



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

K.46

(12/2000)

SERIE K: PROTECCIÓN CONTRA LAS
INTERFERENCIAS

**Protección de las líneas de telecomunicación
que utilizan conductores simétricos metálicos
contra las sobrecargas inducidas por el rayo**

Recomendación UIT-T K.46

(Anteriormente Recomendación del CCITT)

Recomendación UIT-T K.46

Protección de las líneas de telecomunicación que utilizan conductores simétricos metálicos contra las sobrecargas inducidas por el rayo

Resumen

En esta Recomendación se indica un procedimiento para la protección de las líneas de telecomunicación que utilizan conductores simétricos metálicos contra las sobretensiones y sobrecorrientes impuestas a las líneas por las descargas cercanas de rayos. El procedimiento de protección está relacionado con la exposición de la línea a los efectos de estas descargas cercanas, e incluye la puesta a masa del blindaje del cable y la instalación de dispositivos de protección contra sobrecargas (SPD).

Orígenes

La Recomendación UIT-T K.46, preparada por la Comisión de Estudio 5 (2001-2004) del UIT-T, fue aprobada por el procedimiento de la Resolución 1 de la AMNT el 8 de diciembre de 2000.

PREFACIO

La UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) es el organismo especializado de las Naciones Unidas en el campo de las telecomunicaciones. El UIT-T (Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT) es un órgano permanente de la UIT. Este órgano estudia los aspectos técnicos, de explotación y tarifarios y publica Recomendaciones sobre los mismos, con miras a la normalización de las telecomunicaciones en el plano mundial.

La Asamblea Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (AMNT), que se celebra cada cuatro años, establece los temas que han de estudiar las Comisiones de Estudio del UIT-T, que a su vez producen Recomendaciones sobre dichos temas.

La aprobación de Recomendaciones por los Miembros del UIT-T es el objeto del procedimiento establecido en la Resolución 1 de la AMNT.

En ciertos sectores de la tecnología de la información que corresponden a la esfera de competencia del UIT-T, se preparan las normas necesarias en colaboración con la ISO y la CEI.

NOTA

En esta Recomendación, la expresión "Administración" se utiliza para designar, en forma abreviada, tanto una administración de telecomunicaciones como una empresa de explotación reconocida de telecomunicaciones.

PROPIEDAD INTELECTUAL

La UIT señala a la atención la posibilidad de que la utilización o aplicación de la presente Recomendación suponga el empleo de un derecho de propiedad intelectual reivindicado. La UIT no adopta ninguna posición en cuanto a la demostración, validez o aplicabilidad de los derechos de propiedad intelectual reivindicados, ya sea por los miembros de la UIT o por terceros ajenos al proceso de elaboración de Recomendaciones.

En la fecha de aprobación de la presente Recomendación, la UIT no ha recibido notificación de propiedad intelectual, protegida por patente, que puede ser necesaria para aplicar esta Recomendación. Sin embargo, debe señalarse a los usuarios que puede que esta información no se encuentre totalmente actualizada al respecto, por lo que se les insta encarecidamente a consultar la base de datos sobre patentes de la TSB.

© UIT 2002

Es propiedad. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse o utilizarse, de ninguna forma o por ningún medio, sea éste electrónico o mecánico, de fotocopia o de microfilm, sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

ÍNDICE

		Página
1	Alcance	1
2	Referencias.....	1
3	Definiciones	2
4	Configuraciones de referencia	2
5	Requisitos generales	4
5.1	Niveles de inmunidad	4
5.2	Selección del equipo de protección contra sobrecargas.....	4
6	Caracterización del entorno	4
6.1	Factor de entorno (K_e , <i>environmental factor</i>) y factor de exposición (K_x , <i>exposure factor</i>).....	4
6.2	Factor de instalación (K_i , <i>installation factor</i>).....	5
6.3	Factor de blindaje (K_s , <i>shielding factor</i>)	5
	6.3.1 Factor de blindaje con relación al blindaje (K_{ss} , <i>shielding factor related to the shield</i>)	5
	6.3.2 Factor de blindaje con relación a tierra (K_{se} , <i>shielding factor related to earth</i>)	5
6.4	Longitud convencional	6
7	Procedimientos de puesta a masa.....	6
7.1	En la central (nodo E)	6
7.2	En la planta exterior (nodos M, P, C y D)	7
7.3	En las instalaciones del abonado (nodos S e I).....	7
8	Dispositivos de protección contra sobrecargas (SPD, <i>surge protective devices</i>)	7
8.1	Instalación de dispositivos de protección contra sobrecargas (SPD)	7
8.2	Estimación de la necesidad de protección del nodo	8
8.3	Determinación de los esquemas de protección	9
	Anexo A – Factor de blindaje con respecto a tierra (K_{se}).....	10
	Apéndice I – Factor de entorno (K_e)	11
	Apéndice II – Resistencia del blindaje para cables con conductores simétricos metálicos	12
	Apéndice III – Ejemplos de aplicación	13
III.1	Línea de telecomunicación con secciones blindadas y no blindadas en zona suburbana	13
III.2	Línea de telecomunicación con secciones blindadas solamente en zona suburbana ..	14
III.3	Línea de telecomunicación con secciones blindadas y no blindadas en zona rural....	15

Recomendación UIT-T K.46

Protección de las líneas de telecomunicación que utilizan conductores simétricos metálicos contra las sobrecargas inducidas por el rayo

1 Alcance

En esta Recomendación se indica un procedimiento para la protección de las líneas de telecomunicación que utilizan conductores simétricos metálicos contra las sobretensiones y sobrecorrientes impuestas a las líneas por las descargas cercanas de rayos. En las líneas expuestas a descarga del rayo directas ya sea en la propia línea o en las estructuras en las que entra la línea, además de a los procedimientos de esta Recomendación, el usuario se remitirá a la referencia [1] para seleccionar los procedimientos de protección complementarios.

2 Referencias

Las siguientes Recomendaciones del UIT-T y otras referencias contienen disposiciones que, mediante su referencia en este texto, constituyen disposiciones de la presente Recomendación. Al efectuar esta publicación, estaban en vigor las ediciones indicadas. Todas las Recomendaciones y otras referencias son objeto de revisiones por lo que se preconiza que los usuarios de esta Recomendación investiguen la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las Recomendaciones y otras referencias citadas a continuación. Se publica periódicamente una lista de las Recomendaciones UIT-T actualmente vigentes.

- [1] UIT-T K.47 (2000), *Protección de las líneas de telecomunicación que utilizan conductores metálicos contra las descargas directas de rayos.*
- [2] CEI 61663-2, *Lightning protection – Telecommunication lines – Part 2: Lines using metallic conductors.*
- [3] UIT-T K.20 (2000), *Inmunidad del equipo de telecomunicación instalado en un centro de telecomunicaciones contra las sobretensiones y sobrecorrientes.*
- [4] UIT-T K.21 (2000), *Inmunidad de los equipos de telecomunicación instalados en locales del cliente a las sobretensiones y sobrecorrientes.*
- [5] UIT-T K.22 (1995), *Inmunidad a las sobretensiones de los equipos conectados a un bus T/S de RDSI.*
- [6] UIT-T K.12 (2000), *Características de los descargadores de gas para la protección de las instalaciones de telecomunicaciones.*
- [7] UIT-T K.28 (1993), *Características de las unidades de semiconductores utilizadas para la protección de las instalaciones de telecomunicaciones.*
- [8] UIT-T K.31 (1993), *Métodos de conexión equipotencial y puesta a tierra dentro de los edificios de abonados.*
- [9] UIT-T K.27 (1996), *Configuraciones de continuidad eléctrica y puesta a tierra dentro de los edificios de telecomunicación.*
- [10] UIT-T K.45 (2000), *Inmunidad de los equipos de red de acceso a las sobretensiones y sobrecorrientes.*

3 Definiciones

En esta Recomendación se definen los términos siguientes.

3.1 conductores simétricos metálicos: Medio de transmisión compuesto de un par de hilos trenzados equilibrados con respecto a tierra, dispuestos normalmente en grupos para formar un cable de telecomunicación.

3.2 cable blindado: Conjunto de uno o más hilos trenzados equilibrados con respecto a tierra, agrupados y cubiertos por una cubierta metálica continua.

3.3 cable no blindado: Conjunto de uno o más pares de hilos trenzados equilibrados con respecto a tierra y agrupados sin cubierta metálica.

3.4 nodo blindado: Punto de referencia de la línea de telecomunicación en donde el cable o los cables están blindados.

3.5 nodo no blindado: Punto de referencia de la línea de telecomunicación donde el cable o los cables no están blindados.

3.6 dispositivo de protección contra sobrecargas (SPD, *surge protective device*): Dispositivo destinado a limitar las sobretensiones y a desviar las sobrecorrientes a través de sus terminales. El descargador de gas (GDT, *gas discharge tube*) es un tipo común de dispositivos de protección contra sobrecargas (SPD, *surge protective devices*).

3.7 factor de protección de dispositivo de protección contra sobrecarga (Kp): Factor que tiene en cuenta el efecto en un determinado nodo de la instalación en el mismo de un SPD.

3.8 sobrecarga: Sobretensión y/o sobrecorriente de naturaleza transitoria que puede imponerse a un conductor como consecuencia de una perturbación electromagnética.

4 Configuraciones de referencia

La figura 1 muestra las configuraciones de referencia para líneas de telecomunicación con conductores simétricos metálicos, y en ella pueden verse los nodos de referencia y las secciones de cable comprendidas entre ellos. Normalmente, una línea de telecomunicación comienza en el nodo E (central) y termina en el nodo S (instalaciones del abonado), pero se han de considerar también las situaciones siguientes:

- a) Si un equipo instalado en la línea de telecomunicación cuenta con la protección intrínseca contra sobretensiones del modo común proporcionada por el SPD instalado entre conductores de la línea de telecomunicación (tanto en el puerto de entrada como en el de salida) y la tierra de referencia del equipo, dicho equipo puede ser tratado como un punto de terminación para la línea que viene desde el nodo E y un punto de arranque para la línea que va a las instalaciones del abonado. Tal es el caso normalmente de los equipos de red de acceso (nodo M).
- b) Si un equipo instalado en la línea de telecomunicación no tiene partes metálicas puestas a tierra y su protección intrínseca contra sobretensiones del modo común viene dada por el aislamiento con respecto al suelo de la línea de telecomunicación y por el SPD instalado dentro del equipo entre los puertos de entrada y salida, puede prescindirse de la presencia de dicho equipo a los efectos de esta Recomendación.
- c) Si líneas de telecomunicación o de señal conectan equipos situados en diferentes edificios dentro de las instalaciones del cliente (líneas de la RDSI o líneas de señal entre computadores), esta línea de telecomunicación comienza y termina dentro de las instalaciones del abonado (sección S/I).

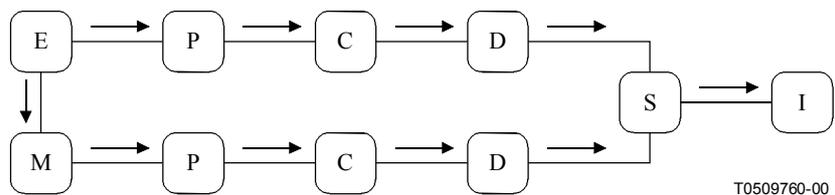


Figura 1/K.46 – Configuraciones de referencia (las flechas muestran el sentido descendente)

La descripción de los nodos de la figura 1 es como sigue:

- Nodo E: Edificio de central, donde se halla el equipo de conmutación principal.
- Nodo M: Equipo de red de acceso, normalmente instalado en cobertizos en la planta exterior.
- Nodo P: Transición entre cables con aislamiento de papel y cables con aislamiento de plástico.
- Nodo C: Transición entre cables enterrados y cables aéreos.
- Nodo D: Transición entre cables blindados y cables no blindados.
- Nodo S: Equipo del abonado conectado a líneas externas.
- Nodo I: Equipo del abonado conectado a líneas entre edificios.

NOTA – El uso del término "nodo" es equivalente al de "punto de transición" en CEI [2].

Algunas veces, pueden producirse dos o más transiciones en el mismo nodo o producirse con una secuencia diferente a la que se muestra en la figura 1. La notación PC, por ejemplo, se puede utilizar para identificar un nodo en el que hay una transición en la línea de aislamiento de papel a aislamiento de plástico y de instalación enterrada a instalación aérea.

Se pueden añadir más nodos a la configuración de la línea para identificar otros cambios de las características de la línea, por ejemplo, el tipo de cable (número de pares), el entorno (urbano/suburbano), etc. A estos nodos se les llama "nodos virtuales" V1, V2, etc. Sin embargo, la estimación de la necesidad de protección sólo se efectuará para los nodos que se puedan clasificar de acuerdo con la configuración de referencia. El cuadro 1 muestra algunas configuraciones de referencia típicas:

Cuadro 1/K.46 – Configuraciones de referencia típicas

Nodos E/PC/D/S	Nodos E/P/CD/S	Nodos E/C/D/S
Nodos E/CD/S	Nodos E/C/S	Nodos E/S
Nodos M/C/D/S	Nodos M/CD/S	Nodos M/C/S
Nodos M/S	Nodos E/M	Nodos S/I

El sentido nodo E a nodo I se dice que es el sentido descendente. El sentido opuesto se denomina sentido ascendente. Para una línea determinada, se considera que las secciones blindadas (si las hay) empiezan en el primer nodo (por ejemplo, el nodo E) y continúan siguiendo el sentido descendente hasta la transición con una sección no blindada (nodo D) o el último nodo (por ejemplo, el nodo S). La presente Recomendación no se refiere, por tanto, a líneas con más de una transición entre secciones blindadas y no blindadas (nodo D).

5 Requisitos generales

5.1 Niveles de inmunidad

A fin de proporcionar la adecuada protección con los procedimientos de esta Recomendación, se observarán los siguientes niveles de inmunidad:

- Cables con aislamiento de papel: el aislamiento entre dos conductores cualesquiera resistirá una cresta de sobretensión de 1,5 kV con perfil de onda de 10/700 μ s.
- Cables con aislamiento de plástico: el aislamiento entre dos conductores cualesquiera resistirá una cresta de sobretensión de 5,0 kV con perfil de onda de 10/700 μ s.
- Equipo de central: cumplirá la prueba de los impulsos de UIT-T K.20 [3].
- Equipo de abonado conectado a líneas exteriores: cumplirá la prueba de los impulsos de UIT-T K.21 [4].
- Equipo de abonado conectado a líneas interiores: cumplirá la prueba de los impulsos de UIT-T K.22 [5].
- Equipo de red de acceso: cumplirá la prueba de los impulsos de UIT-T K.45 [10].

Si el equipo no cumple estos requisitos, el propietario del equipo adoptará medidas de protección complementarias para este cumplimiento.

5.2 Selección del equipo de protección contra sobrecargas

- a) El SPD cumplirá la Recomendación UIT-T K.12 [6] en caso de utilizar tecnología de descarga de gas o con UIT-T K.28 [7] en caso de utilizar tecnología de semiconductores.
- b) La mínima tensión de ruptura de c.c. del SPD será mayor que la máxima tensión de línea prevista, a tierra y entre los terminales de línea (esta última en caso de tres dispositivos electródicos). Se observará que, en algunos equipos, la tensión de llamada puede añadirse a la tensión de alimentación de c.c. Debido a la posibilidad de variaciones en la tensión de línea y/o a la presencia de tensión a la frecuencia de energía eléctrica inducida en la línea, se proporcionará un margen de seguridad entre la máxima tensión de línea y la mínima tensión de ruptura de c.c. del SPD.
- c) La máxima tensión de impulsos de ruptura será consecuente con la inmunidad de la unidad protegida.

6 Caracterización del entorno

6.1 Factor de entorno (K_e , *environmental factor*) y factor de exposición (K_x , *exposure factor*)

El número y las magnitudes de las sobrecargas inducidas por el rayo en una línea de telecomunicación guardan relación con algunos aspectos del entorno, principalmente del número de rayos, la resistividad del suelo y el blindaje proporcionado por las estructuras que rodean a la línea. A fin de tener en cuenta estos parámetros, es conveniente definir el factor de exposición de la línea (K_x), que viene dado por la ecuación (1):

$$K_x = K_e \cdot T_d \cdot \rho^{\frac{1}{2}} \cdot 10^{-3} \quad (1)$$

donde:

ρ = resistividad media del suelo, en Ω .m

T_d = nivel ceraúnico (número de días de tormenta por año)

K_e = factor de entorno

$K_e = 0$ para una zona no expuesta

$K_e = 1$ para una zona expuesta

NOTA – El operador de la red o el propietario de la instalación harán una estimación del valor del factor de entorno (K_e) para la sección de línea considerada. Para ayudar en esa estimación, la presente Recomendación propone que una zona urbana se considere como entorno no expuesto y una zona rural como entorno expuesto. En el apéndice I se muestra un método experimental de estimación de K_e .

6.2 Factor de instalación (K_i , *installation factor*)

Con el factor de instalación se pretende tener en cuenta la reducción del acoplamiento entre la descarga de rayos y la línea de telecomunicación debida a la instalación subterránea de la línea, a diferencia de lo que ocurre con una instalación aérea. En una instalación aérea $K_i = 1$, mientras que en una instalación enterrada $K_i = 0,5$ (en base a CEI 61663-2 [2]).

6.3 Factor de blindaje (K_s , *shielding factor*)

El uso de cables blindados adecuadamente puestos a tierra o a masa atenúa las sobrecargas inducidas por el rayo en la línea de telecomunicación. Esta atenuación puede expresarse en forma de factor de blindaje (K_s) que es un número entre 0 (blindaje perfecto) y 1 (ningún blindaje). Para poder evaluar el factor de blindaje, el blindaje debe ser continuo a lo largo de toda la extensión de la sección o secciones blindadas y estar conectado a la barra de puesta a masa en ambos extremos.

6.3.1 Factor de blindaje con relación al blindaje (K_{ss} , *shielding factor related to the shield*)

Si se considera la necesidad de protección de un nodo blindado, los factores de blindaje de la sección o secciones blindadas de la línea de telecomunicación se refieren al blindaje (K_{ss}). En este caso, el factor de blindaje es función de la resistencia del blindaje a la corriente continua por unidad de longitud. La ecuación (2) da una relación aproximada, mientras que en el apéndice II se dan valores de la resistencia del blindaje de cables de telecomunicación típicos con conductores simétricos metálicos, como una función del diámetro de conductor y el número de pares.

$$K_{ss} = \left[1 + \frac{46}{r} \right]^{-1} \quad (2)$$

donde:

r es la resistencia del blindaje en Ω/km

6.3.2 Factor de blindaje con relación a tierra (K_{se} , *shielding factor related to earth*)

Si se considera la necesidad de protección de un nodo no blindado o de un nodo D, los factores de blindaje de la sección o las secciones blindadas de la línea de telecomunicación se refieren a tierra (K_{se}). En este caso, el factor de blindaje es función de la resistencia del blindaje a la corriente continua por unidad de longitud, la configuración de puesta a tierra del blindaje y la resistencia entre las conexiones del blindaje y tierra.

Teniendo en cuenta que el blindaje está conectado a tierra al menos en ambos extremos y que la resistencia de las conexiones de puesta a tierra son del orden de algunas decenas de ohmios, se puede considerar que el factor de blindaje es, haciendo una estimación conservadora, de 0,5 ($K_{se} = 0,5$). En el anexo A se presenta un método más preciso de evaluación del factor de blindaje con relación a tierra.

6.4 Longitud convencional

A fin de tener en cuenta la exposición de una sección de cable a las sobrecargas inducidas por el rayo, es conveniente definir la longitud convencional de la sección. Consideremos, como sección de cable de referencia, la compuesta por un cable no blindado ($K_s = 1$), en una instalación aérea ($K_i = 1$) y de 1 km de longitud. La resistividad a tierra media es $400 \Omega \cdot m$, el nivel ceraúnico es de 50 días de tormenta por año y el cable está instalado en una zona rural ($K_x = 1$). Definir la longitud convencional por la ecuación (3) conduce a la conclusión de que este cable de referencia tendrá una longitud convencional igual a su longitud real (1 km).

$$Lc^j = K_x \cdot K_s \cdot K_i \cdot L^j \quad (3)$$

donde:

Lc^j es la longitud convencional de la sección "j"

L^j es la longitud real de la sección "j"

Como se aprecia en la ecuación (3), para la misma longitud real, la longitud convencional aumentará a medida que aumenta la exposición de la sección a las sobrecargas inducidas por el rayo, y viceversa. Por ejemplo, si una sección de cable aéreo está enterrada, su longitud convencional se reducirá a la mitad. En otras palabras, dejando que las otras condiciones sean las mismas, una sección enterrada tendría que tener dos veces la longitud de una sección aérea para que sufriera el mismo nivel de sobrecargas inducidas por el rayo.

Si una línea está compuesta por "n" secciones de cable con diferentes parámetros, la longitud convencional de un nodo determinado es la suma de las longitudes convencionales de todas las secciones de la línea, como muestra la ecuación (4).

$$Lc = \sum_{j=1}^n Lc^j \quad (4)$$

La presente Recomendación especifica que la longitud convencional se calcule para todos los nodos de la configuración de referencia (véase la figura 1) teniendo en cuenta las reglas siguientes:

- Para un nodo blindado, el factor de blindaje de las secciones blindadas deberá referirse al blindaje (K_{ss}). Para el cálculo de K_{ss} , véase 6.3.1.
- Para un nodo no blindado y para la transición entre secciones blindadas y no blindadas (nodo D), el factor de blindaje de las secciones blindadas deberá referirse a tierra (K_{se}). Para el cálculo de K_{se} , véase 6.3.2.

7 Procedimientos de puesta a masa

7.1 En la central (nodo E)

Todos los cables blindados que llegan al edificio de la central deberán tener cubiertas metálicas continuas, lo que significa que la cubierta se pondrá a masa en todos los empalmes. A la entrada del edificio (cámara de cables), todas las cubiertas metálicas se unirán eléctricamente al terminal de puesta a tierra principal del edificio situado cerca de este punto, de acuerdo con UIT-T K.27. Esta puesta a masa se efectuará utilizando conductores de baja impedancia (cortos y anchos).

NOTA – En algunos casos particulares, en los que hay evidencia de corrosión galvánica en la planta de cables, es aceptable efectuar esa puesta a masa mediante dispositivos SPD, siempre que estén adecuadamente dimensionados.

Si el cable que llega al repartidor principal (MDF, *main distribution frame*) tiene una cubierta metálica, se conectará a la barra de puesta a masa del MDF. La barra de puesta a masa del MDF se conectará al terminal de puesta a tierra principal mediante un conductor de baja impedancia.

7.2 En la planta exterior (nodos M, P, C y D)

En la transición entre dos cables blindados, el blindaje se pondrá a masa, a través de la transición, mediante un conductor adecuado. En el caso de una cubierta de aluminio, se procurará asegurar un contacto bueno y permanente entre la cubierta y el conductor de puesta a masa, lo que puede realizarse mediante una abrazadera apropiada. Si la transición tiene lugar en un bastidor, se recomienda instalar una barra de puesta a masa próxima al punto de entrada y poner a masa en esta barra todas las cubiertas metálicas.

Si la transición entre un cable blindado y un cable no blindado se efectúa mediante una caja de distribución, su terminal de puesta a masa se conectará directamente a la cubierta del cable blindado o mediante una cubierta metálica de un cable corto de conexión. Si el cable conectado al equipo de red de acceso está blindado, su blindaje se conectará a la barra de puesta a masa del equipo situado a la entrada del cobertizo.

7.3 En las instalaciones del abonado (nodos S e I)

Si el cable que llega a las instalaciones del abonado es un cable blindado, su blindaje deberá conectarse a la barra de puesta a masa equipotencial del abonado, de acuerdo con UIT-T K.31. Las otras partes metálicas de las instalaciones del abonado (tales como agua metalizada y/o tuberías de gas y estructura metálica del edificio) deberán conectarse a la barra equipotencial de puesta a masa, a fin de reducir las sobretensiones entre partes accesibles.

8 Dispositivos de protección contra sobrecargas (SPD, *surge protective devices*)

8.1 Instalación de dispositivos de protección contra sobrecargas (SPD)

Para instalar un SPD en un nodo, sus terminales de línea deberán conectarse a los conductores de la línea de telecomunicación y sus terminales de tierra deberán conectarse a la barra de puesta a masa del nodo. La figura 2 muestra las conexiones de un SPD en un nodo blindado [figura 2a)], en un nodo D [figura 2b)] y en un nodo no blindado [figura 2c)]. Si se dispone de un sistema de puesta a tierra local, deberá conectarse a él la barra de puesta a masa. Sin embargo, si no se dispone de sistema de puesta a tierra en un nodo no blindado, ha de construirse uno para instalar adecuadamente el SPD.

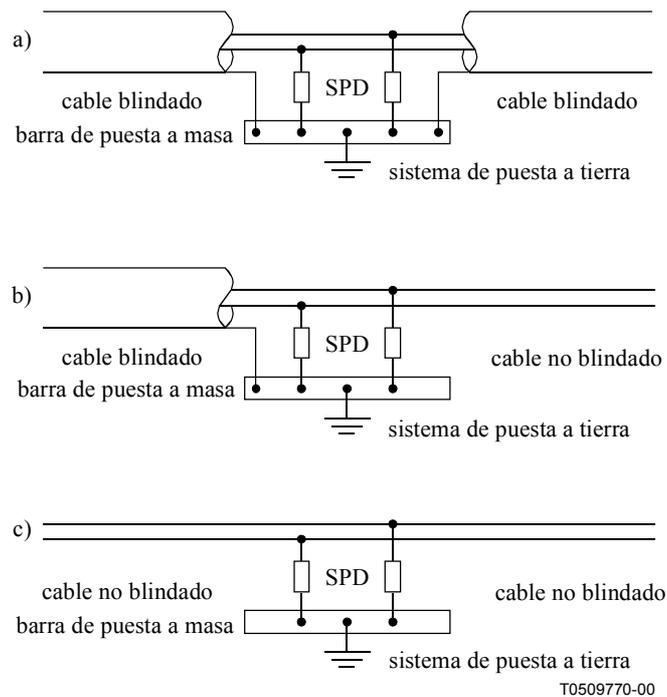


Figura 2/K.46 – Instalación de dispositivos de protección contra sobrecargas (SPD)

8.2 Estimación de la necesidad de protección del nodo

El concepto de longitud convencional se utiliza para hacer una estimación de la necesidad de protección de los nodos de la línea de telecomunicación. Los valores límites indicados en esta subcláusula se basan en CEI 61663-2 [2] y se han obtenido considerando aspectos técnicos y económicos. Según el grado de fiabilidad deseado de las líneas, el costo de las reparaciones y la experiencia habida en funcionamiento real, el operador puede ajustar estos límites a fin de adaptarlos a los requisitos locales. El cuadro 2 muestra los límites para los nodos de una línea de telecomunicación, en términos de longitud convencional.

Cuadro 2/K.46 – Valores límites de longitud convencional para los nodos de una línea de telecomunicación

Nodo	Límite de la longitud convencional
E	360 m
M	330 m
P	80 m
C	670 m
D	940 m
S	330 m
I	150 m

Al aplicar los valores del cuadro 2, deberán tenerse en cuenta las reglas siguientes:

- a) si se produce más de una transición en el mismo nodo, su límite viene dado por el valor más bajo entre los límites de las transiciones. Por ejemplo, para un nodo PC, el límite es de 80 m (valor más bajo entre 80 y 670) y para un nodo CD, el límite es de 670 m (valor más bajo entre 670 y 940);
- b) si la línea está compuesta por una sección solamente con cable de aislamiento de papel y enterrado, deberá considerarse como valor límite para los nodos de ambos extremos de la línea el de 80 m.

El valor límite de longitud convencional de cada nodo de la línea deberá compararse con la longitud convencional del nodo. Si la longitud convencional del nodo es mayor que el valor límite, el nodo necesita protección contra las sobrecargas inducidas por los rayos.

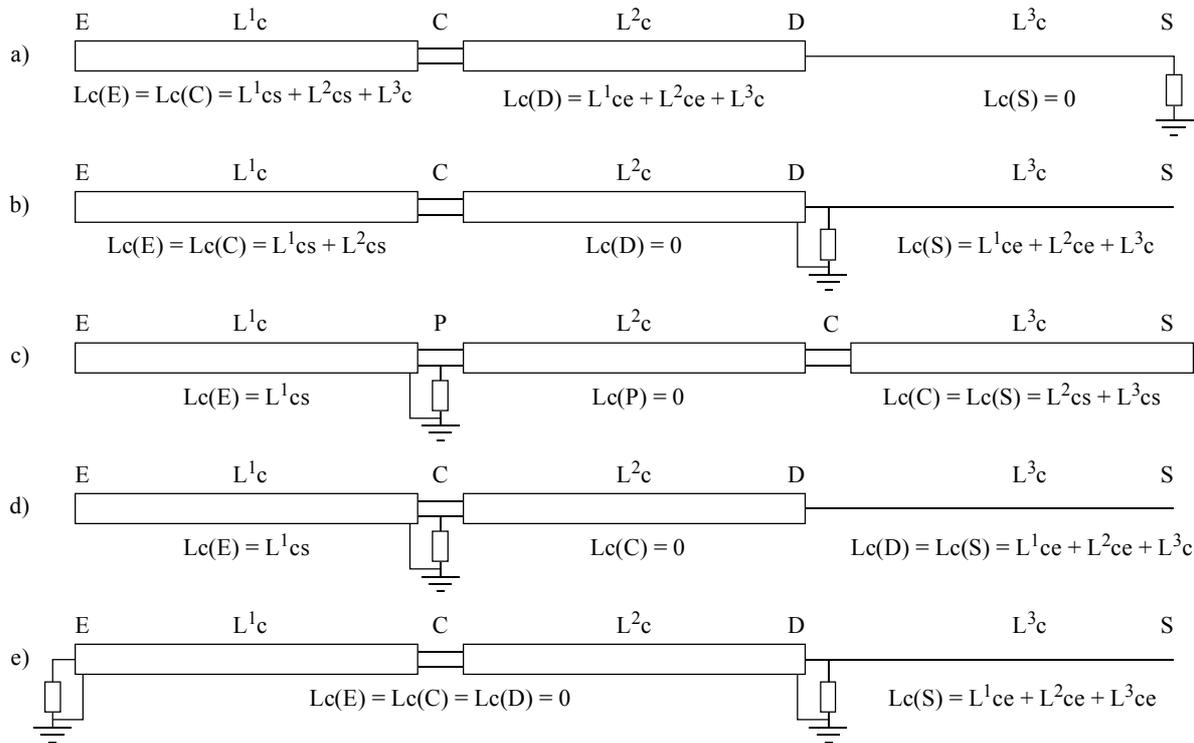
8.3 Determinación de los esquemas de protección

Una vez que se conoce cuáles son los nodos que necesitan protección, es preciso determinar dónde deberá instalarse el SPD. A menudo se obtiene más de un esquema para la instalación del SPD que protege la línea. Por ello, la decisión sobre el esquema a utilizar deberá basarse en consideraciones de tipo económico. Al determinar el esquema de protección, deberán tenerse en cuenta las reglas siguientes:

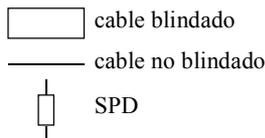
- a) La instalación de una SPD en un nodo reduce su longitud convencional a cero [véase la figura 3 a)] y, por tanto, protege el nodo.

NOTA – CEI 61663-2 [2] indica que la instalación de un SPD en un nodo reduce su longitud convencional a un valor igual al producto de la longitud convencional del nodo por el factor de protección K_p del SPD. Para un SPD coordinado con la inmunidad del equipo e instalado de acuerdo con UIT-T K.27 y K.31 [9] y [8], la Norma CEI 61663-2 da un valor de $K_p = 0,01$. Por ello, la presente Recomendación considera $K_p = 0$ una simplificación con respecto a CEI 61663-2, que llevará a los mismos resultados en la mayoría de los casos prácticos.
- b) Los nodos no blindados que necesiten protección se protegerán con un SPD. La instalación de un SPD en un nodo no blindado no afecta a la longitud convencional de los demás nodos [véase la figura 3 a)].
- c) Si el nodo D necesita protección, se protegerá con un SPD. La instalación de un SPD en el nodo D reduce la longitud convencional de los nodos blindados situados más arriba. Las nuevas longitudes convencionales se calcularán prescindiendo de las secciones no blindadas situadas después del SPD [véase la figura 3 b)].
- d) La instalación de un SPD en un nodo blindado afecta a la longitud convencional de los demás nodos blindados. La longitud convencional de los nodos blindados situados antes y después de un SPD se calculará como si el SPD dividiera la línea en dos líneas independientes [véase la figura 3 c)].
- e) La instalación de un SPD en un nodo blindado no afecta a la longitud convencional del nodo D o de los nodos no blindados [véase la figura 3 d)].
- f) La instalación de un SPD en dos nodos blindados o en un nodo blindado y un nodo D protege los nodos situados entre los SPD [véase la figura 3 e)].

En el apéndice III hay algunos ejemplos de aplicación de este procedimiento.



T0509780-00



Lcs longitud convencional utilizando Kss
 Lce longitud convencional utilizando Kse

Figura 3/K.46 – Efecto de los SPD en la evaluación de la longitud convencional

ANEXO A

Factor de blindaje con respecto a tierra (Kse)

La ecuación (A-1) da una expresión para el factor de blindaje con respecto a tierra de las secciones blindadas cuando el blindaje se pone a tierra en ambos extremos con una resistencia total R .

$$Kse = \left[1 + \left(\frac{x}{r + \frac{R}{L}} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (A-1)$$

donde:

R es la suma de la resistencia de la puesta a tierra en ambos extremos del blindaje [Ω]

x es la reactancia del circuito blindaje/tierra [Ω/km]

($x = 46 \Omega/\text{km}$ es un valor representativo para el caso de sobrecargas inducidas por rayos)

L es la longitud de la sección blindada [km]

r es la resistencia del blindaje equivalente por unidad de longitud [Ω/km]

Si la línea tiene sólo una sección blindada, r es la resistencia del blindaje por unidad de longitud. Si la línea tiene más de una sección blindada, r viene dada por la resistencia total del blindaje dividida por la longitud total de las secciones blindadas:

$$r = \frac{\sum L^j \cdot r^j}{\sum L^j} \quad (\text{A-2})$$

donde:

L^j es la longitud de la sección j

r^j es la resistencia por unidad de longitud de la sección j

El cuadro A.1 muestra el factor de blindaje con respecto a tierra (K_{se}) para longitudes de línea diferentes, considerando:

$$R = 30 \, \Omega \quad r = 2 \, \Omega/\text{km} \quad x = 46 \, \Omega/\text{km}$$

Cuadro A.1/K.46 – Valores del factor de blindaje con respecto a tierra

L (km)	Kse
0,50	0,80
1,0	0,57
2,0	0,35
3,0	0,25
5,0	0,17
7,5	0,13
10	0,11

APÉNDICE I

Factor de entorno (K_e)

La evaluación del factor de entorno K_e se efectuará con arreglo a los parámetros de construcciones típicas de la región considerada. Se clasificará en una de las siguientes categorías:

- zona urbana con edificios altos (más de 6 pisos): $K_e = 0$
- zona urbana con edificios de altura media (entre 3 y 6 pisos): $K_e = 0,1$
- zona suburbana con casas (1 ó 2 pisos): $K_e = 0,5$
- zona rural sin construcciones (terreno llano): $K_e = 1,0$

Si no toda la zona está ocupada, el valor de K_e se corregirá teniendo eso en cuenta. Se define para ello el factor de construcción (φ), igual a 1 si se trata de una zona totalmente ocupada con construcciones e igual a 0 si es una zona sin construcciones. La expresión de K_e es entonces:

$$K_e = 1 + \varphi(K_e' - 1) \quad (\text{I-1})$$

donde:

K_e' es el factor de entorno evaluado con los parámetros de construcción típicos

K_e es el factor de entorno corregido, considerando la ocupación real de la zona

Considérese, a modo de ejemplo, una zona suburbana antigua típica, en la que la mayoría de la superficie está ocupada por casas. En este caso, el factor de entorno K_e es de 0,5. Sin embargo, si se trata de una zona suburbana nueva, en donde la mitad de la superficie está aún libre de construcciones ($\phi = 0,5$), el valor de K_e es de 0,75.

APÉNDICE II

Resistencia del blindaje para cables con conductores simétricos metálicos

Cuadro II.1/K.46 – Resistencia del blindaje en Ω/km para cubierta de plomo

Diámetro del conductor (mm)	0,40	0,50	0,65	0,90
Número de pares				
10	6,2	5,4	4,8	3,4
20	5,0	4,2	3,4	2,4
30	4,4	3,4	2,8	2,0
50	3,4	2,7	2,2	1,5
75	2,8	2,3	1,8	1,2
100	2,4	2,0	1,5	1,0
200	1,7	1,4	1,0	0,65
300	1,3	1,1	0,79	0,49
400	1,1	0,91	0,66	0,40
600	0,87	0,70	0,49	–
900	0,66	0,54	0,38	–
1200	0,54	0,43	–	–
1500	0,46	–	–	–
1800	0,40	–	–	–
2400	0,33	–	–	–

NOTA – Valores válidos para un espesor de cubierta $T = 2$ mm. Para otro espesor T' (mm), multiplicar el valor del cuadro por $2/T'$.

Cuadro II.2/K.46 – Resistencia del blindaje en Ω/km para cubierta de aluminio

Diámetro del conductor (mm)	0,40	0,51	0,64	0,91
Número de pares				
10	5,2	4,9	4,2	3,1
20	4,0	3,6	3,1	2,3
30	3,5	3,1	2,6	1,9
50	2,9	2,6	2,1	1,6
75	2,4	2,2	1,8	1,3
100	2,0	1,9	1,6	1,1

Cuadro II.2/K.46 – Resistencia del blindaje en Ω /km para cubierta de aluminio

Diámetro del conductor (mm)	0,40	0,51	0,64	0,91
Número de pares				
200	1,5	1,4	1,1	0,80
300	1,2	1,1	0,92	0,64
400	1,1	1,0	0,80	0,56
600	0,89	0,80	0,64	–

NOTA – Valores válidos para un espesor de cubierta $T = 0,2$ mm. Para otro espesor T' (mm), multiplicar el valor del cuadro por $0,2/T'$.

APÉNDICE III

Ejemplos de aplicación

III.1 Línea de telecomunicación con secciones blindadas y no blindadas en zona suburbana

Considérese una línea de abonado situada en una zona suburbana antigua, en donde la superficie está ocupada por casas. El factor de entorno, de acuerdo con el apéndice I, es 0,5 ($K_e = 0,5$). El nivel cerámico de la región es de 60 días de tormenta al año ($T_d = 60$) y la resistividad media de la tierra es de $500 \Omega \cdot m$. El factor de exposición es, por consiguiente, $K_x = 0,67$ [véase la ecuación (1)]. Se señala que este valor de K_x sólo se ha de evaluar una vez y se aplica a todas las líneas construidas en esa región. La línea corresponde a la configuración E/PC/D/S (véase la figura 1). Las características de las secciones se presentan de forma tabulada en el cuadro III.1.

Cuadro III.1/K.46 – Característica de la línea

Sección	Aislamiento	Material de la cubierta	Espesor de la cubierta	Número de pares	Diámetro del conductor	Longitud	Instalación
E/PC	Papel	Plomo	2 mm	1200	0,40	3200 m	Enterrada
PC/D	Plástico	Aluminio	0,2 mm	100	0,40	500 m	Aérea
D/S	Plástico	Sin cubierta	–	1	0,80	140 m	Aérea

El factor de instalación (K_i) es 0,5 para la sección enterrada y 1,0 para las secciones aéreas (véase 6.2). La resistencia de la cubierta por unidad de longitud (r) se puede obtener del apéndice II, en base al material de la cubierta, su espesor, el diámetro del conductor y el número de pares. Para las secciones E/PC y PC/D, el apéndice II da $r = 0,54 \Omega/km$ y $r = 2,0 \Omega/km$. Estos valores se pueden utilizar en la ecuación (2) para calcular los factores de blindaje con relación al blindaje (K_{ss}), que se muestran en el cuadro III.2. Se señala que en el caso de una sección no blindada, $K_{ss} = 1$, que es lo que se obtiene considerando un blindaje de resistencia infinita en la ecuación (2).

Supóngase que el operador no controla la resistencia a tierra en los extremos del blindaje, pero cabe pensar que esa resistencia es de unas decenas de ohmios. El factor de blindaje con relación a tierra (K_{se}) deberá considerarse, por tanto, igual a 0,5 (véase 6.3.2). Utilizando la ecuación (3), se pueden obtener las longitudes convencionales de las secciones, que se muestran en el cuadro III.2.

Cuadro III.2/K.46 – Longitudes convencionales

Sección	Resistencia de la cubierta	Nodos E y PC		Nodos D y S	
		K _{ss}	L _{cs}	K _{se}	L _{ce}
E/PC	0,54 Ω/km	0,012	13 m	0,5	536 m
PC/D	2,0 Ω/km	0,042	14 m	0,5	168 m
D/S	–	1,0	94 m	1,0	94 m

El paso siguiente consiste en hacer una estimación de los límites y las longitudes convencionales de los nodos. Los límites de los nodos obtenidos a partir del cuadro 2 se muestran en el cuadro III.3. La longitud convencional de cada nodo depende de la condición de blindaje del nodo y puede calcularse con la ecuación (4). Los valores calculados se muestran en el cuadro III.3.

Cuadro III.3/K.46 – Esquemas de protección

Nodo	Límite de longitud convencional	Longitud convencional	Necesidad de protección	Instalación de SPD	
				Esquema 1	Esquema 2
E	360 m	121 m	No	No	No
PC	80 m	121 m	Sí	No	Sí
D	940 m	798 m	No	Sí	No
S	330 m	798 m	Sí	Sí	Sí

En el cuadro III.3 se muestran los nodos que necesitan protección. Ahora bien, no todo nodo que necesite protección requerirá la instalación de un SPD. El primer paso para obtener un esquema de protección es instalar un SPD en los nodos no blindados y en el nodo D que requieren protección. En este caso, sólo un nodo no blindado requiere protección (el nodo S). La instalación de un SPD en el nodo S no afecta a la longitud convencional de los demás nodos.

Sin embargo, la instalación de un SPD en el nodo D, reducirá la longitud convencional de los nodos E y PC al eliminar la contribución de la sección no blindada. En el cuadro III.2 puede verse que la longitud convencional de los nodos E y PC se reducirá a 27 m, lo cual es inferior a los valores límite para esos nodos. Así pues, un esquema de protección (esquema 1 del cuadro III.3) para esta línea requerirá la instalación de un SPD en los nodos D y S.

Otra posibilidad consiste en instalar un SPD en el nodo PC en vez de en el nodo D. En este caso, la longitud convencional de los nodos E y PC se reducirá a 13 m y 0 m, respectivamente, lo cual está por debajo del límite. Esta posibilidad se muestra como esquema 2 en el cuadro III.3. La decisión respecto a qué esquema se utilizará se tomará en base a los resultados de un análisis económico.

III.2 Línea de telecomunicación con secciones blindadas solamente en zona suburbana

Considérese una línea de abonado situada en una zona suburbana nueva, en donde aproximadamente la mitad de la superficie está ocupada por casas. El factor de entorno de acuerdo con el apéndice I es 0,75 ($K_e = 0,75$). El nivel cerámico de la región es de 50 días de tormenta por año ($T_d = 50$) y la resistividad media de la tierra es de 400 Ω.m. El factor de exposición es, por consiguiente, $K_x = 0,75$ [véase la ecuación (1)]. La línea corresponde a la configuración M/V/S (véase la cláusula 4). Las características de las secciones se presentan de forma tabulada en el cuadro III.4.

Cuadro III.4/K.46 – Características de la línea

Sección	Aislamiento	Material de la cubierta	Esesor de la cubierta	Número de pares	Diámetro del conductor	Longitud	Instalación
M/V	Plástico	Aluminio	0,2 mm	100	0,40	2000 m	Aérea
V/S	Plástico	Aluminio	0,2 mm	10	0,40	250 m	Aérea

El factor de instalación (K_i) es 1,0 para las secciones aéreas (véase 6.2). La resistencia de la cubierta por unidad de longitud (r) se puede obtener del apéndice II, en base al material de la cubierta, su espesor, el diámetro del conductor y el número de pares. Para las secciones M/V y V/S, el apéndice II da $r = 2,0 \Omega/\text{km}$ y $5,2 \Omega/\text{km}$. Estos valores se pueden utilizar en la ecuación (2) para calcular los factores de blindaje con relación al blindaje (K_{ss}). Utilizando la ecuación (3) se pueden obtener las longitudes convencionales de las secciones, que se muestran en el cuadro III.5.

Cuadro III.5/K.46 – Longitudes convencionales

Sección	Resistencia de la cubierta	K_{ss}	L_{cs}
M/V	$2,0 \Omega/\text{km}$	0,042	63 m
V/S	$5,2 \Omega/\text{km}$	0,10	19 m

El paso siguiente consiste en hacer una estimación de los límites y las longitudes convencionales de los nodos. Los límites de los nodos (véase el cuadro 2) se muestran en el cuadro III.6. La longitud convencional de cada nodo se calcula con la ecuación (4), tomando en consideración el factor de blindaje referido al blindaje. Los valores calculados se muestran en el cuadro III.6.

Cuadro III.6/K.46 – Esquemas de protección

Nodo	Límite de longitud convencional	Longitud convencional	Necesidad de protección	Instalación de SPD
M	330 m	82 m	No	No
V	–	–	–	–
S	330 m	82 m	No	No

NOTA – Para el nodo V se efectuará la evaluación de la necesidad de protección (véase la cláusula 4).

En el cuadro III.6 puede verse que no hay necesidad de protección. No se necesita, por tanto, un SPD en esta línea para protegerla contra las sobrecargas inducidas por los rayos.

III.3 Línea de telecomunicación con secciones blindadas y no blindadas en zona rural

Considérese una línea de abonado situada en una zona rural. El factor de entorno es 1,0 ($K_e = 1,0$). El nivel cerámico de la región es de 50 días de tormenta al año ($T_d = 50$) y la resistividad media de la tierra es de $600 \Omega \cdot \text{m}$. El factor de exposición es, por consiguiente, $K_x = 1,2$ [véase la ecuación (1)]. La línea corresponde a la configuración E/PC/D/S (véase la figura 1). Las características de las secciones se presentan de forma tabulada en el cuadro III.7.

Cuadro III.7/K.46 – Características de la línea

Sección	Aislamiento	Material de la cubierta	Espesor de la cubierta	Número de pares	Diámetro del conductor	Longitud	Instalación
E/P	Papel	Plomo	2 mm	400	0,40	1500 m	Enterrada
P/CD	Plástico	Aluminio	0,2 mm	50	0,40	2400 m	Enterrada
CD/S	Plástico	Sin cubierta	–	2	0,80	400 m	Aérea

El factor de instalación (K_i) es 0,5 para las secciones enterradas y 1,0 para la sección aérea (véase 6.2). La resistencia de la cubierta por unidad de longitud (r) se puede obtener del apéndice II, en base al material de la cubierta, su espesor, el diámetro del conductor y el número de pares. Para las secciones E/P y P/CD, el apéndice II da $r = 1,1 \Omega/\text{km}$ y $r = 2,9 \Omega/\text{km}$. Estos valores se pueden utilizar en la ecuación (2) para calcular los factores de blindaje con relación al blindaje (K_{ss}), que se muestran en el cuadro III.8. Utilizando la ecuación (3) se pueden obtener las longitudes convencionales de las secciones, que se muestran en el cuadro III.8.

Supóngase que el operador controla la resistencia a tierra del blindaje en la planta exterior (nodo CD) en un valor por debajo de 30Ω . Prescindiendo de la resistencia en el nodo E, se puede obtener el factor de blindaje referido a tierra (K_{se}), aplicando el procedimiento dado en el anexo A, a saber $K_{se} = 0,21$. La longitud convencional resultante referida a tierra se muestra en el cuadro III.8.

Cuadro III.8/K.46 – Longitudes convencionales

Sección	Resistencia de la cubierta	Nodos E y P		Nodos CD y S	
		K_{ss}	L_{cs}	K_{se}	L_{ce}
E/P	$1,1 \Omega/\text{km}$	0,023	21 m	0,21	189 m
P/CD	$2,9 \Omega/\text{km}$	0,059	85 m	0,21	302 m
CD/S	–	1,0	480 m	1,0	480 m

El paso siguiente consiste en hacer una estimación de los límites y las longitudes convencionales de los nodos. Los límites de los nodos (véase el cuadro 1) se muestran en el cuadro III.9. La longitud convencional de cada nodo depende de la condición de blindaje del nodo y puede calcularse con la ecuación (4). Los valores calculados se muestran en el cuadro III.9.

Cuadro III.9/K.46 – Esquemas de protección

Nodo	Límite de longitud convencional	Longitud convencional	Necesidad de protección	Instalación de SPD	
				Esquema 1	Esquema 2
E	360 m	586 m	Sí	No	Sí
P	80 m	586 m	Sí	Sí	No
CD	670 m	971 m	Sí	Sí	Sí
S	330 m	971 m	Sí	Sí	Sí

En el cuadro III.9 puede verse que todos los nodos necesitan protección. El primer paso para obtener un esquema de protección consiste en instalar un SPD en los nodos no blindados que requieren protección (nodo S) y en el nodo CD. La instalación de un SPD en el nodo S no afecta a la longitud

convencional de los demás nodos. Sin embargo, la instalación de un SPD en el nodo CD reduce la longitud convencional de los nodos E y P al eliminar la contribución de la sección no blindada. En el cuadro III.8 puede verse que la longitud convencional de los nodos E y P se reducirá a 106 m, lo cual todavía es superior al valor límite para el nodo P. Será necesario, por tanto, instalar un SPD también en el nodo P o en el nodo E. La instalación de un SPD en el nodo P reducirá su longitud convencional a cero. Si se instala un SPD en el nodo E protegerá también al nodo P, ya que éste quedará entre dos SPD. Estos esquemas de protección se muestran en el cuadro III.9. La decisión respecto a qué esquema se utilizará se tomará en base a los resultados de un análisis económico.

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
Serie B	Medios de expresión: definiciones, símbolos, clasificación
Serie C	Estadísticas generales de telecomunicaciones
Serie D	Principios generales de tarificación
Serie E	Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos
Serie F	Servicios de telecomunicación no telefónicos
Serie G	Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales
Serie H	Sistemas audiovisuales y multimedios
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Redes de cable y transmisión de programas radiofónicos y televisivos, y de otras señales multimedios
Serie K	Protección contra las interferencias
Serie L	Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior
Serie M	RGT y mantenimiento de redes: sistemas de transmisión, circuitos telefónicos, telegrafía, facsímil y circuitos arrendados internacionales
Serie N	Mantenimiento: circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión
Serie O	Especificaciones de los aparatos de medida
Serie P	Calidad de transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes locales
Serie Q	Conmutación y señalización
Serie R	Transmisión telegráfica
Serie S	Equipos terminales para servicios de telegrafía
Serie T	Terminales para servicios de telemática
Serie U	Conmutación telegráfica
Serie V	Comunicación de datos por la red telefónica
Serie X	Redes de datos y comunicación entre sistemas abiertos
Serie Y	Infraestructura mundial de la información y aspectos del protocolo Internet
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación