



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

K.14

PROTECCIÓN CONTRA LAS PERTURBACIONES

**EMPLEO DE UNA PANTALLA METÁLICA
EN CABLES DE CUBIERTA DE PLÁSTICO**

Recomendación UIT-T K.14

(Extracto del *Libro Azul*)

NOTAS

1 La Recomendación UIT-T K.14 se publicó en el tomo IX del Libro Azul. Este fichero es un extracto del Libro Azul. Aunque la presentación y disposición del texto son ligeramente diferentes de la versión del Libro Azul, el contenido del fichero es idéntico a la citada versión y los derechos de autor siguen siendo los mismos (Véase a continuación).

2 Por razones de concisión, el término «Administración» se utiliza en la presente Recomendación para designar a una administración de telecomunicaciones y a una empresa de explotación reconocida.

© UIT 1988, 1993

Reservados todos los derechos. No podrá reproducirse o utilizarse la presente Recomendación ni parte de la misma de cualquier forma ni por cualquier procedimiento, electrónico o mecánico, comprendidas la fotocopia y la grabación en micropelícula, sin autorización escrita de la UIT.

Recomendación K.14

EMPLEO DE UNA PANTALLA METÁLICA EN CABLES DE CUBIERTA DE PLÁSTICO

(Ginebra, 1972; modificada en Málaga-Torremolinos, 1984)

El revestimiento metálico de un cable le provee de una pantalla electrostática y en cierto grado magnética. La cubierta de plástico no tiene propiedades intrínsecas de pantalla. Algunos cables de cubierta de plástico (por ejemplo, los de núcleo con aislamiento de papel) llevan una pantalla metálica como barrera antihumedad, que generalmente tiene la forma de una cinta de aluminio dispuesta longitudinalmente, y tiene las mismas propiedades de apantallamiento que un blindaje de metal no férreo, de igual conductividad longitudinal. Sin embargo, la cinta tiene que estar conectada en sus extremos a los sistemas de toma de tierra de la central telefónica, y/o a puntos de toma de tierra convenientemente situados, como por ejemplo, a las cubiertas metálicas de los cables, en toda su longitud. También es importante que, en los puntos de empalme, la cinta se prolongue mediante conexiones de muy baja resistencia. Aunque el efecto de apantallamiento de la cinta sea quizá reducido a 50 Hz, puede ser importante en las frecuencias que originan ruidos interferentes. La presencia en el cable de una pantalla reduce asimismo la inducción causada por las componentes de alta frecuencia de las corrientes transitorias originadas por la conmutación en las líneas eléctricas y por el rayo. El creciente empleo de equipos de telecomunicación miniaturizados de muy pequeña capacidad térmica acrecienta la importancia de estas tensiones transitorias inducidas.

En vista de las anteriores consideraciones y de la experiencia adquirida en el uso de cables telefónicos de cubierta de plástico,

el CCITT recomienda:

1 Puesto que los cables de cubierta de plástico y sin pantalla dan satisfacción para el enlace entre los abonados y las centrales, pueden seguirse utilizando en los lugares en que no haya ferrocarriles electrificados que funcionen con corriente alterna. Sin embargo, siempre hay que tener en cuenta el riesgo de interferencia que puede existir cerca de los ferrocarriles electrificados y especialmente de aquellos cuyas locomotoras están equipadas de dispositivos controlados por tiristores. También hay que tener en cuenta eventuales interferencias por los transmisores radioeléctricos que trabajan en la misma gama de frecuencias que los circuitos encaminados por el cable de cubierta de plástico.

2 Los cables interurbanos y de enlace estarán provistos de una pantalla que puede ser una barrera antihumedad con cinta de aluminio. Los cables provistos de una pantalla de conductividad equivalente aproximadamente a la mitad de la conductividad del cable con cubierta de plomo, cuyo núcleo tiene el mismo diámetro, han dado completa satisfacción en donde no hay riesgos graves de inducción magnética.

3 Si un cable de cubierta de plástico está provisto de una pantalla de conductividad equivalente a la de un cable con cubierta de plomo, se comprueba que, en presencia de inducción, podrá utilizarse el cable exactamente en las mismas circunstancias que el cable con cubierta de plomo.

4 Si el efecto producido por la pantalla especificado en los § 2 y 3 anteriores no basta para limitar a valores admisibles la inducción a frecuencias industriales o a sus armónicos, por las líneas eléctricas o las vías férreas electrificadas cercanas, se podrá mejorar el factor de apantallamiento aumentando:

4.1 la inductancia de la cubierta metálica, si es necesario, por medio de un enrollamiento con cintas de acero;

4.2 la conductividad de la pantalla existente, insertando cintas o hilos metálicos suplementarios colocados bajo la misma.

También puede ser necesario mejorar el efecto reductor si hay un riesgo de ruido interferente en la cercanía de las vías férreas electrificadas equipadas con dispositivos controlados por tiristores.

5 La pantalla tendrá que estar conectada a los sistemas de toma de tierra de los centros de telecomunicación. En lo que respecta a los cables de abonado, el extremo alejado debe estar conectado a una toma de tierra adecuada. Es importante asimismo que en los empalmes del cable esté asegurada la continuidad de la cinta por conexiones de baja resistencia.

6 Teniendo en cuenta el aumento del número de instalaciones eléctricas y el nivel de los armónicos debido a las nuevas técnicas, cabe esperar de ello una agravación de los efectos de inducción. A este respecto, puede revelarse muy útil mejorar el efecto de apantallamiento de los cables de cubierta de plástico como ya se ha indicado.

7 Si hay que tender cables en zonas en que exista el riesgo de recibir descargas atmosféricas, se llama la atención sobre la importancia de la pantalla metálica y de su construcción para la protección de los cables contra el rayo, del mismo modo que sobre la importancia de las interconexiones de la pantalla con otras estructuras [1].

8 Factor de apantallamiento (o reductor)

Para todos los tipos de cable, sea cual fuera el revestimiento exterior de plástico, los siguientes hechos permiten evaluar, en general suficientemente, el factor de apantallamiento a la frecuencia de la red de alimentación. En particular, muestran el grado en que el factor de apantallamiento que debe utilizarse en la práctica depende de las condiciones de aplicación.

8.1 *Consideraciones generales*

El efecto de apantallamiento producido por la pantalla metálica de un cable depende esencialmente:

- de la frecuencia de la f.e.m. inducida. Así, la limitación de esta f.e.m. a la frecuencia de la red (16 2/3 Hz, 50 Hz, 60 Hz) es un elemento determinante en la elección del cable, desde el punto de vista de la seguridad del personal y de las instalaciones. Por otra parte, debe tenerse también en cuenta el factor de apantallamiento a las frecuencias más altas cuando se trata de proteger a los equipos contra la interferencia. Una buena reducción de la f.e.m. inducida en la frecuencia de la red puede ser suficiente para lograr una protección completa;
- del nivel de la f.e.m. inducida por unidad de longitud, si la pantalla se compone de materiales ferromagnéticos. El efecto de apantallamiento de un cable así es óptimo para un valor dado de la f.e.m. inducida por unidad de longitud; así pues, es posible que un cable diseñado para reducir f.e.m. inducidas por unidad de longitud elevadas no tenga ninguna eficacia práctica en la protección contra f.e.m. inducidas por unidad de longitud débiles. La constitución de la pantalla debe adaptarse al nivel de la f.e.m. inducida por unidad de longitud;
- de la calidad de su puesta a tierra. El efecto de apantallamiento está determinado por el valor de la corriente que circula por la pantalla metálica. Es, pues, determinante el valor de la resistencia que presentan las partes que permiten el paso de corriente entre la pantalla y tierra. Para cables con cubierta exterior de plástico aislante, si las puestas a tierra se realizan únicamente en los extremos, deben presentar una resistencia de muy bajo valor: es preferible que la cubierta se ponga a tierra a intervalos regulares a lo largo de la línea; si la estructura comporta un revestimiento de plástico conductor, la puesta a tierra de la cubierta es prácticamente continua;
- de la longitud de la sección inducida del enlace que ha de protegerse. Cuanto más larga es la sección, más fácil es mejorar el efecto de apantallamiento. La noción de longitud se refiere, en este caso, a la calidad de las tomas de tierra que han de efectuarse.

8.1.1 *Factor de apantallamiento (o reductor) (para la aplicación de los símbolos véase el apéndice I)*

En las *Directrices* se definen los factores de apantallamiento siguientes más frecuentemente utilizados:

- El factor de apantallamiento nominal, k_n (véase la figura 1/K.14), fácilmente medible en laboratorio y que permite calificar la eficacia del efecto de apantallamiento.

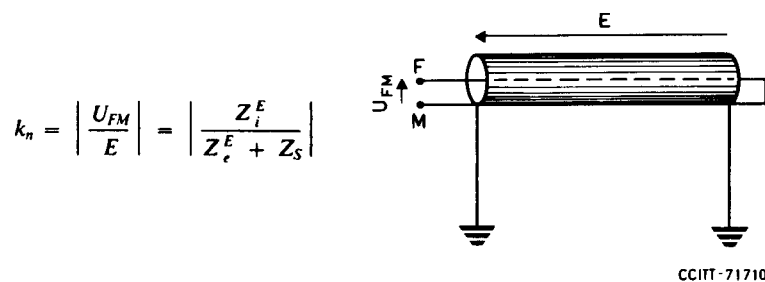


FIGURA 1/K.14

- El factor de apantallamiento con respecto a la tierra distante, $k_{ff'}$ (véase la figura 2/K.14). Conviene tener en cuenta este factor si se trata de proteger un enlace contra riesgos e interferencias, hallándose conectados los extremos de los conductores de los pares de abonado a una toma de tierra neutra, a través de ciertos órganos de los equipos, en ausencia de convertidores.

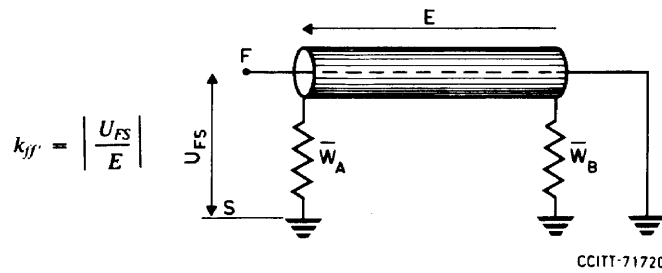


FIGURA 2/K.14

- El factor de apantallamiento relativo a la envoltente, k_{fm} (véase la figura 3/K.14). Ha de tenerse en cuenta este factor en el caso de que las únicas tomas de tierra accesibles sean las tomas de tierra de la pantalla. Esto se aplica a los cables de enlace entre centros de telecomunicación, al estar sus pantallas conectadas a las tomas de tierra de dichos centros.

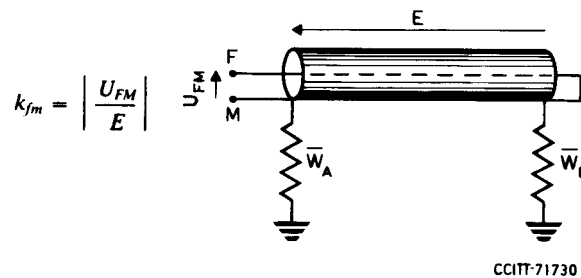


FIGURA 3/K.14

En las *Directrices* figuran explicaciones y fórmulas muy detalladas que permiten calcular con precisión estos factores en las situaciones más diversas. Sin embargo, y como complemento, pueden evaluarse estos factores de apantallamiento mediante expresiones simples con las que se obtiene una precisión a menudo suficiente. Tales expresiones difieren según que el revestimiento exterior del cable sea aislante o conductor, e intervienen en ellas constantes o variables que se enumeran en el apéndice I.

8.2 Cables con revestimiento exterior aislante

Si el revestimiento exterior de la cubierta metálica del cable es de material plástico aislante, para obtener un efecto de apantallamiento debe conectarse la cubierta a tierra, en sus extremos y, eventualmente, en otros puntos intermedios.

8.2.1 Cálculo del factor de apantallamiento

Puede calcularse entonces el factor de apantallamiento mediante las fórmulas siguientes (véase también el volumen II de las *Directrices*):

$$k_{ff'} = \left| \frac{Z_i^E L + \bar{W}_A + \bar{W}_B}{Z_e^E L + Z_s L + \bar{W}_A + \bar{W}_B} \right| \quad (8-1)$$

$$k_{fm} = \left| \frac{Z_i^E L}{Z_e^E L + Z_s L + \bar{W}_A + \bar{W}_B} \right| \quad (8-2)$$

Con todo rigor, la utilización de estas fórmulas supone la puesta a tierra de la cubierta del cable únicamente en sus extremos. Sin embargo, puede considerarse que, para situaciones muy comparables, sólo las tomas de tierra próximas a los extremos tienen influencia sobre el efecto de apantallamiento. Esta fórmula permite, pues, obtener una buena aproximación del efecto de apantallamiento en el caso de puestas a tierra intermedias.

En general, las puestas a tierra en puntos intermedios tienen el efecto de mejorar k_{ff} , pero en cambio degradan k_{fm} .

8.2.2 Influencia de la longitud

Si para obtener un factor de apantallamiento k_{ff} , próximo del valor nominal k_n son necesarias puestas a tierra de la cubierta que tengan un valor óhmico que haga difícil la puesta a tierra, puede considerarse entonces que el enlace es “corto”. En el caso contrario, el enlace se considerará “largo”.

Nota – Se entiende por “enlace” la longitud de cable efectivamente expuesta a inducción.

8.2.2.1 Enlaces “largos”

El examen de las fórmulas (8-1) y (8-2) muestra que para enlaces de gran longitud los factores de apantallamiento k_{ff} , y k_{fm} se aproximan a k_n . Ello es cierto para longitudes superiores a:

$$10 \frac{\overline{W}_A + \overline{W}_B}{Z_i^E} \text{ aproximadamente}$$

En tal caso, es posible utilizar un cable no armado (Z_e^E próximo a Z_i^E). Por otra parte, cuanto más largo es el enlace, tanto más importante puede ser el valor óhmico de las tomas de tierra de la cubierta.

Es posible que no sea necesario tener esto en cuenta al elegir el cable, y que pueda procederse a esta elección en función de la curva de los valores del factor de apantallamiento nominal k_n para los diferentes valores de f.e.m. inducida, ya que la eficacia obtenida será muy próxima.

8.2.2.2 Enlaces “cortos”

En este caso, el valor del término $Z_i^E L$ es del mismo orden de magnitud que la suma de los valores de las tomas de tierra $\overline{W}_A + \overline{W}_B$ en los extremos. Los factores de apantallamiento k_{ff} , y k_{fm} pueden calcularse con ayuda de las fórmulas (8-1) y (8-2).

Para proteger tales enlaces es necesario utilizar cable armado, lográndose entonces el efecto de apantallamiento gracias al aumento del valor de la impedancia Z_e^E , que se obtiene por la utilización de un material de gran permeabilidad magnética en la constitución de la parte exterior de la cubierta.

Para evaluar k_{ff} , y k_{fm} mediante las fórmulas (8-1) y (8-2), es necesario conocer la curva de las variaciones de Z_e^E en función de la intensidad de la corriente que atraviesa la cubierta (véase la figura 4/K.14).

En el cálculo es necesario, pues, efectuar algunas aproximaciones sucesivas simples para evaluar Z_e^E después de haber elegido un valor de \overline{W}_A y \overline{W}_B correspondiente a tomas de tierra razonablemente realizables, habida cuenta de la resistividad del suelo en los extremos del enlace.

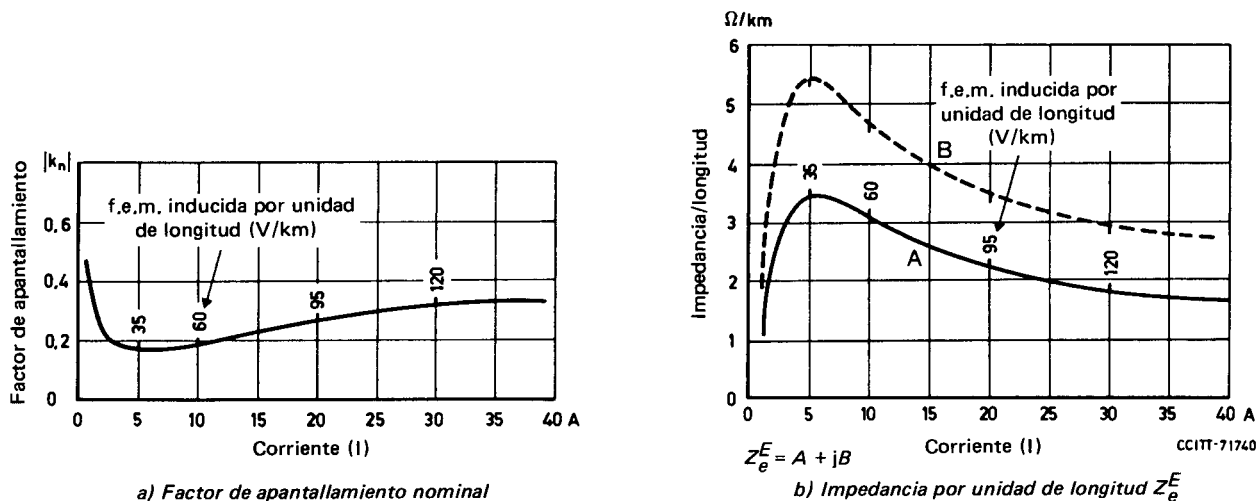


FIGURA 4/K.14

**Parámetros del cable – Ejemplo de cable de protección de enlaces
contra débiles f.e.m. inducidas por unidad de longitud
generalmente producidas por líneas de tracción eléctrica**

8.3 Cables de revestimiento exterior conductor

El revestimiento exterior de la cubierta metálica del cable se hace de material plástico conductor que asegura un contacto eléctrico entre la cubierta y la tierra que rodea el cable.

Si la resistividad del material conductor es próxima o mejor que la del suelo del entorno (se obtienen fácilmente valores de unos 50 Ω m), no se justifica la realización de conexiones intermedias de la cubierta con tierra, a no ser en los extremos.

La corriente que atraviesa la cubierta varía a lo largo del enlace, especialmente cerca de los extremos y en su parte central tiene un valor muy próximo a $I_M = e / (Z_e^E + Z_s)$, que corresponde a la corriente que circularía por la cubierta si su puesta a tierra fuese perfecta (tomas de tierra de valor óhmico nulo).

Así pues, para calcular el factor de apantallamiento k_{ff} , puede admitirse la equivalencia que consiste en sustituir el cable por otro cuya cubierta esté conectada a tierra en cada extremo mediante tomas de tierra de resistencia nula y cuya longitud sea igual a la del enlace L reducida en cada extremo en un longitud l tal que $|P|/l = 1$.

Ello equivale a considerar que el cable tiene un factor de apantallamiento nominal sobre una longitud más corta igual a $L - 2l$.

Puede, pues, evaluarse aproximadamente k_{ff} mediante la fórmula siguiente:

$$k_{ff} = k_n \left(1 - \frac{2l}{L} \right) + \frac{2l}{L} \quad (8-3)$$

De la misma manera, k_{fm} puede expresarse mediante:

$$k_{fm} = k_n \left(1 - \frac{2l}{L} \right)$$

En el caso de que las tomas de tierra de la cubierta metálica sean verdaderamente excelentes, no se aplica la fórmula (8-3). Se considera entonces que el enlace es “largo”, siendo $k_{ff} = k_{fm} = k_n$.

Los parámetros necesarios para el cálculo son los parámetros del cable (Z_e^E , Z_i^E), la f.e.m. inducida por unidad de longitud y la admitancia por unidad de longitud Y de la cubierta con relación a tierra, que puede escogerse, según sea la resistividad de los suelos, entre 1 S y 10 S (se escoge 1 S si se desconoce totalmente la calidad de la puesta a tierra).

8.3.1 Influencia de la longitud

Se aplican a este caso las mismas observaciones relativas a los cables con revestimiento aislante.

8.3.2 Enlaces “largos”

El factor de apantallamiento se aproxima a k_n . El cable puede ser armado o no, según el resultado buscado.

8.3.3 Enlaces “cortos”

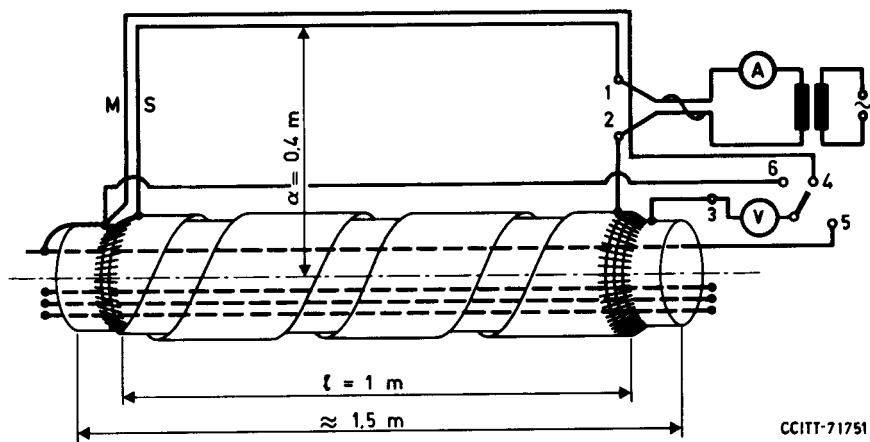
El factor de apantallamiento $k_{ff'}$ puede evaluarse mediante la fórmula (8-3). En la mayoría de los casos, el cable debe ser armado.

8.4 Determinación de los parámetros del cable

Si bien el factor de apantallamiento nominal y la impedancia por unidad de longitud Z_i^E pueden medirse gracias al montaje recogido en las *Directrices* (volumen IX, § 3.3.3.4), la determinación de la impedancia por unidad de longitud Z_e^E puede fundarse:

- ya sea en el cálculo efectuado a partir del diagrama vectorial, trazado con la ayuda de los parámetros medidos I , U_{oi} y U_{oe} ;
- ya sea en la medida de la tensión U_{oe} que aparece entre el extremo de un hilo conductor aplicado al exterior de la cubierta y el punto de referencia 3; el otro extremo de ese hilo se conecta a la cubierta (véase la figura 5/K.14).

Para ciertos cables cuya pantalla está compuesta de varias capas no ferromagnéticas de alta conductividad, puede resultar más adaptada la medida de esos parámetros con ayuda de un montaje de medida de tipo coaxial.



$$k_n = \frac{U_{oi}}{U_{oe}} = \frac{U_{53}}{U_{43}}$$

$$Z_i^E = \frac{U_{oi}}{I \cdot l} = \frac{U_{53}}{I \cdot l}$$

$$Z_e^E = \frac{U_{oe}}{I \cdot l} = \frac{U_{63}}{I \cdot l}$$

FIGURA 5/K.14

Medida de los parámetros del cable

APÉNDICE I

(a la Recomendación K.14)

Símbolos de las magnitudes consideradas en la Recomendación K.14

| | |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Z_i^E : | Impedancia interna por unidad de longitud con retorno externo. Su valor se aproxima, para las frecuencias de la red, a la resistencia por unidad de longitud en corriente continua. |
| Z_e^E : | Impedancia externa por unidad de longitud con retorno externo. |
| Z_s : | Impedancia por unidad de longitud con retorno por tierra. |
| Y : | Admitancia por unidad de longitud del circuito cubierta-tierra. |
| P : | Constante de propagación del circuito cubierta-tierra. |
| K : | Impedancia característica del circuito cubierta tierra. |
| \bar{W}_A, \bar{W}_B : | Impedancia de las tomas de tierra en los extremos de la cubierta. |
| L : | Longitud del enlace sometido a inducción. |
| e : | f.e.m. inducida por unidad de longitud. |
| E : | f.e.m. inducida total. |
| I : | Intensidad de la corriente que atraviesa la cubierta. |

Referencias

- [1] Manual del CCITT *Protección contra el rayo de las líneas e instalaciones de telecomunicación*, capítulo 4, § 2.1, UIT, Ginebra, 1974, 1978.