera impermeable constituida por una cinta de aluminio de 0,15 mm, es hoy en día práctica corriente en el caso de cables de pares múltiples de frecuencias vocales.

Habida cuenta del reducido coeficiente de frotamiento del polietileno es muy fácil halar un cable bajo plomo revestido de este material. A este respecto, se comporta mejor que un cable con cubierta de cloruro de polivinilo. Hay que reconocer que el polietileno es más inflamable, pero hasta ahora no se ha registrado ninguna avería por esta causa. Las mismas observaciones se aplican naturalmente a los cables con cubierta enteramente de materia plástica.

Desde el punto de vista económico es más conveniente y cómodo utilizar un mismo material para el revestimiento protector y la cubierta y en conjunto se estima ventajoso emplear el polietileno para ambos fines.

En la Contribución COM 6 - N.º 12 de la serie 1957-1960, figura el pliego de condiciones de la administración italiana para los revestimientos termoplásticos de los cables telefónicos con cubierta de plomo.

Este pliego de condiciones es válido hasta ahora (1963). En el periodo 1958-1963, se tendieron en Italia unos 1100 km de cable de pares coaxiales con revestimiento termoplástico, que han dado buenos resultados. También se tendieron cables de pares simétricos de gran longitud provistos de igual protección, sin que se haya registrado avería alguna.

La Administración italiana ha reducido recientemente (1964) en el pliego de condiciones el espesor del revestimiento termoplástico, que

Comisión de estudio VI - Cuestiones

actualmente debe responder a la siguiente fórmula:

$$S = 1,0 + 0,032 D_p \text{ (S, espesor en mm; } D_p \text{, diámetro con la cubierta de plomo, en mm).}$$

A título de información, se agrega que actualmente se está tendiendo con arreglo al mismo pliego de condiciones un cable de pares coaxiales con revestimiento termoplástico sobre plomo de unos 1000 km de longitud. Es interesante señalar que en los ferrocarriles italianos del Estado se utilizan desde 1956, con resultado satisfactorio, grandes secciones de cable de pares simétricos con cubierta de plomo y protección termoplástica.

En general, la Administración austríaca de C.T.T. sólo prevé revestimientos protectores de materia plástica para los cables con cubierta de plomo en los casos en que los cables están expuestos a los efectos perjudiciales de:

1. Potenciales de tierra muy elevados, debidos a la puesta a tierra de instalaciones eléctricas, como consecuencia de un corto circuito;
2. Líquidos y componentes nocivos del suelo;
3. La corrosión electrolítica.

Para el revestimiento de protección se utiliza generalmente el cloruro de polivinilo, que posee características mecánicas favorables (especialmente en lo que respecta a la abrasión) y puede aplicarse rodeando estrechamente la cubierta de plomo. Se prescribe una capa intermedia de betún, recubierta con cintas de cloruro de polivinilo o de algodón embreado.

En los cables revestidos de materia plástica, es suficiente una cubierta de plomo de reducido espesor.

El espesor del revestimiento de cloruro de polivinilo debe ser suficiente para asegurar una resistencia dieléctrica de 20 kV con una corriente alterna de 50 Hz, y en ningún caso debe ser inferior a 3 mm.

Comisión de estudio VI - Cuestiones

Anexo 2
(a la Cuestión 3/VI)

Medidas adoptadas por la Administración francesa para la protección de las cubiertas metálicas contra la corrosión electroquímica o electrolítica

(Información facilitada por la Administración francesa en 1964-1968)

Naturaleza de la cubierta	Riesgo de corrosión	Tendido en canalizaciones o en galerías	Tendido directamente en tierra
Plomo	Normal (caso general)	Nada	Armadura de cinta y yute impregnado
	Riesgo particularmente elevado	Vaina de polietileno extruido de 2 mm	Idem, más vaina de polietileno de 2 mm de la longitud estrictamente necesaria
Aluminio	Normal (caso general)	Mezcla impermeabilizante + vaina de polietileno extruido de 2 mm	Mezcla impermeabilizante + vaina de polietileno de 2 mm + cintas + yute impregnado
	Riesgo particularmente elevado	Idem	Idem, más vaina de polietileno de 2 mm de la longitud estrictamente necesaria
Acero	En todos los casos	Mezcla impermeabilizante + vaina de polietileno extruido de 2 mm	

Comisión de estudio VI - Cuestiones

Anexo 3

(a la Cuestión 3/VI)

Resumen de la información facilitada por la Administración de la U.R.S.S.
en 1964-1968

Para proteger de la corrosión las cubiertas metálicas de sus cables subterráneos de telecomunicación, la Administración de la U.R.S.S. utiliza diversos tipos de revestimiento aislante cuyas características dependen de la naturaleza del metal, de las condiciones de explotación del cable y de la agresividad del medio ambiente.

En el caso de los cables con cubierta de plomo, se utiliza:

- Una protección normal constituida por capas sucesivas de papel, de betún y de yute, o
- Una protección reforzada que comprende además, por encima de la primera capa de betún, dos cintas de cloruro de polivinilo que se superponen un 20% como mínimo.

Las cubiertas de aluminio se protegen siempre mediante una capa de un producto bituminoso y una vaina de polietileno.

Cuando no es probable que el cable esté expuesto a una inducción de corriente alterna importante, se utiliza únicamente esta vaina, de un espesor comprendido entre 2 y 2,5 mm.

En caso contrario o en las regiones de gran actividad cerámica, la vaina de polietileno, cuyo espesor se reduce entonces a 1 mm aproximadamente, se cubre con capas alternadas de betún y de papel plisado, y eventualmente con cintas de cloruro de polivinilo sobre las que se dispone una armadura de cinta de acero y yute.

Si la agresividad del suelo hace temer una corrosión rápida de las cintas, se protege a su vez la armadura mediante una vaina de materia plástica de 1,5 a 2 mm de espesor.



Comisión de estudio VI - Cuestiones

Anexo 4

(a la Cuestión 3/VI)

Revestimientos utilizados en Checoslovaquia para proteger las cubiertas metálicas de los cables de telecomunicación

(Información facilitada por la Administración checoslovaca en 1964-1968)

En Checoslovaquia, la protección de las cubiertas metálicas de los cables de telecomunicación contra la corrosión se efectúa de conformidad con las recomendaciones del C.C.I.T.T. y con las elaboradas por la Administración, en función de condiciones locales específicas.

La protección de estos cables contra la corrosión se practica únicamente en los puntos del trayecto en que un examen general ha puesto claramente de manifiesto un riesgo de corrosión. El examen de cables viejos y nuevos ha demostrado que los provistos de una armadura de acero sólo se corroen en ciertas secciones de poca longitud (siempre que los cables no se hayan tendido a lo largo de vías férreas electrificadas de corriente continua). La mayor parte de los cables no sufren una corrosión importante; en estas secciones, la longevidad de los cables es generalmente superior a 30 años.

Tomando como base los resultados de este examen, se ha acordado proteger los cables de telecomunicación contra la corrosión únicamente en las secciones expuestas a este riesgo y utilizar medios de protección pasivos y activos.

Los medios de protección pasivos comprenden distintos tipos de revestimiento aislante de las cubiertas metálicas de los cables y manguitos aislantes en los puntos de empalme. Los medios activos de protección comprenden estaciones catódicas, instalaciones de drenaje, ánodos galvánicos y la puesta a tierra de las cubiertas metálicas de los cables.

La norma checoslovaca de protección pasiva sólo distingue actualmente tres tipos principales de protección:

- 1) simple,
- 2) reforzada,
- 3) especial.

1. La protección pasiva simple comprende una capa de betún sobre la cubierta de plomo, recubierta de papel impregnado. Si el cable no lleva armadura, se aplica una capa de yute impregnado sobre el recubrimiento de papel.

2. La protección pasiva reforzada comprende una capa de betún aplicada sobre la cubierta de plomo y otra capa protectora constituida por tres bandas de cloruro de polivinilo plastificado enrolladas con una superposición del 35%. Sobre estas dos capas, se aplica una tercera, formada por dos cintas de papel impregnado. Si el cable no está provisto de armadura, se superpone una capa de yute impregnado a la capa de papel. Si los cables están provistos de armadura, se protege ésta de igual forma.

3. La protección pasiva especial puede ser de tres tipos:

3.1 El tipo C, que comprende un revestimiento de betún sobre la cubierta de plomo, rodeada de cinco cintas de caucho superpuestas un 20%. Entre la segunda y la tercera cinta, y entre la tercera y la cuarta, se aplica un aglutinante. Sobre estas capas aislantes, se enrolla otra cinta de cloruro de polivinilo plastificado, con una superposición del 15%, o bien dos cintas de tejido impermeabilizado para cables. Si el cable no lleva armadura, se enrolla otra capa de papel impregnado sobre estas capas (dos cintas superpuestas un 35%) y sobre la superficie se aplica un revestimiento de yute impregnado. Si el cable tiene armadura, ésta se coloca sobre la última capa de papel y se protege con una capa de betún y un revestimiento de yute impregnado.

3.2 El tipo Y se compone de un revestimiento continuo de cloruro de polivinilo plastificado de 2,5 mm de espesor aplicado a presión sobre la cubierta de plomo. Sobre este revestimiento continuo, se enrollan dos cintas de papel impregnado. Si el cable no lleva armadura, se enrolla una capa de yute impregnado sobre la última capa de papel. En el cable armado, la armadura se coloca sobre la última capa de papel y recibe tres capas protectoras. La primera es un revestimiento de betún, sobre el cual se enrollan tres cintas de papel impregnado superpuestas un 25%, recubriéndose el conjunto con un revestimiento de yute impregnado.

3.3 El tipo S se aplica a los cables tendidos en terrenos en que existe un riesgo particular de corrosión de las cubiertas metálicas; se utiliza también para los cables con cubierta de aluminio. En principio, la disposición de las capas aislantes es análoga a la del tipo Y, con la diferencia de que entre la cubierta metálica y la capa continua de cloruro de polivinilo se aplica una capa intermedia a base de parafina, mezclada con un bactericida. Esta capa intermedia sirve para limitar la penetración del aire y de la humedad en caso de deterioro de la capa aislante continua. Además, en estos cables la armadura se protege cuidadosamente con una capa de betún y cuatro cintas de cloruro de polivinilo plastificado. Sobre la última capa se aplica un revestimiento de yute impregnado. La protección de tipo S se halla aún en su fase experimental, por lo que se facilitarán más adelante informaciones detalladas. Las normas elaboradas fijan, para los distintos casos, los lugares y la medida en que hay que emplear los distintos tipos de protección pasiva descritos.

Estos tipos de protección se vienen aplicando en Checoslovaquia desde hace cuatro años, sin que hasta la fecha se hayan observado inconvenientes

Comisión de estudio VI - Cuestiones

notables. Como la fabricación de los cables que requieren esta protección pasiva es relativamente costosa (1 a 4% más elevada que la de los cables de fabricación clásica), se cuida de limitar su empleo a los lugares en que se ha comprobado con certeza que el cable está expuesto a la corrosión. Los cables con estos revestimientos protectores se fabrican en Checoslovaquia; se utilizan principalmente en los nuevos tendidos o para la renovación de viejas arterias. Además de los revestimientos protectores mencionados, se emplea asimismo otro tipo de cinta y de pasta de protección, designado por "PLU". Esta cinta y pasta de protección se aplican a mano sobre el revestimiento de yute de los cables de tipo clásico cuando se efectúan reparaciones generales y se procede a la eliminación de defectos, pero sólo si los cables existentes están expuestos a la corrosión en un tramo de por lo menos 50 metros. La cinta protectora es de tejido de vidrio muy fino, y está abundantemente impregnada por ambos lados de una pasta a base de parafina. Esta capa tiene efectos fungicidas y contiene de un 50 a un 60% de sustancias minerales finamente pulverizadas y, como mínimo, un 5% de cromatos alcalinos. Después de su aplicación sobre el revestimiento de los cables y de la colocación del material protector, se recalienta ligeramente la superficie con una lámpara de gasolina al tiempo que se alisa, lo que forma un revestimiento aislante compacto, que impide la penetración de la humedad en la cubierta del cable y absorbe la humedad existente en los revestimientos aislantes. Esta protección pasiva se emplea también cuando hay que renovar el revestimiento protector de los manguitos de empalme al montar cables de tipo clásico.

Las dificultades inherentes a las protecciones pasivas siguen siendo las relacionadas con la preservación y medición del grado de aislamiento de las protecciones, una vez tendido el cable. A este respecto, la Administración checoslovaca está elaborando métodos de preservación y de medida del aislamiento de las protecciones pasivas de los tipos S e Y, pero hasta dentro de un año no podrá disponerse de resultados seguros.

Conclusiones

Las siguientes conclusiones se han formulado al cabo de 4 años de empleo de los métodos de protección arriba descritos:

- a) La utilización satisfactoria de cables con protección pasiva depende principalmente del cuidado con que se hayan ejecutado los trabajos de sondeo del terreno.
- b) Es preciso utilizar los plastificantes que entran en la composición del cloruro de polivinilo ajustándose rigurosamente a las correspondientes normas.
- c) Los defectos hasta ahora comprobados en las capas aislantes se deben a defectos de fabricación o a la incorrecta manipulación del cable durante su tendido.

Comisión de estudio VI - Cuestiones

- d) El precio total de construcción de las arterias de cables con las protecciones mencionadas es de 1 a 4% más elevado que el de las arterias de cables con cubierta de plomo de tipo clásico.
- e) Las pruebas de duración de los revestimientos protectores hechas en laboratorio han demostrado que puede preverse una vida útil superior a 15 años.

Anexo 5

(a la Cuestión 3/VI)

CUBIERTAS DE CABLE DE MATERIA PLÁSTICA CONDUCTORA

(Información facilitada por la Northern Electric Company)

Resumen

Son muy numerosos los cables con cubierta de materia plástica conductora enterrados; se han hecho pruebas comparativas entre ellos y los cables con cubierta plástica normal. Los resultados de las pruebas revelan una notable disminución de los daños y, en consecuencia, una mayor facilidad de localización de las eventuales averías.

Cables

Los distintos cables utilizados en las pruebas prácticas realizadas contenían de 25 a 200 pares de conductores, de 0,91 mm ó 0,64 mm de diámetro. El alma del cable se recubrió con una cinta longitudinal de materia plástica o una cinta de caucho y plástico; el blindaje se realizó mediante una cinta de aluminio blando, de 0,22 mm, en la mayoría de los casos con una ondulación transversal. La capa exterior de materia plástica conductora, de tipo comercial, tenía una conductividad de 100 ohm/cm.

La sustancia utilizada para el revestimiento es un copolímero de etileno/acrilato de etilo, con hasta un 50% de negro de humo. Esta materia, cuidadosamente elaborada y convenientemente secada, es muy apta para la extrusión y presenta una buena resistencia a la tracción, al choque y a la cizalladura. Tiene también una buena flexibilidad a bajas temperaturas y gran resistencia a la fisuración. En el revestimiento no se han incluido sustancias impermeabilizadoras por no haberse encontrado ningún material que tenga una conductividad eléctrica satisfactoria.

Medio ambiente

Los cables se instalarán en zonas con un nivel isocerámico correspondiente a 20-30 días de tormenta al año.

Comisión de estudio VI - Cuestiones

Realización de las pruebas

En el Este de Canadá se ha puesto en servicio durante periodos de 4 a 5 años un total de 28 kilómetros de cables, en 7 ubicaciones caracterizadas por la gran frecuencia con que los cables eran deteriorados por los rayos.

Resultados

En todo el periodo de pruebas se registraron sólo dos casos de avería de los cables; en cada uno de ellos, los daños fueron muy limitados. Otros cables con cubierta no conductora instalados en el mismo sector -paralelos a los cables en estudio o empalmados en serie con ellos- sufrieron los daños habituales, con múltiples perforaciones repartidas a lo largo de grandes secciones de cable. Como las averías observadas en los cables con cubierta conductora eran muy localizadas, su reparación fue más fácil que en los demás cables.

Observación.- Las corrientes vagabundas continuas de gran intensidad que circulan por tierra pueden tener efectos desfavorables sobre este tipo de cubierta, al igual que en el caso de un cable con cubierta de plomo protegido por yute u otro material no aislante. En las zonas en que éste no plantea graves dificultades, el empleo de una cubierta de materia plástica conductora sobre un blindaje metálico tiene por efecto reducir sensiblemente los daños producidos por los rayos.

CUESTIÓN 4/VI

(Continuación de la Cuestión 4/VI, 1964-1968)

Fabricación de cubiertas de cable de materia plástica:

- 1) cubiertas de materia plástica únicamente;
- 1i) con protección metálica contra la humedad.

Observación.- Se pide información sobre los métodos para localizar las averías en los cables con cubierta de plástico. En efecto, el punto en que se manifiesta un defecto puede hallarse muy alejado del lugar por el que haya penetrado el agua en la cubierta del cable, sobre todo cuando los conductores están recubiertos de materia plástica.

Observación 2.- Conviene facilitar datos sobre los métodos de apreciación de la duración de los cables con cubierta de materia plástica y sobre la resistencia de los diferentes tipos de empalmes: soldadura, moldeo, dispositivos mecánicos, cintas, compuestos a base de resina epóxida, etc.

Anexo 1

(a la Cuestión 4/VI)

Información facilitada por la República Federal de Alemania (1961-1964)

1. Tipo de cable

En la República Federal de Alemania se han fabricado y tendido, a título de ensayo, cables cuyos conductores, al igual que los de los cables con cubierta de plomo, están aislados con papel. Como pantalla estática, el alma del cable lleva un bobinado ininterrumpido de cinta de aluminio, y sobre éste un revestimiento sin costura, compuesto de una mezcla de polisobutileno y de negro de humo. Como este revestimiento es muy plástico y blando, se le protege con cintas textiles arrolladas y con varias bandas de papel arrolladas entre las capas de material. Sobre el conjunto se coloca una armadura de hilos planos de acero y, exteriormente, una vaina protectora de yute.

El polisobutileno empleado para la mezcla es un hidrocarburo termoplástico muy polímero, de gran peso molecular y muy impermeable al vapor de agua. A temperatura normal, el polisobutileno resiste a los ácidos, lejías, soluciones salinas, etc. Conserva su plasticidad hasta una temperatura de -50°C . Su resistencia a la tracción es mínima. Su resistencia al envejecimiento parece ser excelente.

2. Empalme

Los empalmes entre las secciones de cable se recubren con manguitos de una mezcla de polisobutileno. Estos manguitos se fabrican de una pieza y tienen una costura longitudinal, que se suelda por presión y calor (unos 200°C) por medio de una herramienta especial calentada con gas propano. Los dos collarines del manguito se sueldan a la cubierta de polisobutileno de la misma forma. Cuando las capas superpuestas de polisobutileno están soldadas una a otra, los empalmes son absolutamente impermeables al agua. El manguito plástico de mezcla de polisobutileno con juntas soldadas está protegido por un manguito protector de hierro fundido formado por dos medias cajas. El hueco que queda entre el manguito de polisobutileno y el manguito protector de hierro fundido se rellena con una sustancia aislante cuyo punto de fusión es de 150°C como máximo.

Comisión de estudio VI - Cuestiones

Anexo 2

(a la Cuestión 4/VI)

Cables con cubierta enteramente de plástico utilizados en el Reino Unido

(Información puesta al día en 1968 por el Reino Unido)

1. Cables locales con aislamiento y cubierta de polietileno

Se encuentra en servicio con muy buenos resultados gran cantidad de este tipo de cable (unas 140 000 millas) en redes locales de distribución. Quizá algo más de la mitad de este cable está instalado en canalizaciones y el resto enterrado directamente. Se estima que el precio de coste de este cable es ligeramente inferior al de un cable equivalente con cubierta de plomo y aislamiento de papel, pero su flexibilidad y seguridad de funcionamiento le confieren una ventaja más, de carácter económico. A partir de abril de 1960, todos los cables de distribución con una capacidad de hasta 100 pares son de este tipo. Algunos de estos cables están provistos de barreras, a intervalos de unos 18 metros, destinadas a limitar las infiltraciones de agua que puedan producirse en caso de deteriorarse el revestimiento; pero los más modernos están enteramente rellenos de vaselina y sus conductores rodeados de espuma de polietileno aislante para compensar el aumento de capacidad debido a la vaselina. Comienzan a emplearse conductores de aluminio en este tipo de cables.

2. Cables locales de gran capacidad con cubierta de polietileno

En el precio de coste de los cables de las centrales importantes intervienen otras consideraciones, por lo que los cables con aislamiento y cubierta de polietileno serían más caros que los cables emplomados con aislamiento de papel y cubierta de polietileno; este cable viene utilizándose ampliamente desde abril de 1964 para las líneas de abonado y puede comprender de 100 a 3000 pares. En este cable, antes de poner la cubierta se enrolla alrededor del alma de papel una fina y ancha cinta de aluminio, cuya cara externa está recubierta de una película de polietileno muy adhesiva. El polietileno caliente que sale de la prensa de extrusión se suelda a la superficie de polietileno de la cinta y liga sólidamente el aluminio a la pared interna de la cubierta. La barrera constituida por la cinta de aluminio reduce 50 veces como mínimo la superficie efectiva de difusión del vapor de agua en el alma de papel, haciendo esta difusión prácticamente despreciable.

Un grueso cable con aislamiento y cubierto de polietileno se presta a la conexión directa a un repartidor y, para evitar un empalme, se emplea frecuentemente en lugar de un cable con aislamiento de papel, para el extremo que entra en la central.

Comisión de estudio VI - Cuestiones

3. Cable interurbano y cable de enlace de frecuencias vocales

El cable de enlace Dover-Deal (9 millas), tendido con carácter experimental, está provisto de una cubierta de polietileno de 2,5 mm, sin negro de humo, que recubre los conductores de aluminio con aislamiento de papel. El alma tiene holgura suficiente para permitir el paso de un gas seco, en caso necesario. El diámetro del cable es de 1,27 pulgadas (32 mm). El sistema se mantiene a una presión gaseosa constante; su descripción completa figura en el I.P.O.E.E. Journal, Vol. 48, pág. 224, y Vol. 49, pág. 22, enero y abril de 1956.

Este cable, que entró en servicio en junio de 1955, funciona a entera satisfacción desde hace 13 años.

La diferencia entre la temperatura del cable en verano y en invierno es de 12°C. A la temperatura invernal mínima en un año normal, la resistencia de aislamiento es unas tres veces mayor que la correspondiente a la temperatura estival máxima. Cuando se tendió el cable, la resistencia de aislamiento a esta temperatura máxima alcanzaba 24 000 megaohmios/km; en la actualidad, tal resistencia, a la misma temperatura, es algo inferior a 3000 megaohmios/km.

Se han tendido diversos otros cables interurbanos y de enlace de frecuencias vocales de papel/polietileno que son ya de uso corriente. Todos ellos llevan en el interior de la vaina de polietileno una cinta de aluminio que impide el paso al vapor de agua, con lo cual ha dejado virtualmente de observarse la lenta disminución del valor del aislamiento registrada en el cable Dover-Deal.

Anexo 3

(a la Cuestión 4/VI)

Técnica empleada en Italia para el empalme de los cables con cubierta de materia plástica

1. Método de empalme de los conductores en los puntos de empalme de los cables con cubierta termoplástica y conductores aislados por polietileno

El aislante de los conductores de los cables con cubierta termoplástica es generalmente de polietileno sólido o celular; a veces se emplea también polietileno con sección transversal en forma de estrella. En los dos primeros casos, el aislante de los conductores se impermeabiliza mediante la introducción, en el lugar del empalme, de un pequeño manguito de polietileno, soldado en caliente a la cubierta de polietileno de los conductores, a ambos lados del punto de empalme. Otro método consiste en adherir este manguito de polietileno mediante dos piezas cónicas. Cualquiera que sea el método utilizado, se busca la impermeabilización total

Comisión de estudio VI - Cuestiones

del aislante de los conductores, a fin de que el servicio no se vea afectado incluso si el agua penetra bajo la cubierta del cable en el punto de empalme.

En el caso del polietileno de sección transversal en forma de estrella, se utiliza un procedimiento consistente en cubrir el extremo de los hilos trenzados con un capuchón lleno de grasa de silicones.

2. Métodos de empalme de las cubiertas termoplásticas

a) Cables con cubierta de cloruro de polivinilo

Después de envolver los conductores con una cinta de polietileno, se introducen en el punto de empalme dos semi-manguitos de cloruro de polivinilo, que se sueldan seguidamente a la cubierta del cable por medio de un disolvente apropiado. Para dar una base a estos semi-manguitos, antes de hacer la soldadura se coloca sobre el conjunto de los conductores un manguito rígido (por ejemplo, de cloruro de polivinilo).

b) Cables con cubierta de polietileno

El empalme de los conductores se efectúa como se describe anteriormente; en lo que respecta a la cubierta del cable, se utiliza un manguito cilíndrico de polietileno, soldado a la cubierta a ambos lados del empalme por medio de una herramienta especial, calentada previamente a una temperatura determinada. En el caso de un cable subterráneo, en el exterior de la junta se coloca una caja de hierro fundido llena de betún con un punto de fusión poco elevado. En el caso de un cable aéreo, la junta está protegida por una pieza metálica que sirve también para amarrar el cable portador.

c) Cable con cubierta de polietileno y una vaina suplementaria de cloruro de polivinilo

Este tipo de cable se utiliza cada vez más en Italia; la unión de las cubiertas de polietileno y de cloruro de polivinilo se efectúa por separado, según el procedimiento descrito en a) y b).

3. Empalme de una cubierta termoplástica con una cubierta de plomo

Se utiliza un empalme prefabricado, constituido por un tampón impermeable de una materia sintética, atravesado por tantos conductores como tengan los cables que se han de empalmar, y provisto a ambos lados de manguitos de unión a las cubiertas de plomo y de materia termoplástica, respectivamente.

4. Utilización de cables con cubierta de materia plástica como cables aéreos autoportadores

Para evitar los inconvenientes de la suspensión rígida en los cables aéreos autoportadores que atraviesen regiones expuestas a tempestades y

Comisión de estudio VI - Cuestiones

a vientos bastante fuertes, en Italia se ha ideado un dispositivo de suspensión del cable al poste que permite al cable un cierto desplazamiento longitudinal. Aunque este dispositivo no impida las vibraciones del cable como consecuencia del viento, reduce su efecto perjudicial en los soportes.

En las secciones de cables particularmente expuestas al viento, se ha recurrido excepcionalmente a una suspensión "catenaria" por medio de un cable portador suplementario, al que se suspende el cable con los mismos dispositivos.

Para la colocación de estos cables a lo largo de una línea electrificada de ferrocarril, se ha utilizado con frecuencia el cable de reserva ya existente para sujetar el cable aéreo en puntos intermedios y reducir así la longitud de la sección.

Anexo 4

(a la Cuestión 4/VI)

Empalme de los cables con cubierta de materia plástica

Información facilitada por la Administración australiana (1968)

La Administración australiana emplea desde hace algún tiempo cables con cubierta plástica, y está ensayando sobre el terreno varios métodos de empalme. El más empleado hoy día para asegurar la estanquidad absoluta de los empalmes enterrados es el basado en la utilización de resinas epóxicas.

Los conductores se empalman mediante hilos trenzados, soldados y protegidos por manguitos de materia plástica. La junta se cubre después con un molde de materia plástica, que seguidamente se rellena con un compuesto de resina epóxida. Esta resina se suministra en estuches que contienen:

- a) Un frasco de polietileno transparente, de paredes delgadas, que encierra una mezcla de resina epóxida de base (Epikote 834: Epiclorohidrina-Bisfenol A) y de un disolvente reactivo (Cardura E: ácido graso sintético epoxidizado);
- b) Un tubo de plomo estañado, con un pitón, que contiene un producto graso "poliamida 75" (resina poliamida-poliamina);
- c) Tres bolsas de plástico, dos de ellas para protegerse las manos cuando se mezcla y se vierte la resina, y la tercera para guardar el material sobrante.

El endurecedor se vierte en el recipiente de materia plástica que contiene la resina; la mezcla se agita cuidadosamente y se vierte en el molde, donde se la deja reposar.

Comisión de estudio VI - Cuestiones

En los empalmes no enterrados, las juntas de hilos conductores trenzados y soldados se protegen con manguitos de polietileno llenos de grasa de silicones. Las juntas se recubren con cajas montadas en postes, pero no se sellan herméticamente con una cubierta.

Se han ideado una base y un capuchón de materia plástica que son actualmente objeto de numerosas pruebas prácticas. Los cables se sellan a la base con resina epóxida y los conductores empalmados por hilos trenzados y soldados se protegen con manguitos de polietileno llenos de grasa de silicones.

Anexo 5

(a la Cuestión 4/VI)

Realización de empalmes en cables de redes urbanas con aislamiento de polietileno y cubierta de cloruro de polivinilo:

Método empleado en la Federación de Malasia y Singapur

1. Los diversos tipos de empalmes de cables pueden clasificarse como sigue:

1.1 Empalmes con bandas de materia plástica

Los empalmes de este tipo se sellan con bandas de materia plástica. En el caso de empalmes de cables de más de dos pares, se coloca sobre ellos un manguito de materia plástica; en torno a él y al revestimiento del cable, en el punto en que el cable sale del manguito, se arrolla la banda de materia plástica para cerrar el paso a la humedad. Tratándose de empalmes en cables de uno o de dos pares, en los que la longitud del empalme no excede de 7,5 cm (3 pulgadas), no se utiliza manguito de materia plástica, sino que se protege el empalme mediante la superposición de cintas de materia plástica, que sirven al mismo tiempo para sellarlo.

Este tipo de empalme con bandas de materia plástica se utiliza, sobre todo, cuando se trata de hacer un empalme rectilíneo entre dos cables de materia plástica de la misma dimensión. En el caso de empalmes en "Y" o de empalmes múltiples, se emplea la técnica de la clavija de expansión.

1.2 Empalmes con clavija de expansión

En este tipo de empalme, se utiliza un manguito de plomo (o de latón), o una caja de idéntico material para cubrir el empalme, que se sella con una clavija de expansión.

La caja de empalme puede ser del tipo de cabeza única en "U" o de cabeza doble. En el primer caso, los cables penetran en la caja de empalme por los orificios previstos a tal efecto en la clavija de expansión que se inserta en el extremo abierto de la caja. Si el número de orificios no es

suficiente para todos los cables que se han de empalmar, se utiliza una caja de cabeza doble. Con este tipo de caja se emplean dos clavijas con un manguito abierto por los extremos. Se inserta una clavija en cada extremo del manguito, en el que penetran los cables a través de los orificios previstos en las clavijas de uno u otro extremo. En la medida de lo posible, se utiliza la caja con cabeza única, que sólo requiere una clavija de expansión.

1.3 Empalme de un cable con cubierta de materia plástica con otro con cubierta de plomo

Si las dimensiones del cable con cubierta de plomo permiten introducirlo por uno de los orificios de una clavija de expansión junto con el cable con cubierta de plástico, el empalme es idéntico al descrito anteriormente. Si esto no es posible, habrá que soldar; el cable emplomado se insertará en el manguito por el extremo opuesto al utilizado para el cable de materia plástica, y se soldará al manguito.

2. Empleo de barreras estancas

Si penetra agua por un orificio o por absorción en un cable con cubierta de plástico, el agua o el vapor de agua pueden extenderse por el cable. Mientras el aislamiento del conductor no sufra daños, el funcionamiento normal del cable no se verá afectado a no ser que el agua llegue a un empalme. Para evitar que esto suceda, en todos los empalmes de cables con cubierta de plomo con cables con cubierta de materia plástica se instalan manguitos estancos. Se utilizan los siguientes sistemas de estanquidad.

2.1 Estanquidad por ensambladura

Este tipo de protección puede instalarse cerca de un empalme en el que no hayan podido acoplarse en los extremos del cable manguitos estancos. También se puede instalar en los puntos donde se haya comprobado cualquier deterioro de la cubierta. La ensambladura está formada por dos piezas idénticas de materia plástica termo-endurecible, que una vez montadas forman un cuerpo cilíndrico alrededor de la cubierta del cable. Cada pieza de la ensambladura lleva una pequeña pastilla de una sustancia especial que cubre el orificio por el que se vierte el material para sellar el empalme.

2.2 Manguitos de estanquidad

Se trata de manguitos de caucho sintético adaptables a los extremos de los cables, en los que se inyecta una sustancia destinada a colmar los intersticios entre los conductores.

Comisión de estudio VI - Cuestiones

Anexo 6

(a la Cuestión 4/VI)

Información facilitada a la Comisión de estudio VI durante el periodo 1964-1968

República Federal de Alemania

Se están probando en la red local cables con aislamiento y cubierta de materia plástica. Los empalmes se hacen con manguitos de polietileno. Las costuras longitudinales de los manguitos y las juntas entre estos y los extremos del cable se sueldan utilizando el calor generado por el paso de una corriente eléctrica por un hilo conductor embutido en el polietileno. La fuente de corriente utilizada a estos efectos es una batería de automóvil de 12 voltios.

Los cables se mantienen bajo presión de aire, pues sería difícil extraer el agua que penetrara en el alma. En la actualidad se está ensayando un cable cuyos conductores están rodeados de polietileno macizo y en el que el intersticio previsto normalmente para el aire se rellena con materia plástica celular.

Países Bajos

Se han instalado cerca de 28.000 km de cable con aislamiento y cubierta de polietileno, que contienen aproximadamente 400.000 km de pares. Unas tres cuartas partes están enterradas sin protección a 50 cm como mínimo de profundidad. Para los empalmes se utiliza en general un procedimiento basado en el empleo de resina epóxida. Se han hecho más de 500.000 empalmes.

Con relación al cable armado, el porcentaje de averías del cable de polietileno es unas 6 veces mayor, pero los empalmes de polietileno son mucho más seguros que los hechos con manguitos de plomo soldados en los cables armados de acero. Si se consideran a la vez el cable y los empalmes, el número de averías del cable de polietileno no protegido sólo es 1,4 veces superior al del cable armado con cubierta de plomo.

Japón

Se utilizan cables con conductores aislados con materia plástica, tanto para las líneas interurbanas como para las de abonado. Si penetra agua en el alma del cable, el servicio no se interrumpe inmediatamente, pero los conductores pueden averiarse al cabo de cierto tiempo a causa de la corrosión. Es necesario, pues, efectuar la reparación lo antes posible. Cuando la sección húmeda es corta, se seca inyectando nitrógeno; si es demasiado larga, por ejemplo, de más de 30 metros, se reemplaza. Para localizar aproximadamente el tramo defectuoso, se hace una prueba con un aparato de tipo puente; después se determina el punto con exactitud mediante pruebas de eco por impulsos; para determinar la longitud en metros de la sección

Comisión de estudio VI - Cuestiones

húmeda, se efectúa otra prueba del mismo tipo. Aunque con la prueba de eco por impulsos no se pretende obtener una gran precisión, se facilita así la elección entre los dos procedimientos de reparación antes mencionados.

El Japón tiene también en servicio unos 5500 km de cable con aislamiento de papel y cubierta de stalpeth, que comprenden unos cincuenta mil empalmes. El "método perfeccionado de manguitos auxiliares de plomo", utilizado para este cable, da satisfacción.

CUESTIÓN 5/VI

(Continuación de la Cuestión 5/VI, 1964-1968)

Ataque de las materias plásticas por los insectos y roedores.

Anexo 1

(a la Cuestión 5/VI)

Información obtenida por la Comisión de estudio VI en 1957-1960

La importancia de los daños que los insectos y roedores causan a los cables de telecomunicación varía mucho según la región geográfica. En las zonas templadas, estos daños representan una molestia más bien que un peligro real.

En las zonas cálidas, los ataques pueden ser mucho más graves y puede ser necesario adoptar precauciones especiales para prevenirlos. Las estadísticas comunicadas en 1954-1956 por la Administración australiana demuestran que el 3% aproximadamente de las averías de los cables se deben a la acción de diversos insectos, de las termitas y de los roedores.

Insectos

1. Entre los insectos responsables de daños señalados al C.C.I.T.T. cabe mencionar en especial el *Sinoxylon sexdentatum*, que en la región mediterránea y en el Japón ataca a los cables aéreos recubiertos de plomo. Este insecto es responsable en algunas zonas del Japón de cerca del 10% de las averías que se producen en los cables.

Las perforaciones del *Sinoxylon* se encuentran en general en las proximidades inmediatas de los collares de suspensión del cable, probablemente porque el insecto los utiliza como apoyo mientras perfora el cable. Se supone, asimismo, que la acción de este insecto puede verse favorecida por el apoyo que encuentra en las asperezas de la cubierta de plomo. Los cables que sufren más daños son los de pequeño diámetro; los de un diámetro superior a 25 mm son atacados rara vez.

Comisión de estudio VI - Cuestiones

2. En ocasiones, los insectos han averiado cables que estaban aún enrollados en los tambores de madera. Esto es debido a que los tambores se fabrican con madera poco sana. Entre los insectos responsables de los daños se ha podido identificar al *Sirex juvencus*, de la familia de los himenópteros, y al *Hylotropes bajulus*, o avispa del pino, de la familia de los coleópteros. Estos insectos depositan sus huevos en los árboles resinosos, en pie o abatidos; las larvas se desarrollan en los tambores fabricados con maderas así contaminadas y dan nacimiento a insectos que, para salir del tambor, perforan en ocasiones la cubierta de plomo del cable arrollado en él.

3. Sólo debe preverse una protección contra los insectos en determinados casos particulares.

4. Para precaverse contra el Sinoxylon se recurre a una cubierta termoplástica, que conserva sus propiedades protectoras mientras es suficientemente blanda y elástica.

5. Otro método de protección consiste en impregnar la cubierta del cable con una solución insecticida o, mejor aún, con una solución de un producto químico que repela a los insectos. Las soluciones insecticidas no son forzosamente eficaces, ya que los insectos no siempre ingieren la sustancia que constituye la cubierta del cable, sino que la atacan únicamente para depositar sus huevos.

Las experiencias realizadas en Cuba desde hace varios años para proteger los cables aéreos con una capa de esmalte mezclado con DDT han dado buenos resultados.

La Administración australiana estudia los daños causados por los insectos a los cables con cubierta de materia plástica, y los efectos de distintos insecticidas incorporados a esta materia.

Entre los productos que repelen a los insectos cabe citar los fabricados a base de cobre, como el naftenato de cobre, que es al mismo tiempo un fungicida muy poderoso.

La única solución realmente eficaz para proteger contra los insectos a los cables de materia plástica consiste en recubrir su cubierta con una armadura metálica ligera.

6. Para evitar daños en los cables enrollados en tambores de madera, se tratarán los tambores al vapor o se procederá a su impregnación. Estas precauciones son innecesarias si la madera del tambor está en perfecto estado.

Roedores

Los daños causados por los roedores se registran principalmente en los cables tendidos en canalizaciones y en los cables enterrados sin armadura. La longitud de las partes roídas es de varios centímetros, y su forma es

aproximadamente ovalada. Las perforaciones están claramente delimitadas, y se pueden reconocer las marcas dejadas por los dientes de los roedores.

En las grandes ciudades, la mayoría de estos daños son imputables a las ratas.

La lucha contra los roedores es difícil, pues los destrozos se producen en puntos muy alejados entre sí. En los cables corrientes de tele- comunicación no se adopta, pues, sistemáticamente ninguna medida de protección, como la incorporación de sustancias que repelan a los roedores.

Anexo 2

(a la Cuestión 5/VI)

Ataque de las materias plásticas por insectos y roedores

(Información facilitada por la Administración australiana (1964-1968))

Las pruebas prácticas y la experiencia adquirida por la Administración australiana desde 1951 demuestran claramente que los cables con cubierta de cloruro de polivinilo o de polietileno pueden ser seriamente deteriorados por las termitas y las hormigas. Se ha demostrado que las especies siguientes causan numerosas averías a los cables e hilos:

Termitas: Mastotermes, Coptotermes, Nasutitermes.

Hormigas: Pheidole, Iridomyrmex, Monomorium, Pheidolegeton.

Se han señalado, asimismo, casos aislados de ataques de los cables por ratas, ratones, conejos y peramelos, en zonas muy dispersas.

La Administración australiana se ha esforzado por descubrir una cubierta de cable capaz de resistir a los ataques de los insectos, y para ello, ha efectuado una serie de pruebas con distintos materiales, algunos de los cuales llevaban incorporados un insecticida. Estas pruebas han demostrado que la adición de insecticidas (dieldrin, gammexano o aldrin) en una proporción de hasta el 1% no garantiza una protección suficiente, y que la adición de un 5% de sílice muy fino no es enteramente eficaz. Se probaron también otros materiales, comprobándose que aunque la probabilidad de ataque es menor con el polipropileno, el polietileno de gran densidad y el poliuretano, no se pueden considerar estos cuerpos totalmente satisfactorios. No obstante, una importante serie de pruebas demostró que la aplicación de una vaina exterior de 0,075 cm de espesor de nilón -y probablemente también de acetal- sobre una cubierta de polietileno asegura una protección total contra los ataques de los insectos. Las investigaciones anteriores habían demostrado que el nilón 6 tendía a exfoliarse y a formar burbujas que al abrirse permitían a las hormigas llegar a la capa subyacente de polietileno. Por ello, se han proseguido las investigaciones con

Comisión de estudio VI - Cuestiones

el nilón 11, que ha dado resultados totalmente satisfactorios; actualmente se estudia una solución alternativa empleando nilón 12.

En el curso de estas pruebas, otros dos métodos dieron buenos resultados. El primero consiste en disponer una capa de cinta de latón de 0,01 cm, recubierta de polietileno de baja densidad, sobre una cubierta interior de polietileno. En el segundo se emplea un revestimiento de polietileno al que se ha agregado 1% de insecticida "Sevin" a base de carbamato. No obstante, el primero de estos métodos es oneroso y plantea problemas de fabricación, y por otra parte no ha quedado demostrada aún la eficacia a largo plazo del segundo.

Actualmente, se procede con éxito en una determinada región de Australia al tratamiento con dieldrin del suelo alrededor del cable en el momento del tendido. Este procedimiento parece garantizar una protección durante varios años. Se prosiguen los experimentos para comprobar la duración de la protección obtenida con distintas concentraciones de insecticidas en un clima tropical y en un clima templado.

Anexo 3

(a la Cuestión 5/VI)

Información facilitada por la Federación de Malasia y Singapur (1961-1964)

1. El Departamento de Telecomunicaciones de la Federación de Malasia hace amplio uso de cables telefónicos con cubierta de materia plástica en su red de líneas de abonado, así como en ciertas líneas auxiliares de longitud no superior a 32 km (20 millas). También emplea cables con cubierta de materia plástica a través de ríos y estuarios y, en menor medida, como cables aéreos. Los daños causados a estos cables por los insectos han sido muy considerables.

2. Tipo de ataques

Los cables más frecuentemente atacados son los directamente enterrados, aunque también se han registrado ataques de cables aéreos.

En la mayoría de los casos, los insectos han roído y perforado la cubierta de cloruro de polivinilo, la cinta de aluminio y el aislamiento del conductor. El sentido del ataque es radial en prácticamente todos los casos (dirigido hacia el centro del cable).

3. Tipos de insectos

Las principales especies identificadas hasta ahora como responsables de esos ataques son las siguientes:

- a) macrotermes;

- b) kolotermes;
- c) pheidologeton diversus, y
- d) campanotus spp.

Esta lista no es necesariamente completa; la identificación de los insectos en cuestión ha sido extremadamente ardua, dada la dificultad de obtener especímenes de los insectos responsables de los daños.

4. Experimentos en curso

En varias zonas del país se están experimentando métodos que permitan evitar el ataque de los cables por los insectos. El objeto de estos experimentos es hallar un medio de protección que pueda aplicarse a los cables, sea impregnando la cubierta de cloruro de polivinilo con un insecticida o producto que repela a los insectos, sea incorporando al cable durante su construcción una barrera especial. Según ciertos indicios, los revestimientos de nilón resisten mejor a los ataques de los insectos que las cubiertas de cloruro de polivinilo.

Se ha previsto una segunda serie de experimentos destinados a descubrir un tratamiento o un método de tendido de los cables que reduzca los riesgos de este tipo de ataques. Estos experimentos son los siguientes:

4.1 Empleo de alquitrán. Según ciertas indicaciones, el alquitrán puede servir para repeler a los insectos. En consecuencia, se han recubierto varios cables con una capa de pintura a base de alquitrán, antes de ser tendidos. En algunos casos, han cesado los ataques; en otros, han continuado. El experimento no ha sido, pues, concluyente. En otros experimentos de la misma serie, se pintó el cable con una mezcla de betún y de gammexano, o de otros insecticidas. Los resultados han sido idénticos: los ataques han cesado en algunos casos, y han continuado en otros.

4.2 Empleo de arsenito como medio de protección. El arsenito se usa mucho como insecticida en las plantaciones de heveas para proteger los árboles y destruir las malas hierbas. En 1959 se hizo un experimento prometedor con un cable de 3,2 km (2 millas) de longitud, enterrado en la cuneta de la carretera de una plantación. Este cable no ha sufrido aún ataque alguno, y se cree que el terreno que lo rodea está constantemente impregnado del arsenito que arrastra el agua de lluvia. Es difícil llevar a cabo un experimento que permita comprobar esta hipótesis, porque para ello habría que dejar de utilizar arsenito en la plantación durante un periodo prolongado, lo que posiblemente pondría en peligro los árboles.

4.3. Profundidad a que se entierran los cables. Los cables con cubiertas de materia plástica se entierran normalmente a 45 cm de profundidad (18 pulgadas). Se ha observado que en ciertas regiones la importancia de los ataques de los insectos se reduce enterrando el cable a 90 cm de profundidad (3 pies). Hay que agregar, sin embargo, que se han registrado ataques a 60 cm (24 pulgadas) de profundidad.

Comisión de estudio VI - Cuestiones

Referencia: K. Lapkamp, D. Magnus: Bleimantelschäden durch Käferlarven (Daños causados a las cubiertas de plomo por larvas de coleópteros); N.T.Z., 1956, N.º 9, páginas 415-420.

CUESTIÓN 6/VI

(Continuación de la Cuestión 6/VI, 1964-1968)

Fabricación de cables con conductores aislados por materias plásticas.

Hay que estudiar los puntos siguientes:

- a) ¿Qué materias termoplásticas pueden recomendarse para aislar los conductores telefónicos en el caso de:
 - i) conductores de cables urbanos o interurbanos;
 - ii) conductores aislados sin cubierta para la derivación de líneas de abonado, y
 - iii) conductores para instalaciones telefónicas interiores?
- b) ¿Qué condiciones deben reunir las sustancias termoplásticas empleadas para aislar los conductores?
- c) ¿Cómo puede comprobarse que se satisfacen estas condiciones?
- d) Condiciones de empleo o de instalación de estos conductores.

Observación 1.- Se trata de reunir datos sobre las especificaciones utilizadas por las administraciones para estos conductores y sobre las normas impuestas a las sustancias termoplásticas mencionadas en esas especificaciones.

Observación 2.- Si ha lugar, se establecerá una distinción entre los conductores de cobre y los de otro metal (acero, aluminio, etc.).

Observación 3.- ¿Qué método puede recomendarse para eliminar el agua que haya podido infiltrarse en la cubierta del cable y penetrado a lo largo del mismo?

N.B.- La presencia de humedad en los conductores con aislamiento de polietileno puede provocar un gran aumento de la atenuación, sobre todo en los cables interurbanos cargados, incluso si la resistencia del aislamiento es satisfactoria.

Observación 4.- Véase en la Review of the Electronical Communication Laboratory (Tomo 9, N.ºs 11-12, noviembre-diciembre de 1961) publicado por

Comisión de estudio VI - Cuestiones

la Nippon Telegraph and Telephone Public Corporation, el artículo de Mituru Rokonohe en el que se describe un cable con conductores de pequeño diámetro, con aislamiento de espuma de polietileno.

CUESTIÓN 7/VI

(Continuación de la Cuestión 7/VI, 1964-1968)

Métodos para mantener en las cubiertas de los cables una presión gaseosa.

Para comprobar la continuidad de las cubiertas de cable, en los cables interurbanos y en los cables locales se mantiene constantemente en ciertos países una determinada presión gaseosa. A veces se adoptan, especialmente en los cables locales, sistemas modificados de presión gaseosa, que requieren la circulación de un flujo de gas más o menos importante. Los métodos de aplicación y de suministro del gas seco varían considerablemente según los países, por lo que se ruega a las administraciones que faciliten información sobre las características esenciales de los sistemas que utilicen con mayor éxito.

Observación.- En el periodo 1964-1968, el C.C.I.T.T. ha terminado el proyecto de manual sobre los métodos que han de aplicarse para mantener en las cubiertas de los cables una presión gaseosa. Los últimos trabajos de redacción deberán terminarse al comienzo del periodo de estudios 1968-1972, por cuya razón la IV Asamblea Plenaria del C.C.I.T.T. ha decidido mantener en estudio esta cuestión.

CUESTIÓN 8/VI

(Continuación de la Cuestión 8/VI, 1964-1968)

Clasificación de las corrosiones no electrolíticas

Anexo 1

(a la Cuestión 8/VI)

Conclusiones de la Comisión de estudio VI (1968)

1. La Comisión de estudio VI ha llegado a la conclusión de que el fenol no puede ejercer una acción perjudicial sobre las cubiertas de los cables. Tal conclusión se funda en los resultados de detenidos estudios efectuados en particular en Suiza, Dinamarca y Hungría.

El Laboratorio de Investigaciones y Pruebas de la Administración suiza ha tratado de determinar la naturaleza de la corrosión precedentemente atribuida al fenol:

Comisión de estudio VI - Cuestiones

- a) estudiando minuciosamente todos los casos de corrosión de ese tipo actualmente observados;
- b) realizando experimentos sobre el terreno con muestras de cables enterrados, y comprobando su estado de corrosión;
- c) efectuando investigaciones en laboratorio y tratando de reproducir las condiciones que dan lugar a ese tipo de corrosión.

2. La comparación de muestras de esa corrosión en el Reino Unido y en Suiza ha demostrado que se habían clasificado bajo el mismo nombre diferentes tipos de corrosión.

Los estudios hechos en Dinamarca se han centrado especialmente en la acción de la descomposición microbiana de los aceites de impregnación, y han puesto de relieve el papel desempeñado por determinadas bacterias y, sobre todo, por la *Pseudomona oleovorans*. Por otra parte, la sustitución de un cable interurbano que presentaba en algunos tramos daños atribuidos a la corrosión fenólica ha permitido comprobar, merced al examen de muestras obtenidas a todo lo largo del cable, que no existía correlación alguna entre la presencia de fenol en el revestimiento del cable y la corrosión de éste.

3. Además, las teorías electroquímicas modernas reconocen que el fenol debe comportarse más bien como anticorrosivo que como agente catalizador. En laboratorio se ha comprobado la corrosión del plomo en presencia de aire únicamente en el caso de una solución de 5% de fenol en tolueno o xileno, condición que no se da en los cables.

4. La principal característica de la corrosión antiguamente llamada fenólica es un ataque corrosivo que progresa de preferencia a lo largo de las estructuras granulares.

5. Rechazada la hipótesis de que el fenol obra como corrosivo, se ha tratado de encontrar otra explicación a la corrosión que se calificaba de fenólica.

Además de los productos corrosivos del suelo, los potenciales eléctricos ejercen gran influencia en la corrosión intercrystalina. Pero esta corrosión no es sólo acelerada por una carga anódica; como la experiencia ha demostrado, también puede combatirse eficazmente con una protección catódica.

Se han buscado las causas de esta corrosión en la acción de las bacterias responsables de la putrefacción del yute, o de las bacterias que destruyen el aceite de los productos de impregnación, en la existencia de pequeñas cantidades de nitrato y/o nitrito, en las aguas del suelo, en una aireación diferencial, etc. Hasta ahora, no han podido elucidarse en forma concluyente las causas fundamentales de este tipo de corrosión; por ello, la Comisión VI debe proseguir el estudio de esta cuestión.

Comisión de estudio VI - Cuestiones

Una vez determinadas las causas de esta corrosión, quizá se puedan prever protecciones más eficaces que las actuales. Mientras tanto, y habida cuenta de la protección obtenida en los cables de tipo antiguo con los aceites y breas derivados de la hulla, no hay inconveniente en conservar el tipo clásico de protección, basado en la utilización de productos derivados de la destilación de ese mineral. Solos o combinados con derivados del petróleo, estos productos deben garantizar una excelente adherencia del revestimiento a la cubierta de plomo, y evitar así que se produzcan reacciones electroquímicas.

Los estudios efectuados en la República Popular Húngara (véase el Anexo 2) han llevado a las siguientes conclusiones:

- a) En los revestimientos exteriores de capas de yute, se obtiene una mejor protección contra la descomposición debida a los microorganismos del suelo, con una impregnación con productos derivados del alquitrán de hulla que con una impregnación con sustancias bituminosas (más de 40 años de duración frente a 15 ó 20 años);
- b) Cuando el yute se coloca bajo una armadura, da lo mismo, en lo que respecta a la descomposición, emplear alquitrán de hulla o betún;
- c) Debajo de una armadura se utilizará betún, cuya plasticidad es más favorable, de preferencia al alquitrán.

No obstante, aunque el alquitrán de hulla puede presentar ciertas ventajas, quizá se prefiera seguir empleando el betún en todos los casos, ya que se conoce la poca importancia de las dificultades que puede causar esta sustancia. En lo que respecta al alquitrán de hulla utilizado, hay que tomar precauciones y especificar, por ejemplo, el índice apropiado de destilación. Es necesario también determinar el contenido límite de amoníaco y de ácido acético.

Anexo 2

(a la Cuestión 8/VI)

Información facilitada por la Administración húngara

El punto de vista de la Administración húngara de CTT en lo que respecta a esta cuestión es el siguiente:

La corrosión "Y" de las cubiertas de plomo puede eliminarse utilizando cables armados. La armadura aísla debidamente la cubierta de plomo del medio ambiente, e impide la formación de acoplamientos galvánicos por aeración diferencial y la aparición de corrosión "Y" en la cubierta de plomo.

Comisión de estudio VI - Cuestiones

Una armadura de acero puede asegurar una protección duradera contra las influencias de las líneas eléctricas y la estabilidad del factor de pantalla, al menos mientras no sea gravemente atacada por el óxido y a condición de que el revestimiento protector de yute permanezca intacto durante varias décadas.

La impregnación con alquitrán de hulla impide la putrefacción del revestimiento de yute y reduce al mismo tiempo la oxidación de la armadura. En los cables armados, el producto alquitranado que impregna el yute que recubre la armadura no puede llegar a la cubierta de plomo, por impedirse los numerosos revestimientos bituminosos protectores.

La Administración húngara conviene en que debiera especificarse la calidad del alquitrán de hulla que ha de utilizarse para impregnar los revestimientos de los cables. A estos efectos, se sugiere la especificación¹⁾ indicada por la Administración húngara, así como el producto a base de alquitrán especificado por la Administración suiza para la impregnación de las bandas de papel y de yute.

La Administración húngara está asimismo de acuerdo en que el producto alquitranado que se emplee no debiera contener ácido acético. Los productos a base de alquitrán de hulla antes sugeridos no contienen probablemente ácido acético debido a su elevado punto de ebullición. La especificación podría precisar que tales productos no contendrán ácido acético, o bien indicar la proporción admisible.

No hay objeción alguna a la indicación del método a seguir para la determinación cuantitativa del contenido en ácido acético. La Administración húngara llama la atención sobre el hecho de que el yute utilizado en la fabricación de los cables, incluso en su condición original, contiene aproximadamente 0,02% de ácidos orgánicos volátiles, entre los que ocupa un lugar importante el ácido acético (véase el estudio del Dr. K. Ipolyi en Technische Mitteilungen PTT 42/1964, páginas 273-279).

La aparición de estos ácidos orgánicos volátiles en el yute es el resultado de la preparación de las fibras por enriamiento.

Este ácido acético se introduce en el revestimiento protector del cable, incluso si el alquitrán de hulla utilizado para la impregnación está totalmente exento de él.

1) Véase la Contribución C.C.I.T.T., 1964-1968, COM VI - N.º 29.

CUESTIÓN 9/VI

(Continuación de la Cuestión 9/VI, 1964-1968)

Protección catódica común a varias redes.

¿Conviene tomar medidas especiales cuando haya que conectar entre sí cables de telecomunicación, cables de transporte de energía, canalizaciones de agua o gas, oleoductos, vías electrificadas, y otras estructuras metálicas a fin de conseguir una protección eléctrica, en particular en los casos en que otras consideraciones aconsejen la separación de algunas de esas instalaciones?

¿Qué medidas convendría adoptar?

¿Qué precauciones especiales hay que tomar cuando se incluya un cable con cubierta de aluminio en un plan de protección común que comprenda cables con cubiertas metálicas que no sean de aluminio?

Observación 1.- Conviene estudiar los dos aspectos que puede revestir la protección común, esto es: los planes de protección establecidos desde un principio sobre una base común, y los que se convierten en planes comunes como consecuencia de la ampliación a otras estructuras de una protección prevista en un principio para una determinada serie de estructuras.

Conviene estudiar la naturaleza de los elementos de conexión, teniendo en cuenta la gama completa de estructuras que puede ser necesario conectar (líneas de telecomunicación, de transporte de energía, de tracción eléctrica, gasoductos, oleoductos, etc.). Además, cuando las corrientes vagabundas de un sistema de distribución de energía pasen a través de un enlace de protección catódica a otras estructuras enterradas, convendría saber cómo se distribuyen esas corrientes vagabundas entre las distintas estructuras.

Se ha indicado que cuando se han preparado planes de protección común, éstos han sido aplicados sin temor alguno por los interesados. No obstante, parecen haberse manifestado ciertas aprensiones a propósito de la conexión eventual de instalaciones asociadas a líneas eléctricas de muy alta tensión con las asociadas a estructuras vulnerables como los gasoductos y oleoductos.

Convendría proporcionar orientaciones a este respecto. Por otra parte, las Recomendaciones debieran indicar si es necesario incluir estas líneas de alta tensión en los planes de protección catódica cuando la base de las torres que las soporten sea de hormigón armado.

Observación 2.- En el caso de la protección eléctrica común de cables de suministro de energía, cables de telecomunicación, canalizaciones de agua o gas, oleoductos, etc., conviene considerar los puntos siguientes:

Comisión de estudio VI - Cuestiones

- a) ¿Existen permanentemente, o durante un cortocircuito en un cable de suministro de energía comprendido en el plan de protección eléctrica, inconvenientes tales como: peligro de una explosión de gas, riesgos de incendio, deterioración de la cubierta de los cables, o peligros resultantes del aumento de potencial de esas cubiertas, etc.?
- b) ¿Qué medidas especiales deben adoptarse y, eventualmente, qué dispositivos conviene prever para prevenir tales fenómenos?

Los dispositivos eventuales de protección deben garantizar la seguridad, tanto del personal como de las instalaciones.

Anexo 1

(a la Cuestión 9/VI)

Información facilitada a la Comisión de estudio VI durante el periodo 1961-1964

En la U.R.S.S., donde se emplean mucho los sistemas de protección catódica común, se ha comprobado que el mayor peligro reside en la corriente originada por diferencias de potencial producidas por pares galvánicos, y en los intercambios de corriente a que puede dar lugar el fallo del sistema de protección en las inmediaciones de una línea de tranvías o de sistemas de tracción de corriente continua.

Para evitar este paso de corriente y la consiguiente corrosión de las cubiertas de plomo, a proximidad de la protección común se insertan rectificadores que, por lo general, son, según el tipo de protección, de germanio o de silicio.

Empleada en la U.R.S.S desde 1954, la protección común ha dado buenos resultados, tanto para los cables de telecomunicación como para las canalizaciones subterráneas.

En Milán (Italia), existe una organización que coordina las distintas disposiciones y proposiciones sobre protección. Esta es especialmente necesaria en Milán, donde la red tranviaria es muy extensa. Dicha organización comprende un comité, que se reúne mensualmente, y una oficina técnica central. Está patrocinada por el municipio, sobre todo cuando hay que tomar medidas que interesan a varios servicios. Ha preparado ciertas definiciones relativas a la protección y reglamentos sobre medidas y sistemas comunes de protección.

En la República Federal de Alemania y en la U.R.S.S. no se aplica protección catódica alguna a los cables con cubierta de aluminio. La

Comisión de estudio VI - Cuestiones

protección catódica aplicada en el Reino Unido al cable Inverness-Nairn, con cubierta de aluminio, tiene exclusivamente por objeto suministrar datos a la Comisión de estudio VI, y no se ajusta a la práctica seguida normalmente en el Reino Unido para este tipo de cables.

Anexo 2

(a la Cuestión 9/VI)

Conclusiones a que llegó la Comisión de estudio VI del C.C.I.T.T.
durante el periodo 1961-1964

Cuando para conseguir una protección eléctrica común se conectan directamente cables de telecomunicación a la cubierta de un cable de distribución de energía, es necesario tener en cuenta el riesgo que corre el personal que trabaja en los cables de telecomunicación, en caso de cortocircuito a tierra de una de las fases del cable de suministro de energía. Este riesgo es particularmente grave si la red de energía eléctrica es de alta tensión y tiene el neutro conectado a tierra.

Conviene, pues, determinar en las inmediaciones del punto de conexión de cables de suministro de energía y de telecomunicación la elevación del potencial de la cubierta del cable de telecomunicación con relación al potencial de ese mismo cable en una zona alejada, cuando se produce un cortocircuito en el cable de suministro de energía, y decidir si puede admitirse tal aumento de potencial.

Por otro lado, parece conveniente recomendar a los obreros que hayan de ocuparse de cables de telecomunicación cuya cubierta esté conectada a la de un cable de suministro de energía que puenteen previamente con un conductor de suficiente diámetro el cable telefónico, en la parte en que se vaya a cortar.

Convendría estudiar las condiciones de realización de dispositivos destinados a ser conectados entre las cubiertas de los cables eléctricos y las cubiertas de los cables de telecomunicación, cuando la protección catódica se aplique conjuntamente a las dos estructuras, o cuando se prevea el uso de esos dispositivos para impedir interacciones perjudiciales. Los dispositivos en cuestión deberían permitir la circulación de la corriente continua, pero limitar el valor de la corriente alterna que circule en condiciones normales de funcionamiento y el de la corriente alterna que pueda circular cuando se produzca un fallo del sistema de puesta a tierra de la red eléctrica. Por consideraciones de orden práctico, quizá sea necesario instalar tales dispositivos en tierra, en puntos en que no sea indicado emplear fusibles ni cortocircuitos. La potencia nominal de los dispositivos en cuestión dependerá de la intensidad relativa de la corriente que pueda circular por las cubiertas de los cables de telecomunicación en caso de avería de las tomas de tierra de la red de cables eléctricos. Sería

Comisión de estudio VI - Cuestiones

interesante averiguar si conviene tomar precauciones distintas en el caso de dispositivos conectados a sistemas eléctricos de alta tensión y de dispositivos conectados a sistemas de tensión media.

Podría ser conveniente conocer la opinión de la Comisión de estudio V sobre este particular.

CUESTIÓN 10/VI

(texto revisado) (continuación de la parte a) de la Cuestión 10/VI, 1964-1968)

Casos insólitos de corrosión observados en cubiertas de plomo de cables subterráneos, pese a mantenerse en ellas potenciales catódicos.

Observación.- Véase la Cuestión 17/VI en lo que concierne a los estudios relativos a la corrosión debida a la corriente alterna.

Anexo

(a la Cuestión 10/VI)

Conclusiones a que ha llegado el C.C.I.T.T.

1. La Comisión de estudio VI ha recibido de Cebelcor diagramas de corrosión del plomo (diagramas del Profesor Pourbaix, reproducidos en las Recomendaciones).

El examen de los diagramas del Profesor Pourbaix revela que termodinámicamente es posible la corrosión si se aplican al plomo potenciales muy negativos.

Las experiencias hechas en el Laboratorio de Cebelcor y en polígonos de pruebas han permitido obtener corrosiones catódicas con un potencial inferior a $-2,1$ V y densidades de unos 10 mA/cm²; esta densidad es mil veces mayor que la necesaria para obtener una protección catódica en laboratorio, y de 1500 a 5000 veces más elevada que la utilizada normalmente en la práctica para la protección catódica de los cables.

El plomo sólo es corroído permanentemente por potenciales muy negativos en el caso del plomo puro en presencia de una solución acuosa; si se trata de aleaciones de plomo y de soluciones o de suelos húmedos, el ataque es un fenómeno transitorio y superficial.

Veinticinco años de experiencia en la protección catódica de cables no han revelado inconvenientes debidos a la aplicación de potenciales muy bajos.

Comisión de estudio VI - Cuestiones

No obstante, algunos países, en particular la U.R.S.S., han fijado un límite superior para el potencial de protección, aun reconociendo que, en suelos ordinarios, el valor de potencial del cátodo puede ser de varios voltios.

2. Según informaciones procedentes de Italia, Gran Bretaña, Bélgica y la U.R.S.S., existe otra forma de corrosión catódica, mucho más temible en la práctica. Se trata de la corrosión en un medio muy alcalino ($\text{pH} > 10$) del plomo sometido a un bajo potencial catódico.

Las curvas del Profesor Pourbaix y de la Administración de la U.R.S.S. son comparables; de ellas se desprende que es conveniente elevar el límite inferior del potencial de protección cuando el pH del suelo o de las canalizaciones sea superior a 10 (tanto por causas naturales como debido a trabajos efectuados en las proximidades).

Es, pues, necesario evitar que una protección catódica insuficiente ponga el plomo del cable tendido en un medio muy alcalino a un potencial inferior al límite de corrosión, pues de lo contrario ésta se producirá mucho más rápidamente que si no se hubiera aplicado la protección catódica, que no obstante, es recomendable, pues sin ella el cable se corroe de todos modos.

3. Los laboratorios de la Administración italiana, en Roma, estudian el mecanismo de ciertos casos de corrosión de cubiertas de cables de plomo francamente negativos.

Las características de los casos de corrosión observados eran las siguientes:

- a) Los cables eran negativos con relación al terreno circundante.
- b) En todos los casos estudiados se ha encontrado una capa compacta y adhesiva de protóxido de plomo (PbO) de forma tetragonal, muy poroso.
- c) En todos los casos se ha podido comprobar la existencia de un medio muy alcalino y, a veces, una variación del pH que iba de 7,7, a un metro de distancia del cable, a 10, a 1 centímetro del cable.

Los experimentos efectuados en laboratorio con una densidad de corriente constante han permitido esclarecer la naturaleza de los fenómenos electroquímicos. Es interesante señalar que estos casos de corrosión catódica se registraron en puntos de potencial negativo variable.

Las precedentes observaciones concuerdan con el caso mencionado en la Cuestión 10, estudiada en 1957-1960, de una corrosión catódica registrada en Gran Bretaña. Esta corrosión se produjo en condiciones bastante particulares, en una canalización de amianto-cemento donde había cal libre

Comisión de estudio VI - Cuestiones

y se manifestó cuando el potencial negativo con respecto a tierra era de 1 a 1,5 V (potencial medido con un electrodo impolarizable $\text{Cu}/\text{SO}_4\text{Cu}$). La corrosión catódica dejó de observarse con un potencial negativo de 10 V.

CUESTIÓN 11/VI

(Continuación de la Cuestión 11/VI, 1964-1968)

Modificaciones y adiciones a las Recomendaciones sobre la protección de los cables subterráneos contra la corrosión.

Observación 1.- Los estudios hechos sobre esta cuestión tienen por objeto mantener al día las Recomendaciones.

Observación 2.- Se subraya la necesidad de establecer un criterio en relación con las interacciones perjudiciales de los sistemas de protección catódica, y métodos de medida que permitan comprobar si se respeta este criterio en la práctica.

Observación 3.- Conviene proseguir el estudio de las medidas de protección contra los gases tóxicos, por ejemplo cuando se utilizan sopletes de combustible líquido para las soldaduras.

Observación 4.- Convendría estudiar las modificaciones que deben introducirse en los capítulos V y VI de las Recomendaciones en lo que respecta a la realización general de cubiertas y de revestimientos protectores contra las tensiones elevadas debidas a la inducción, los rayos, etc.

CUESTIÓN 12/VI

(nueva cuestión)

Revisión del folleto Impregnación de los postes de madera de las líneas de telecomunicación.

Anexo

(a la Cuestión 12/VI)

Comentarios de la Administración argentina

El estudio del folleto mencionado en la Recomendación L.2 (Impregnación de los postes de madera) sugiere la conveniencia de actualizarlo en razón del tiempo transcurrido desde su publicación, el consiguiente avance tecnológico habido en ese lapso y la omisión de algunos conceptos útiles para mejorar y mantener la calidad técnica de la información.

TOMO IX - Cuestión 10/VI, pág. 3; Cuestión 11/VI, Cuestión 12/VI, pág. 1

Comisión de estudio VI - Cuestiones

A juicio de la Administración argentina, que desea participar en ese trabajo, corresponde especialmente la revisión amplia de los Capítulos III y IV. Se destaca también la importancia de preparar un capítulo sobre estadísticas de durabilidad en servicio de postes preservados con diferentes sustancias, como único medio práctico para que los miembros del C.C.I.T.T. dispongan de una documentación de referencia de difícil obtención, aun en medios especializados, sobre el comportamiento y eficiencia de los tratamientos de acuerdo con las distintas especies forestales, requisitos y climas.

Dicho capítulo debiera ser el resultado de la recopilación de antecedentes proporcionados por las distintas administraciones, las cuales clasificarían la información para cada especie forestal o grupos afines empleadas como postes según años de servicio, preservador y retención e indicarían datos complementarios tales como proceso de tratamiento, características climáticas, especies de hongos e insectos aislados o determinados en las piezas preservadas.

Sería deseable bajo todo punto de vista, el mayor acopio de documentación proveniente de zonas tropicales y subtropicales, pues es nuestra experiencia y creemos también la de Australia, Nueva Zelandia y la India, que algunas líneas de preservadores modernos hidrosolubles, difundidos y promocionados internacionalmente han fracasado cuando se emplearon con las retenciones recomendadas por sus patrocinadores.

Bajo un punto de vista general, se han tenido en cuenta para la presente propuesta, las observaciones que se concretan en relación con los capítulos del folleto preparado por el C.C.I.T.T. de conformidad con la Recomendación L.2.

Capítulo I

Especies de árboles empleadas en la fabricación de postes

No parece útil un texto tan generalizado y de mantenerse debería considerar las especies forestales principales de los hemisferios norte y sur, distinguiendo dos grupos principales: coníferas y latifoliadas.

Por otra parte se advierten algunas inexactitudes en el texto. Por ejemplo no puede indicarse con propiedad que los postes de eucaliptos puedan clasificarse dentro de las maderas con mayor resistencia a la pudrición en condiciones naturales; la mayoría no lo son y sólo un escaso número de esencias australianas, las denominadas vulgarmente "iron bark" (*Eucalyptus sideroxylon* E. crebra, etc.) pueden equiparar su durabilidad natural con otras maderas duras tropicales como nuestros quebrachos colorados (*Schinopsis*) o a coníferas con resinas de gran toxicidad (*Thuja plicata*).

Comisión de estudio VI - Cuestiones

Condiciones climatológicas

Para destacar la importancia de la acción biológica según la condición climática y las modificaciones de los tipos y condiciones de los tratamientos, se debe enfatizar sobre la relevancia de las retenciones y de las sustancias que se aplican y suprimir toda referencia ambigua.

Inspección de los postes aislados

El carácter especializado que asume el reconocimiento del tipo y grado de ataque biológico de un poste, tornaría inoperante considerar superficialmente este punto. Posiblemente sería más útil indicar las reglas básicas para inspeccionar partidas de postes preservados y enumerar los requisitos fundamentales para establecer buenas especificaciones de compra.

Capítulo II

Parecería ser frecuente y normal que las administraciones en su carácter de usuarios adquieran sus postes en el mercado maderero y no intervengan en el aprovechamiento de las masas forestales. Siendo así, lo destacable es la importancia de la especificación de los defectos admisibles y de las características técnicas de las piezas, tales como humedad, porcentaje de albura, etc., es decir, los requisitos que permiten mantener la calidad mecánica necesaria y la condición técnica compatible con la impregnación y su relieve a un mismo nivel con la bondad del tratamiento preservador, para alcanzar el rendimiento previsto. Según este lineamiento deberían eliminarse aquellas referencias que signifiquen normas propias del abastecedor, tales como época de corte, transporte, etc., cuya tecnología sigue los principios de la dasonomía.

Capítulo III

Requeriría una concepción moderna, haciendo uso de la nomenclatura actual y suprimiendo y agregando sustancias y formulaciones. Así podría sostenerse la conveniencia de integrar la recomendación, además de los conceptos y definiciones pertinentes, considerando los siguientes grupos de preservadores:

- a) Preservadores oleosos: creosota, soluciones de creosota y aceites combustibles de petróleo, soluciones de creosota y pentaclorofenol, emulsiones de creosota y arsénico.
- b) Preservadores oleosolubles: fenoles clorados y naftenatos.
- c) Preservadores hidrosolubles:
 - i) simples: bicloruro de mercurio, sulfato de cobre.
 - ii) compuestos: combinaciones de sales de flúor, arsénico, cromo y derivados fenólicos (flúorarсенicales cromatados);

Comisión de estudio VI - Cuestiones

combinaciones de sales de cobre, arsénico, cinc y cromo (cuproarsenicales cíclicos cromatados); combinaciones de sales de cobre, arsénico y cromo (cuproarsenicales cromatados).

Capítulo IV

Es aconsejable dar los procesos de tratamiento genéricamente en base a su sistema operacional; eliminar la mención de los que por su índole sólo representan variaciones restringidas a un ámbito regional, sean el resultado de procedimientos patentados destinados al uso de formulaciones especiales (Cobra, Osmose, etc.), o no signifiquen una penetración ponderable del leño (tratamientos superficiales); fijar pautas para elegir tratamientos y establecer las condiciones técnicas generales del material en relación a los mismos.

Proporcionar una idea clara, concisa y rigurosamente técnica, parece de fundamental importancia para impedir la improvisación y el éxito de las habilidades promocionales de neto corte comercial que actúan en el mercado internacional, ofreciendo procedimientos no adecuados a las particularidades regionales.

Así por ejemplo, podrían ser parte de las condiciones a cumplir para seleccionar debidamente un tratamiento, los siguientes conceptos:

- 1) que resulte adecuado para el impregnante y se adapte a las características provistas por la especie forestal y su modalidad de comercialización;
- 2) que sea capaz de procurar el índice de eficacia del tratamiento, fijado de antemano de acuerdo con el riesgo biológico, por una retención expresada en kilogramos de preservador por metro cúbico de madera y por una penetración mínima del diámetro del poste;
- 3) que resulte factible de controlar en la planta de preservación durante el proceso;
- 4) que la relación volumen impregnado-tiempo sea compatible con un costo de contralor equitativo.

El desarrollo de los tipos de tratamiento, sistemas operacionales y requisitos tecnológicos que suponen para el material, podría hacerse según un lineamiento aproximado al propuesto en el cuadro resumido, adjunto a la presente.

Por último, parecería práctico y conveniente editar este tipo de publicación, por su índole sujeta a periódica revisión, como manual de hojas movibles y evitar así la incidencia de las modificaciones y la consiguiente preparación del nuevo folleto.

Comisión de estudio VI - Cuestiones

Por los fundamentos expuestos la Administración argentina propone:

- 1) que se ponga en revisión la Recomendación L.2 "Impregnación de los postes de madera";
- 2) que de aprobarse dicha moción, se tenga especialmente en cuenta la discusión de los Capítulos III y IV;
- 3) que de aprobarse dicha moción, se incorpore un capítulo sobre durabilidad en servicio de postes preservados;
- 4) que las recomendaciones se editen en lo sucesivo como manuales de hojas movibles.

CUADRO I

Método de tratamiento	Duración	Preservadores posibles	Posibilidad de control de la retención	Condición técnica del material
Vacío-presión (Bethell, Lowry y Rüping)	1,5 a 3 horas	Oleosos, oleosolubles e hidrosolubles	Por simple cálculo	Humedad por debajo del punto de saturación de las fibras (postes estacionados al aire)
Baños caliente-frío	Generalmente ciclos de 24 horas	Idem, pero limitados por razones prácticas a oleosos y oleosolubles	Idem, pero tomando en cuenta ciertas correcciones	Idem
Desplazamiento de la savia (Boucherie)	Generalmente 24 horas por cada 2-3 metros de longitud	Hidrosolubles	Difícil por simple cálculo	Humedad por encima del punto de saturación de las fibras (postes sin secamiento)
Inmersión	Días a semanas	Hidrosolubles generalmente simples	Generalmente se usan técnicas analíticas	Generalmente humedad por encima del punto de saturación de las fibras (postes sin secamiento)
Difusión u ósmosis	Semanas a meses	Hidrosolubles	Idem	Humedad por encima del punto de saturación de las fibras (postes sin secamiento)

Comisión de estudio VI - Cuestiones

CUESTIÓN 13/VI

(Continuación de la Cuestión 13/VI), 1964-1968)

Corrosión de estructuras enterradas o sumergidas, como consecuencia de la entrada o salida de corriente continua de electrodos instalados a proximidad de tales estructuras.

a) Para redes de transporte de energía de alta tensión por corriente continua, o

b) Para la telealimentación de repetidores instalados en cables de telecomunicación terrestres y submarinos.

Observación 1.- La Contribución COM VI - N.º 13 (1961-1964) de la Administración de la U.R.S.S. debería estudiarse en el marco de esta nueva Cuestión. La Administración de la U.R.S.S. ha prometido proporcionar información complementaria. El Reino Unido e Italia someterán también nuevas contribuciones a esta Cuestión.

Observación 2.- Aunque ello salga del ámbito de esta Cuestión, convendría estudiar la concepción de los sistemas de electrodos que deben preverse, en tal o cual aplicación, para descargar en el suelo una corriente continua o para dar paso a la corriente continua proveniente del suelo (incluido el mar).

CUESTIÓN 14/VI (Y CUESTIÓN 22/V)

(Continuación de la Cuestión 14/VI, 1964-1968, en estudio por un Grupo de trabajo mixto V/VI)

PARTE A

a) Estudio de los fenómenos electromagnéticos que pueden producirse dentro o fuera de un cable, enterrado o aéreo, como consecuencia de la caída de un rayo cerca de ese cable.

b) Posibilidad de determinar mediante el cálculo los efectos protectores producidos por la proximidad de conductores enterrados o de conductores aéreos conectados a tierra, de árboles aislados o de grupos de árboles, de edificios provistos de pararrayos, etc.

e) Algunos transmisores de radiodifusión o de televisión, situados en cumbres de montañas expuestas a frecuentes tormentas, están servidos por cables subterráneos de telecomunicación con circuitos de frecuencias vocales, puestos a tierra en sus extremos, y/o por cables de pares coaxiales. En estos casos, los cables, sus conductores y los equipos a ellos conectados, pueden sufrir daños como consecuencia de la caída de rayos en la antena o en la cima de la montaña.

Comisión de estudio VI - Cuestiones

¿Qué medidas pueden adoptarse para preservar de los daños originados por los rayos a estos cables, a sus conductores y a los equipos a ellos asociados?

PARTE B

a) Grado en que la cubierta o el alma de un cable (aéreo o enterrado) pueden sufrir daños como consecuencia de la caída de rayos en las inmediaciones.

b) Medida en que influyen en esta sensibilidad diversas características de construcción y tendido del cable (alma del cable, cubierta, revestimientos diversos, armaduras, etc.).

PARTE C

Posibilidad de utilizar un revestimiento cuyas propiedades conductoras respondan a las necesidades de protección contra los rayos y contra la corrosión.

Observación.- Esta cuestión (idéntica a la Cuestión 22/V) debe estudiarla el Grupo de trabajo mixto CDF de las Comisiones de estudio V y VI durante el periodo 1968-1972.

CUESTIÓN 15/VI

(Continuación de la Cuestión 15/VI, 1964-1968)

Protección contra la corrosión del acero u otros metales ferrosos utilizados en la construcción de cables para disminuir su sensibilidad:

- a la inducción electromagnética;
- a los daños mecánicos.

CUESTIÓN 16/VI

(Continuación de la Cuestión 16/VI, 1964-1968)

Evaluación de la degradación de las propiedades de las cubiertas y revestimientos de materia plástica; el estudio debe versar en particular sobre la influencia de los siguientes factores:

- composición, naturaleza de sus componentes y condiciones de preparación y de utilización;
- medio ambiente (intemperies, radiación solar, contaminación, bacterias);

Comisión de estudio VI - Cuestiones

- tensiones mecánicas sufridas;
- naturaleza de los posibles contactos con sustancias que puedan ejercer efectos catalíticos, indicando con la mayor precisión posible la naturaleza de los daños;
- evaluación de la calidad de las cubiertas de materia plástica en función del tiempo.

Observación.- En la página 500 del Tomo I del Libro Rojo del C.C.I.T.T. (versión francesa) se estudia el comportamiento del polietileno en presencia de ciertas materias.

CUESTIÓN 17/VI

(Continuación de la Cuestión 17/VI, 1964-1968)

Corrientes vagabundas alternas y su posible influencia en la corrosión de las canalizaciones subterráneas.

Los estudios sobre la corrosión de las canalizaciones metálicas enterradas se hacen en general con instrumentos insensibles a la corriente alterna. En consecuencia, el efecto de las corrientes alternas en el ritmo de la corrosión puede ofrecer dudas. Es interesante, pues, aclarar las siguientes cuestiones:

- a) ¿Qué métodos pueden utilizarse para medir la densidad de la corriente alterna entre una canalización y el suelo?
- b) ¿Pueden influir en la velocidad de corrosión de las canalizaciones subterráneas las densidades de corriente alterna que se registran en la práctica?
- c) Si la corriente alterna influye en el ritmo de corrosión, ¿va acompañada la acción de esta corriente de una modificación correspondiente de la diferencia de potencial de corriente continua entre el metal y el suelo, o bien hay que proceder, por el contrario, a una medición distinta de la de la diferencia de potencial de corriente continua para poner de manifiesto la acción de la corriente alterna sobre la corrosión?

Anexo

(a la Cuestión 17/VI)

Conclusiones a que ha llegado el C.C.I.T.T. entre 1960-1968

La Comisión de estudio VI tuvo conocimiento en 1960 de un estudio efectuado en Turín (Italia) por la Stipel, acerca de la corrosión por corrientes alternas. Los resultados del estudio, efectuado en laboratorio,

Comisión de estudio VI - Cuestiones

demuestran la existencia en determinadas condiciones de una corrosión producida por corrientes alternas.

Esta corrosión se caracteriza por perforaciones en forma de cráteres de paredes abruptas. La influencia de la frecuencia de la corriente en la gravedad de la corrosión es objeto de un estudio complementario¹⁾.

La Comisión de estudio VI prestó también atención al estudio realizado por L. Amy y C. Mounios, publicado en la Revue générale d'électricité (marzo de 1957)²⁾. Este estudio, que da cuenta de trabajos realizados en laboratorio, confirma la existencia de corrosión debida a corrientes alternas, incluso en ausencia de toda componente continua. También señala la posibilidad de que el efecto de rectificación motivado por un contacto húmedo entre dos metales (hierro-plomo) cause una componente continua.

Los Departmental Research Laboratories de Australia han estudiado en 1964 los efectos de corrientes alternas en la corrosión del plomo por una corriente continua en un electrolito de cloruro de sodio de molaridad 0,2, para densidades de corriente continua de 0-100 mA/cm² y de corriente alterna de 0-180 mA/cm².

Cuando el plomo hacía de ánodo, se registró un aumento de 5 a 10% del índice de corrosión, pero la reproducción del fenómeno no fue satisfactoria, debido quizá a problemas de circuito.

Cuando el plomo constituía el cátodo, con una corriente continua de 10 mA/cm² que llegaba a la superficie del plomo por el electrolito, la superposición de corriente alterna de 10 mA/cm² a 150 mA/cm² provocaba una ligera corrosión.

En estos experimentos, la superposición de una corriente alterna en una superficie de plomo corroída por la pérdida de corriente continua en el electrolito, provocaba la formación de productos de corrosión cuyo aspecto, y probablemente también su composición, diferían de los que se forman en ausencia de corrientes alternas.

1) Véase también el artículo del Sr. C.E. Galimberti: "La corrosión del plomo por la corriente alterna", publicado en la revista Corrosion, Volumen 20, N.º 5, de 4 de mayo de 1964.

2) Véase igualmente la Revue générale d'électricité, págs. 228-231, abril de 1960.

Comisión de estudio VI - Cuestiones

Las investigaciones ulteriores¹⁾ efectuadas en laboratorio tienden a confirmar que la corriente alterna provoca la corrosión acelerada del plomo, si este metal constituye el ánodo.

Estas investigaciones demuestran que:

- aunque sólo provoque ligeras pérdidas del metal de la cubierta, la corrosión por corriente alterna causa a ésta daños comparables a los de la corriente continua; ello se debe a la fuerte localización y al carácter perforador de los cráteres, de forma redondeada y paredes muy abruptas;
- la eficacia de la corrosión tiende a aumentar no sólo a medida que disminuye la frecuencia, sino también según disminuye la densidad de la corriente; los resultados experimentales no permiten, sin embargo, fijar límites inferiores de seguridad en lo que respecta a la densidad de la corriente;
- las mediciones de potencial con respecto a tierra no permiten diagnosticar con seguridad el riesgo de corrosión.

Al parecer, la corriente alterna corroe el plomo a una velocidad igual al 1% aproximadamente de la correspondiente a la corriente continua. El fenómeno se acentúa con una polarización anódica, incluso cuando se trata de corrientes de poca densidad, mientras que una polarización catódica lo anula. La asociación galvánica con metales menos nobles que el plomo (magnesio, hierro, cinc) generalmente provoca una reducción de la corrosión pero, en el caso del magnesio, ésta puede, al contrario, aumentar si la corriente recorre el metal y sufre así una rectificación.

La morfología de la corrosión presenta dos aspectos distintos, según que los aniones presentes en la solución produzcan sales solubles o una película protectora.

Las pruebas se han hecho con valores elevados de densidad de la corriente alterna, pues, en la práctica, los intercambios de corriente alterna con el suelo generalmente se concentran en superficies muy pequeñas en las que el revestimiento aislante del cable está deteriorado.

La conclusión a que han permitido llegar estas investigaciones indica que antes de proteger un cable con cubierta de plomo hay que analizar, no sólo la dispersión de la corriente continua en el suelo, sino también la presencia eventual de acoplamientos galvánicos con el plomo, debidos a la corriente alterna del suelo.

1) Véase el artículo del profesor Galimberti titulado "La corrosión del plomo por la corriente alternativa", publicado en el número de mayo de 1964 de Corrosion, órgano oficial de la N.A.C.E., Vol. 20, N.º 5, págs. 150 a 157 y el artículo de F. Williams publicado en la revista Materials Protection (Vol. 5, N.º 2, febrero de 1967).

Comisión de estudio VI - Cuestiones

Si sólo se confirma la presencia de la corriente alterna, se plantea el problema económico de si es o no oportuno aplicar la protección.

Las conclusiones que preceden se han visto confirmadas por los resultados de una encuesta hecha por la Unión Internacional de Ferrocarriles (U.I.F.) (Relator: los ferrocarriles italianos) sobre los cables de telecomunicación tendidos a lo largo de líneas electrificadas de corriente alterna.

Los estudios experimentales se han llevado a cabo de acuerdo con la Sociedad SIP y con la colaboración de la Sociedad SIRTI. Han puesto de relieve: a) la agresividad nula del suelo, según los análisis físicos y químicos; b) la existencia de fuertes corrientes alternas, variables según la circulación de los trenes, superpuestas a débiles corrientes continuas invariables.

Las corrosiones observadas durante esta encuesta llevan a concluir que deben atribuirse principalmente a la corriente alterna.

La Administración de la U.R.S.S. ha observado que, por término medio, la acción corrosiva de la corriente alterna de frecuencia industrial en la armadura de acero de un cable representa del 1 al 2,5% de la acción de una corriente continua de igual valor; no obstante, para el plomo, y sobre todo para el aluminio, el porcentaje es seguramente mayor.

La Administración suiza ha hecho pruebas de laboratorio con muestras de cubiertas de plomo desnudas o protegido por cuatro tipos distintos de revestimiento, impregnado de betún o de alquitrán.

A estas muestras, sumergidas en una cubeta llena de agua potable, se les aplicaron tensiones alternas de $4 V_{\text{eff}}$ en 50 Hz y $16 \frac{2}{3}$ Hz, con y sin superposición de una tensión continua de 100 mV, y tensiones continuas de 100 mV sin superposición de tensión alterna.

El valor de 100 mV corresponde poco más o menos a los potenciales de corriente continua que normalmente se registran en los cables. Las pruebas han durado dos meses.

La Administración suiza ha llegado a la conclusión de que, comparados con los efectos de la corriente continua, los de la corriente alterna son tan débiles que una variación positiva de unos 100 mV en el caso de la corriente continua, es más peligrosa que la influencia de una tensión alterna de $4 V_{\text{eff}}$.

El C.C.I.T.T. ha decidido en consecuencia, en 1964-1968, que se lleve a cabo una serie de experiencias controladas para poder concluir los trabajos ya emprendidos a este respecto. Una vez establecida definitivamente la magnitud de la corrosión imputable a los valores particulares de la corriente alterna, habrá que preparar un texto adecuado para las

Comisión de estudio VI - Cuestiones

"Recomendaciones". Esas dos tareas se han confiado a un Grupo de trabajo compuesto por las siguientes personas:

Sr. Cabrillac (C.I.G.R.E.), Presidente, Dr. Vögtli (Suiza), Prof. Galimberti (Italia), Sr. Dimario (Italia) y Dr. Ronzani (Italia).

CUESTIÓN 18/VI

(Continuación de la Cuestión 18/VI, 1964-1968)

(Cuestión Asia 9 planteada por la Comisión del Plan para Asia, C.C.I.T.T., 1964)

Condiciones de utilización de armaduras.

a) En los cables directamente enterrados, ¿cómo contribuye la armadura a la seguridad de la instalación y a la seguridad de funcionamiento?

b) ¿En qué condiciones se puede renunciar a la armadura para los cables enterrados directamente?

c) Si, en ciertas condiciones, la armadura debe aumentar esencialmente la resistencia del cable a la tracción, ¿no sería más económica otra clase de cable, por ejemplo, un cable sin armar con hilo central de refuerzo?

Observación 1.- Convendría facilitar información sobre la resistencia relativa de los cables reforzados por un revestimiento adicional de materia plástica, comparada con la de los cables protegidos por una cubierta y una armadura metálica ordinarias. Es conveniente conocer la resistencia relativa de los cables a los esfuerzos de tracción, impulsión y compresión que pueden producirse durante el tendido y en condiciones normales de funcionamiento. Es igualmente importante la resistencia relativa de los dos tipos de cable a las vibraciones y al desplome del terreno.

¿Cómo se pueden medir estas propiedades de resistencia a los esfuerzos mecánicos y a los daños?

Observación 2.- Véase la Recomendación L.3.

CUESTIÓN 19/VI

(nueva cuestión)

Problemas de corrosión y de puesta a tierra resultantes del empleo de tuberías de distribución de agua no conductoras y de cubiertas no conductoras para cables de suministro de energía eléctrica y de telecomunicación.

Comisión de estudio VI - Cuestiones

Observación 1.- Frecuentemente, el suministro de energía eléctrica de baja tensión exige una tierra de protección con poca impedancia para que pueda funcionar un fusible o interruptor en caso de falla del aislamiento. Si la tubería de distribución de agua o la cubierta del cable no es suficientemente conductora quizá no sea fácil disponer de la toma de tierra de buena calidad necesaria. Por ello, en algunos países, las empresas de electricidad conectan el neutro del cable de alimentación en energía a una serie de electrodos de puesta a tierra repartidos a todo lo largo del mismo, de modo que pueda servir de tierra de protección. Esta puesta a tierra múltiple del neutro permite a una parte de la corriente de carga circular por la tierra; si esta corriente contiene una componente continua, apreciable, puede ser necesario proteger contra la corrosión los cables de telecomunicación cercanos provistos de cubiertas metálicas.

Observación 2.- A menudo, la impedancia del sistema de puesta a tierra de una estación de telecomunicaciones depende en gran medida del contacto que las cubiertas metálicas de los cables telefónicos que entran en la estación tengan con tierra a lo largo del trayecto. Si tales cables se sustituyen total o parcialmente por otros provistos de cubiertas no conductoras, aumentará la impedancia del sistema de electrodos de puesta a tierra de la estación y será necesario considerar el efecto de este aumento en las funciones de protección y de otro tipo.

Esta Cuestión debe estudiarse en colaboración con las demás Comisiones de estudio interesadas.

CUESTIÓN 20/VI

(nueva cuestión)

¿Puede recomendarse el empleo de sustancias protectoras en general y de compuestos de arsénico en particular, incorporados en forma de pasta a la cubierta de cables enterrados sujetos a los daños producidos por coleópteros y termitas?

Anexo

(a la Cuestión 20/VI)

Comentarios de la Administración argentina

El análisis de la información obtenida por la Comisión de estudio VI en el periodo 1957-1960 y el contenido de los Anexos 2 y 3 del Libro Azul, Tomo IX, (donde se transcribe aquella proveniente de las Administraciones australiana y de la Federación de Malasia y Singapur) indican que la acción biológica sobre las cubiertas de cables, resultan principalmente de la actividad de termitas y coleópteros.

Comisión de estudio VI - Cuestiones

Existe un paralelismo evidente entre esta actividad y lo que ocurre en la madera, donde también son responsables estos organismos de importantes daños, hasta el punto de que uno de los mencionados en los antedichos informes, *Hylotropes bajulus* L., resulta uno de los principales agentes destructores de casas de madera en países europeos, al igual que algunas especies de termitas.

Una de las ramas de la tecnología de la madera es la preservación de ésta frente a la acción de los agentes biológicos y la misma ha experimentado y aplicado cientos de sustancias con propiedades fungicidas e insecticidas como preservadores de maderas expuestas a diversas condiciones de servicio. Entre estas sustancias, los compuestos inorgánicos de arsénico se han destacado como los mejores para controlar el ataque de las termitas y coleópteros, de acuerdo con la más reciente información.

Por todo ello la Administración argentina propone:

- 1) que se realicen ensayos de compatibilidad para determinar la posibilidad de incorporación a las envolturas de los cables de compuestos de arsénico tales como trióxido y pentóxido;
- 2) que se intensifiquen las experiencias sobre la eficacia de estos productos y las dosis aconsejables.

Comisión de estudio VI - Cuestiones

Cuadro recapitulativo de las cuestiones confiadas a la Comisión de estudio VI durante el periodo 1968-1972

N.° de la cuestión	Tema resumido	Observaciones
1/VI	Fabricación de cubiertas de cable de aluminio. Revestimientos protectores de esas cubiertas	
2/VI	Fabricación de cubiertas de cable de metales distintos del plomo y del aluminio	
3/VI	Empleo de materias plásticas como revestimiento protector de las cubiertas metálicas de cable	
4/VI	Fabricación de cubiertas de cable de materia plástica	
5/VI	Ataque de las materias plásticas por los insectos y roedores	
6/VI	Fabricación de cables con conductores aislados por materias plásticas	
7/VI	Métodos para mantener en las cubiertas de los cables una presión gaseosa	
8/VI	Clasificación de las corrosiones no electrolíticas	
9/VI	Protección catódica común a varias redes	
10/VI	Casos insólitos de corrosión de las cubiertas de plomo	
11/VI	Modificación de las "Recomendaciones"	
12/VI	Revisión del folleto "Impregnación de los postes de madera de las líneas de telecomunicación"	
13/VI	Corrosión provocada por el intercambio de corriente continua con sistemas de electrodos instalados a proximidad	

Comisión de estudio VI - Cuestiones

N.º de la cuestión	Tema resumido	Observaciones
14/VI	Protección contra el rayo	Asimismo Cuestión 22/V. La estudiará el Grupo mixto CDF de las C.E. V y VI
15/VI	Protección de los blindajes y armaduras	
16/VI	Degradación de las propiedades de las cubiertas de materia plástica	
17/VI	Corrientes vagabundas alternas	
18/VI	Condiciones de utilización de armaduras	
19/VI	Problemas de corrosión y de puesta a tierra resultantes del empleo de tuberías de distribución de agua no conductoras y de cubiertas no conductoras para cables de suministro de energía eléctrica y de telecomunicación	
20/VI	¿Puede recomendarse el empleo de sustancias protectoras en general y de compuestos de arsénico en particular, incorporados en forma de pasta a la cubierta de cables enterrados expuestos a los daños producidos por coleópteros y termitas?	

