

Unión Internacional de Telecomunicaciones

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

K.69

(10/2006)

SERIE K: PROTECCIÓN CONTRA LAS
INTERFERENCIAS

Mantenimiento de las medidas de protección

Recomendación UIT-T K.69

UIT-T



Recomendación UIT-T K.69

Mantenimiento de las medidas de protección

Resumen

En esta Recomendación se presentan directrices acerca del mantenimiento de las medidas de protección (dispositivos y ensamblajes de protección y su conexión a tierra) en las instalaciones de telecomunicaciones. Trata sobre el mantenimiento de la protección de los equipos, instalaciones y cables de telecomunicaciones, expuestos a la influencia de fuentes externas de interferencia, como las sobretensiones y las sobrecorrientes causadas por descargas del rayo o por la inducción por líneas de energía.

El mantenimiento se lleva a cabo mediante inspecciones visuales y completas que tienen lugar durante los controles periódicos definidos en esta Recomendación. La inspección completa incluye, además de la inspección visual, otras mediciones o investigaciones.

La actividad de mantenimiento tiene como fin controlar la eficacia de las medidas de protección contra las sobretensiones y las sobrecorrientes – tendientes a evitar o reducir el peligro para las personas, los daños a las instalaciones y las perturbaciones de los sistemas – teniendo en cuenta los efectos de la corrosión. De igual manera se estudia la eficacia de las medidas de protección contra la corrosión.

Orígenes

La Recomendación UIT-T K.69 fue aprobada el 29 de octubre de 2006 por la Comisión de Estudio 5 (2005-2008) del UIT-T por el procedimiento de la Recomendación UIT-T A.8.

Palabras clave

Inspección, mantenimiento, medidas de protección, periodo de inspección.

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.

La observancia de esta Recomendación es voluntaria. Ahora bien, la Recomendación puede contener ciertas disposiciones obligatorias (para asegurar, por ejemplo, la aplicabilidad o la interoperabilidad), por lo que la observancia se consigue con el cumplimiento exacto y puntual de todas las disposiciones obligatorias. La obligatoriedad de un elemento preceptivo o requisito se expresa mediante las frases "tener que, haber de, hay que + infinitivo" o el verbo principal en tiempo futuro simple de mandato, en modo afirmativo o negativo. El hecho de que se utilice esta formulación no entraña que la observancia se imponga a ninguna de las partes.

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 en la dirección <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© UIT 2007

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

ÍNDICE

	Página
1 Alcance	1
2 Referencias	1
3 Definiciones.....	2
3.1 Términos definidos en otras Recomendaciones	2
3.2 Términos definidos en esta Recomendación	2
4 Abreviaturas, siglas o acrónimos	3
5 Mantenimiento de las medidas de protección.....	3
5.1 Generalidades	3
5.2 Mantenimiento de los sistemas de puesta a tierra	4
5.3 Mantenimiento de las medidas de protección para estructuras contra los rayos	5
5.4 Mantenimiento de las medidas de protección de estructuras de telecomunicaciones contra el rayo.....	6
5.5 Mantenimiento de las medidas de protección contra la inducción producida por sistemas de alimentación eléctrica	7
5.6 Mantenimiento de las medidas de protección en los cruces con líneas de energía	8
5.7 Mantenimiento de las medidas de protección contra la corrosión	9
5.8 Mantenimiento de las medidas de protección en los sistemas eléctricos (principales).....	11
6 Documentación.....	11
Apéndice I – Experiencia del operador de red en el mantenimiento del GDT	13
I.1 France Telecom (FT).....	13
I.2 Deutsche Telekom (DT)	13
Apéndice II – Equipo de pruebas de SPD.....	15
Apéndice III – Ejemplos de documentación y de marcación local.....	16
III.1 Ejemplo de señalización, en mapas topográficos, de sistemas que ejercen influencia	16
III.2 Ejemplo de señalización local en sistemas bajo influencia.....	16
III.3 Ejemplo de señalización local en sistemas de protección contra la corrosión	16
III.4 Ejemplo de señalización de zonas o equipos de protección contra la ESD....	17
Bibliografía	18

Recomendación UIT-T K.69

Mantenimiento de las medidas de protección

1 Alcance

Las redes de telecomunicaciones pueden sufrir daños como consecuencia de las descargas atmosféricas, de la influencia de las líneas de energía, de los cruces con dichas líneas y de la corrosión. Es necesario aplicar medidas de protección con el fin de:

- reducir el riesgo de lesiones que puedan afectar a los usuarios o al personal
- mejorar al máximo la fiabilidad del control de red
 - el riesgo de daños en la red de telecomunicaciones
 - la pérdida de la función o la reducción de la calidad de funcionamiento del de telecomunicaciones

En esta Recomendación se proporciona un resumen del mantenimiento de dichas medidas de protección.

Ahora bien, esta Recomendación no versa sobre las medidas de protección ni la precaución contra fenómenos electrostáticos, pues éste ya es un tema, en general, bien conocido. En el apéndice III se indica cómo deben marcarse las zonas o sistemas de telecomunicaciones protegidos contra dichos fenómenos.

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. En esta Recomendación, la referencia a un documento, en tanto que autónomo, no le otorga el rango de una Recomendación.

- [UIT-T K.5] Recomendación UIT-T K.5 (1988), *Utilización conjunta de postes para las telecomunicaciones y el suministro de energía eléctrica.*
- [UIT-T K.6] Recomendación UIT-T K.6 (1988), *Precauciones que deben tomarse en los cruces.*
- [UIT-T K.12] Recomendación UIT-T K.12 (2006), *Características de los tubos de descarga de gas para la protección de las instalaciones de telecomunicaciones.*
- [UIT-T K.27] Recomendación UIT-T K.27 (1996), *Configuraciones de continuidad eléctrica y puesta a tierra dentro de los edificios de telecomunicación.*
- [UIT-T K.31] Recomendación UIT-T K.31 (1993), *Métodos de conexión equipotencial y puesta a tierra dentro de los edificios de abonados.*
- [UIT-T K.33] Recomendación UIT-T K.33 (1996), *Límites para la seguridad de las personas en relación con el acoplamiento en el sistema de telecomunicaciones de instalaciones de energía eléctrica en c.a. y de instalaciones ferroviarias electrificadas en c.a. en condiciones de avería.*

[UIT-T K.35]	Recomendación UIT-T K.35 (1996), <i>Configuraciones de continuidad eléctrica y puesta a tierra en instalaciones electrónicas distantes.</i>
[UIT-T K.50]	Recomendación UIT-T K.50 (2000), <i>Límites de seguridad para tensiones y corrientes de explotación en sistemas de telecomunicación alimentados por la red.</i>
[UIT-T K.53]	Recomendación UIT-T K.53 (2000), <i>Valores de las tensiones inducidas en las instalaciones de telecomunicación para establecer las responsabilidades de los operadores de telecomunicaciones y de transporte de energía eléctrica en corriente alterna y de ferrocarriles electrificados.</i>
[UIT-T K.66]	Recomendación UIT-T K.66 (2004), <i>Protección de las instalaciones del cliente contra las sobretensiones.</i>
[UIT-T K.68]	Recomendación UIT-T K.68 (2006), <i>Gestión de la interferencia electromagnética en los sistemas de telecomunicaciones ocasionada por los sistemas de alimentación eléctrica.</i>
[UIT-T Earthing]	Manual UIT-T (2003), <i>Puesta a tierra y puesta a tierra equipotencial.</i>
[UIT-T Directives VII]	Directrices UIT-T, Volumen VII (1989), <i>Medidas de protección y precauciones de seguridad.</i>
[CEI 62305-1]	CEI 62305-1 (2006), <i>Protection against lightning – Part 1: General principles.</i>
[CEI 62305-3]	CEI 62305-3 (2006), <i>Protection against lightning – Part 3: Physical damage to structures and life hazard.</i>
[CEI 62305-4]	CEI 62305-4 (2006), <i>Protection against lightning – Part 4: Electrical and electronic systems within structures.</i>

3 Definiciones

3.1 Términos definidos en otras Recomendaciones

Ninguno.

3.2 Términos definidos en esta Recomendación

3.2.1 mantenimiento: Combinación de todas las acciones técnicas y administrativas, incluidas las acciones de supervisión, tendientes a mantener un dispositivo en un estado, o devolverlo a él, en el que pueda llevar a cabo una función requerida.

3.2.2 inspección visual: Acción que comprende el escrutinio cuidadoso de un dispositivo, y que se realiza sin desmantelarlo o, si fuere necesario, desmantelándolo parcialmente.

3.2.3 inspección completa: Se trata de una inspección visual que se complementa con, por ejemplo, mediciones, a fin de llegar a una conclusión fiable acerca de la condición de un dispositivo.

3.2.4 reparación: Parte del mantenimiento correctivo durante la cual se aplican al dispositivo acciones manuales para reestablecer su función requerida.

3.2.5 periodo de inspección: Periodo, en años, que transcurre entre la instauración de una medida de protección y su primera inspección, o entre dos inspecciones.

3.2.6 sistema de reducción activa (ARS, *active reduction system*): Sistema que se vale de un transformador para compensar las tensiones inducidas en los sistemas de cables de telecomunicaciones. Funciona sobre la base de que, a través de un transformador, una tensión cuyo desplazamiento de fase sea 180° pero tenga la misma amplitud se acopla en el cable de telecomunicaciones que se ha de proteger. Está compuesto por un elemento de acoplamiento (un núcleo de hierro con un arrollamiento primario, un arrollamiento de control conectado a un conductor piloto y la cantidad correspondiente de arrollamientos secundarios) y un amplificador con una fuente de alimentación.

3.2.7 sistema de reducción pasiva (PRS, *passive reduction system*): Sistema que emplea un transformador reductor de tensión para compensar las tensiones inducidas en el sistema de cables de telecomunicaciones. Se compone de un núcleo de hierro con un arrollamiento primario (la cubierta del cable puesta a tierra o un conductor piloto) y la cantidad correspondiente de arrollamientos secundarios. En general, estos últimos son cables de telecomunicaciones blindados.

3.2.8 conductor piloto: Cable conectado a tierra en ambos extremos del trayecto en cuestión, a fin de obtener el voltaje para el arrollamiento de control del ARS o del PRS.

4 Abreviaturas, siglas o acrónimos

En esta Recomendación se utilizan las siguientes abreviaturas, siglas o acrónimos.

ARS	Sistema de reducción activa (<i>active reduction system</i>)
EBB	Barra de continuidad eléctrica equipotencial (<i>equipotential bonding bar</i>)
EBP	Punto de continuidad eléctrica a tierra (<i>earth bonding point</i>)
EPA	Zona protegida contra efectos electrostáticos (<i>electrostatic protected area</i>)
ESD	Descarga electrostática (<i>electrostatic discharge</i>)
GDT	Tubo de descarga de gas (<i>gas discharge tube</i>)
LPS	Sistema de protección contra el rayo (<i>lightning protection system</i>)
MDF	Repartidor principal (<i>main distribution frame</i>)
MET	Terminal principal de toma de tierra (<i>main earthing terminal</i>)
NT	Terminación de red (<i>network termination</i>)
PRS	Sistema de reducción pasiva (<i>passive reduction system</i>)
RCD	Dispositivo de protección contra corrientes residuales (<i>residual current device</i>)
SPD	Dispositivo de protección contra sobretensiones (<i>surge protective device</i>)

5 Mantenimiento de las medidas de protección

5.1 Generalidades

5.1.1 Requisitos generales

Las medidas de protección de las redes de telecomunicaciones y señalización o de las estructuras de telecomunicaciones (por ejemplo los edificios de las centrales y los sitios distantes) son el resultado de la evaluación de las necesidades de protección, que tiene lugar antes de la construcción de una planta, o de que se le efectúen modificaciones, y forman parte integral del sistema protegido.

Se debe contar con la documentación necesaria acerca de todas las medidas de protección, a fin de poder probar que se compaginan con la obligación de prestar atención debida al tema. Las medidas de protección han de supervisarse para garantizar que pueden llevar a cabo una función requerida.

Hay que compilar la información pertinente sobre todos los resultados de medición, los cuales han de conservarse, junto con los protocolos de inspección, mientras existan las medidas de protección. En efecto, se los debe comparar con los resultados de inspecciones anteriores (véase la nota 2) y, de haber alguna discrepancia fundamental, hay que hallar los motivos de la desviación y tomar las medidas del caso.

NOTA 1 – El operador de red puede optar por una identificación local en la planta, marcando por ejemplo los equipos y los dispositivos de protección. En el apéndice III se describe un ejemplo de marcación en mapas topográficos y local de sistemas que sufren influencia.

En los siguientes casos pueden ser necesarias otras medidas de protección o la inspección de las existentes:

- aparición repetida de daños causados por fuentes eléctricas;
- construcción posterior de estructuras expuestas;
- construcción posterior, o modificaciones, de plantas de electricidad o de sistemas de tracción eléctrica;
- cambios en las corrientes de funcionamiento en plantas de electricidad o en sistemas de tracción eléctrica existentes;
- si el cliente o las autoridades así lo solicitasen.

La medida que se suele considerar más eficaz para la protección de los sistemas de telecomunicaciones es el mantenimiento de la interconexión de las pantallas de los cables y la puesta a tierra de la pantalla en ambos extremos, incluida la conexión equipotencial. Por consiguiente, en todas las medidas que se describen a continuación se supone que ya se ha tenido en cuenta.

NOTA 2 – Conviene recordar que las condiciones ambientales pueden afectar los resultados de las mediciones.

5.1.2 Responsabilidades relacionadas con el mantenimiento

El operador de la red de telecomunicaciones se encarga de la protección de las plantas de su red.

El propietario de los edificios es responsable de la seguridad general de la instalación dentro de ellos, mediante un terminal de continuidad eléctrica, una EBB o un acceso al MET, garantizando así la puesta a tierra de las medidas de protección.

El cliente se encarga de la protección de su red (privada) en su propiedad.

Todas las partes se encargan de la efectividad y de la documentación de las medidas de protección en sus locales.

5.1.3 Precauciones de seguridad

La explotación de una red de telecomunicaciones, incluido sus sistemas de puesta a tierra y sus medidas de protección, hace indispensable que se cumplan de una manera coherente las normas en materia de seguridad (reglamentaciones para la prevención de accidentes).

5.2 Mantenimiento de los sistemas de puesta a tierra

En [UIT-T K.27], [UIT-T K.35] y [UIT-T K.31] se describen, respectivamente, las configuraciones de continuidad eléctrica y puesta a tierra de las instalaciones de telecomunicaciones dentro de edificios, en locales de centrales, en sitios distantes y las instalaciones de abonados.

En el curso del mantenimiento de las plantas de telecomunicaciones hay que inspeccionar las plantas de puesta a tierra. Esta supervisión abarca la inspección de control, conforme a los documentos técnicos que describen la ejecución y la conexión correctas a la EBB o al MET. Los defectos se han de corregir inmediatamente.

5.2.1 Inspección visual

Hay que verificar que:

- las conexiones al MET o a la EBB estén disponibles e intactas para una posible compensación;
- no haya conexiones en mal estado o interrupciones (que sean visibles);
- la corrosión no haya debilitado el sistema o partes de él (véase la nota);
- todas las líneas y componentes del sistema están debidamente atadas y que estén funcionando las partes que tengan una función de protección mecánica.

NOTA – Qué tan graves son los problemas de corrosión en la zona de la planta de puesta a tierra es algo que sólo se puede saber excavando agujeros de prueba (para ver la varilla de puesta a tierra).

5.2.2 Inspección completa

Hay que verificar, mediante una medición, los siguientes aspectos:

- la impedancia de todas las conexiones a tierra y de las interconexiones a la EBB o al MET, o de las cubiertas (valor de referencia < 1 Ohm);
- la interconexión de las instalaciones metálicas (pantalla del cable, hilos de blindaje);
- la resistencia del sistema de puesta a tierra;
- la resistencia a tierra de cada barra de puesta a tierra debería verificarse siempre que se observe un incremento del valor de resistencia del sistema de puesta a tierra (por ejemplo, de haber un problema de corrosión, véase la nota de la cláusula 5.2.1).

5.2.3 Periodos de inspección

Como parte de las medidas de protección, se ha de inspeccionar el estado de las plantas de puesta a tierra, durante el trabajo de mantenimiento de dichas medidas (véase el cuadro 1). En la cláusula 5.7 se describe el caso de los sistemas de puesta a tierra con corrosión.

Cuadro 1 – Requisitos de inspección para sistemas de puesta a tierra

Dispositivo que se debe inspeccionar	Inspección visual	Inspección completa
Conexiones a la EBB, al MET, a los hilos de blindaje, varilla de puesta a tierra, etc., interconexiones, estado mecánico, estado de corrosión.	En general, se debe realizar durante el mantenimiento de la planta de telecomunicaciones o la medida específica de protección.	Véanse las cláusulas 5.3 a 5.7

5.3 Mantenimiento de las medidas de protección para estructuras contra los rayos

La decisión de proteger una estructura contra los rayos, mediante un LPS, así como la selección de las medidas de protección, ha de efectuarse con arreglo a [CEI 62305-2].

Las medidas de protección que se consideran para estructuras cubren la estructura propiamente dicha y la instalación que está dentro de ella.

El objetivo del mantenimiento es garantizar que:

- el LPS es conforme a un diseño basado en [CEI 62305-3];
- no hay corrosión visible;
- todo servicio o construcción posteriores se incorporen al LPS.

Conviene efectuar las inspecciones como sigue:

- durante la construcción de la estructura, a fin de verificar las componentes naturales del LPS (por ejemplo los electrodos incorporados), si los hubiere;
- después de la instalación del LPS;
- después de alteraciones o reparaciones, o cuando se sabe que la estructura ha sido golpeada por el rayo.

Si bien la protección de las estructuras no comprende la protección de los servicios exteriores conectados a ellas, sí incluye las medidas de protección de los servicios (es decir, las instalaciones de telecomunicaciones y de alimentación eléctrica) a la entrada de la estructura, como resultado del análisis de riesgo para la estructura; dichas medidas de protección forman parte del programa de mantenimiento.

5.3.1 Inspección visual

Se han identificado los siguientes aspectos que se deben verificar:

- la deterioración y la corrosión de elementos de terminación aérea y conductores de bajada;
- la condición de las uniones, conexiones y fijaciones equipotenciales.

5.3.2 Inspección completa

La inspección completa incluye la inspección visual.

Además de esta última, hay que efectuar las siguientes mediciones:

- el valor de la resistencia del sistema de terminación a tierra;
- la impedancia de todas las conexiones a tierra y de las interconexiones con la EBB o con el MET, o de las cubiertas;
- la interconexión de las instalaciones metálicas (pantalla del cable, hilos de blindaje);
- la calidad de funcionamiento de los SPD.

En el apéndice II se presenta un ejemplo de equipos de pruebas SPD.

5.3.3 Periodos de inspección

Conviene inspeccionar periódicamente las medidas de protección, conforme al cuadro 2, en función del nivel de protección contra la descarga del rayo (LPL, *lightning protection level*) correspondiente a la clase de LPS. En la cláusula E.7 de [CEI 62305-3] se pueden encontrar más detalles acerca del mantenimiento y de la inspección de un LPS.

Cuadro 2 – Periodo máximo entre las inspecciones de las medidas de protección de estructuras contra el rayo

Nivel de protección contra la descarga del rayo	Inspección visual (año)	Inspección completa (año)
I y II	1	2
III y IV	2	4

5.4 Mantenimiento de las medidas de protección de estructuras de telecomunicaciones contra el rayo

Las medidas de protección de estructuras de telecomunicaciones contra el rayo pueden ser:

- cables blindados;
- tubos de acero;
- cables de protección de estructuras contra el rayo;

- canalizaciones para cables de protección de estructuras contra el rayo;
- hilo(s) pantalla;
- dispositivos de protección contra sobrecorrientes, SPD.

Estas medidas incluyen los sistemas de puesta a tierra y la continuidad de los blindajes.

5.4.1 Inspección visual

La inspección visual incluye la inspección del sistema de puesta a tierra (véase la cláusula 5.2).

Además, hay que efectuar las siguientes inspecciones en partes de la red a las que se puede acceder:

- a los daños visibles o indicación de funciones irreversibles de los SPD;
- a la señalización de función de los RCD y los SPD;
- a las construcciones añadidas tras la última inspección que pueden incrementar el riesgo (por ejemplo mástiles, antenas en la vecindad del sistema de telecomunicaciones o de las estructuras proporcionadas).

5.4.2 Inspección completa

La inspección completa incluye la inspección visual.

Además de esta última, hay que efectuar las siguientes inspecciones:

- calidad de funcionamiento de los SPD;
- para los SPD que se están supervisando (señalización distante), hay que verificar la funcionalidad del aparato supervisor (por ejemplo control remoto).

La prueba de función de los SPD se podría efectuar como prueba en el terreno si se sustituyen los SPD que están fuera del alcance, o si se reemplazan durante ciertos periodos de tiempo. En el apéndice II se muestra un ejemplo de un equipo de pruebas de SPD.

5.4.3 Periodos de inspección

Las medidas de protección deberían inspeccionarse periódicamente, conforme al cuadro 3.

Cuadro 3 – Periodo máximo entre las inspecciones de las medidas de protección de sistemas de telecomunicaciones contra el rayo

Aspecto que se debe inspeccionar	Inspección visual (año)	Inspección completa (año)
Medidas de protección	3	6 (nota)
NOTA – En el apéndice I se suministra información acerca de la experiencia de ciertos operadores de red sobre la duración razonable de los periodos de inspección para los GDT, y la encuesta de prueba de terreno. La prueba de función de los SPD y el periodo de inspección podrían ser el resultado de una petición del fabricante.		

5.5 Mantenimiento de las medidas de protección contra la inducción producida por sistemas de alimentación eléctrica

La necesidad de medidas de protección contra la interferencia electromagnética causada por sistemas de alimentación eléctrica y sistema de tracción eléctrica se basa en una evaluación conforme a [UIT-T K.68] y a las [UIT-T Directrices VII].

5.5.1 Inspección visual

La inspección visual incluye la inspección del sistema de puesta a tierra (véase la cláusula 5.2).

Además, hay que efectuar las siguientes inspecciones en partes de la red a las que se puede acceder:

- la señalización de función de las medidas de protección (es decir, el ARS, el PRS, el transformador de aislamiento, etc.);
- las conexiones del conductor piloto;
- las conexiones del conductor de compensación;
- el etiquetado correcto del sistema que sufre la influencia, si lo hubiere;
- la documentación actualizada de la situación de interferencia, en particular la construcción y las corrientes de los sistemas de alimentación eléctrica o de tracción eléctrica que ejercen la influencia.

5.5.2 Inspección completa

La inspección completa incluye la inspección visual.

Además de esta última, hay que efectuar las siguientes inspecciones:

- calidad de funcionamiento de las medidas de protección;
- para las medidas de protección que se están supervisando (señalización distante), hay que verificar la funcionalidad del aparato supervisor (por ejemplo control remoto);
- calidad de funcionamiento de los SPD.

NOTA – La medición de las tensiones inducidas se podría incluir en el programa de inspección completa, en cuyo caso habría que extrapolar cuidadosamente las tensiones medidas para obtener los valores correspondientes a las condiciones de inducción más desfavorables.

5.5.3 Periodos de inspección

Las medidas de protección deberían inspeccionarse periódicamente, conforme al cuadro 4.

Cuadro 4 – Periodo máximo entre las inspecciones de las medidas de protección contra la inducción electromagnética

Aspecto que se debe inspeccionar	Inspección visual (año)	Inspección completa (año)
ARS; PRS	1	3
Otras medidas de protección (véase [UIT-T Directrices Vol. VII])	Ninguna	10
Conductor de compensación de cable con protección contra la inducción	1	3
SPD	Ninguna	6

5.6 Mantenimiento de las medidas de protección en los cruces con líneas de energía

Debido a que, según los requisitos del operador de red o las reglamentaciones nacionales, se emplean diferentes acuerdos, sólo son apropiadas recomendaciones generales para el mantenimiento.

A menudo, no es posible inspeccionar la protección en los cruces de líneas de energía enterradas, por ejemplo el estado de la cubierta aislante (tubos plásticos) o de cables enterrados con cubierta plástica.

Si se utilizan métodos de construcción complejos, es fundamental contar con el personal calificado que requieran las normas de seguridad o conforme a la reglamentación local en materia de prevención de accidentes.

5.6.1 Inspección visual

El objetivo de las inspecciones es determinar:

- la conformidad con la distancia vertical mínima entre la línea aérea de telecomunicaciones y la línea alimentación eléctrica;
- el estado de los soportes comunes en el punto de cruce;
- el estado del aislamiento o el reforzamiento de la línea de telecomunicaciones en el punto de cruce.

5.6.2 Inspección completa

La inspección completa incluye la inspección visual.

Además de esta última, hay que efectuar las siguientes inspecciones:

- el estado de la petición de cruce por parte del operador de la línea eléctrica;
- el estado de los acuerdos formales entre los operadores de la red de telecomunicaciones y de alimentación eléctrica, en caso de utilización conjunta de los postes, a fin de establecer las responsabilidades de cada uno.

5.6.3 Periodos de inspección

Las medidas de protección deberían inspeccionarse periódicamente, conforme al cuadro 5.

Cuadro 5 – Periodo máximo entre las inspecciones de las medidas de protección en los cruces con líneas de energía

Aspecto que se debe inspeccionar	Inspección visual (año)	Inspección completa (año)
Véanse las cláusulas 5.6.1 y 5.6.2	En general, debe llevarse a cabo durante el mantenimiento de la línea de telecomunicaciones	6

5.7 Mantenimiento de las medidas de protección contra la corrosión

En esta cláusula se describe el mantenimiento de las medidas de protección contra la corrosión en plantas exteriores de telecomunicaciones. No obstante, también puede servir para el mantenimiento de estructuras como plantas de tanque. Se deben tener en cuenta las reglamentaciones especiales a este respecto, que no se tratan en esta cláusula.

Todas las reacciones de corrosión en circuitos eléctricos dependen del potencial. La rapidez con que se presenta la corrosión es función de la corriente parcial en el ánodo, conocida como la densidad de corriente de corrosión, que se relaciona con el área de corrosión. Es imposible medir directamente este parámetro, con lo cual se han de medir los valores de potencial a fin de poder llegar a conclusiones acerca de la magnitud de la corrosión dañina y de la eficacia de las medidas de protección.

5.7.1 Inspección visual

La inspección visual de los métodos de conexión equipotencial y puesta a tierra ha de realizarse durante el mantenimiento general de la planta de telecomunicaciones (véase la cláusula 5.2).

5.7.2 Inspección completa

Todo sistema de puesta a tierra que se base en métodos químicos debería verificarse regularmente mediante mediciones, por lo menos una vez al año. Para llevar a cabo una inspección de las medidas de protección contra la corrosión se requiere personal específicamente calificado para ello.

El alcance de la inspección depende del riesgo aceptado en relación con la pérdida de la función requerida de:

- medidas pasivas de protección contra la corrosión (por ejemplo, aislamiento, descargadores);
- medidas activas de protección contra la corrosión (por ejemplo, ánodos galvánicos (electrolíticos)).

Se han identificado los siguientes parámetros que se han de evaluar mediante mediciones:

- potenciales, corrientes y tensiones (véase la nota);
- la resistividad del terreno;
- la resistencia de los conductores y la cubierta;
- la resistencia de las interconexiones de puesta a tierra (resistencia de transición);
- la resistencia de los rieles y de sus uniones;
- la conductividad de los líquidos;
- el valor del pH;
- análisis del terreno.

NOTA – Se incluye el riesgo de influencia de sistemas vecinos, debida a corrientes vagabundas provenientes de los sistemas de protección contra la corrosión en las plantas de telecomunicaciones.

5.7.3 Periodos de inspección

Las medidas de protección deberían inspeccionarse periódicamente, conforme al cuadro 6; en casos especiales, puede ser necesario escoger periodos más cortos, como resultado de decisiones de los operadores de red.

Cuadro 6 – Periodo máximo entre las inspecciones de las medidas de protección contra la corrosión

Aspecto que se debe inspeccionar	Inspección visual	Inspección completa (año)	Inspección completa (nota) (año)
Conexiones a la EBB	Ninguna	1	2
Protección catódica activa	Ninguna	1	2
Potencial de tierra >80 mV	Ninguna	1	2
Potencial de tierra 50-80 mV	Ninguna	2	4
Potencial de tierra < 50 mV	Ninguna	No regularmente	4
Equipo de aislamiento	Ninguna	1	2
Descargadores	Ninguna	1	2
SPD	Ninguna	6	6
NOTA – Se debería optar por estos periodos tras haberse efectuado tres inspecciones completas sin detectar fallos.			

5.8 Mantenimiento de las medidas de protección en los sistemas eléctricos (principales)

La instalación de los SPD es la medida de protección que se suele aplicar a los sistemas de alimentación eléctrica de las plantas de telecomunicaciones.

Los SPD se instalan entre los conductores activos y la EBB, que a su vez está conectada al sistema de puesta a tierra, con lo cual se logra una condición equipotencial o la protección de los equipos, y que también podría servir como medida de protección contra la corrosión.

5.8.1 Inspección visual

La inspección visual incluye la inspección del sistema de puesta a tierra (véase la cláusula 5.2).

Además, hay que efectuar las siguientes inspecciones en partes de la red a las que se puede acceder:

- a los daños visibles o indicación de funciones irreversibles de los SPD;
- a la señalización de función de los RCD y los SPD.

5.8.2 Inspección completa

La inspección completa incluye la inspección visual.

Además de esta última, hay que efectuar las siguientes inspecciones:

- calidad de funcionamiento de los SPD (véase la nota);
- para los SPD que se están supervisando (señalización distante), hay que verificar la funcionalidad del aparato supervisor (por ejemplo control remoto).

La prueba de función de los SPD debería efectuarse *in situ*. En el apéndice II se muestra un ejemplo de un equipo de prueba de SPD.

NOTA – Es obligatorio contar con el personal calificado que puedan requerir las normas de seguridad o las reglamentaciones locales de prevención de accidentes.

5.8.3 Periodos de inspección

Las medidas de protección deberían inspeccionarse periódicamente, conforme al cuadro 7.

Cuadro 7 – Periodo máximo entre las inspecciones de las medidas de protección en los sistemas eléctricos

Aspecto que se debe inspeccionar	Inspección visual (año)	Inspección completa (año)
Medidas de protección	3	6 (nota)
NOTA – La prueba de función de los SPD y el periodo de inspección podrían ser el resultado de una petición del fabricante.		

6 Documentación

Los objetivos de la documentación con respecto a las medidas de protección son:

- probar la planificación correcta de las medidas de protección contra efectos peligrosos o perturbaciones dañinas;
- garantizar la función de las medidas de protección, a través de su conformidad con los requisitos que se verifican durante los periodos de inspección;
- proporcionar material a los efectos de las estadísticas y de las evaluaciones.

En la documentación se deberían incluir mapas detallados y generales, mapas topográficos, información técnica acerca del sistema que ejerce influencia y del que la sufre, informes de mediciones, resultados de cálculos e información más específica. La información que se suele incluir es la siguiente:

- Sistema de telecomunicaciones que sufre una influencia eléctrica
 - cálculo de la distancia de influencia de referencia (véase [UIT-T K.68]);
 - tipo de medida de protección;
 - trayecto marcado;
 - tipo de instalación;

- tipo de cable;
- información técnica acerca de los sistemas de reducción;
- parámetros y resultados de cálculos;
- resultados de las mediciones.
- Sistemas de alimentación eléctrica y de tracción eléctrica que ejercen influencia (véase la nota)
 - descripción;
 - trayecto marcado;
 - diagramas en vigor.

NOTA – En el apéndice III se presenta un ejemplo de marcación en mapas topográficos de sistemas que ejercen influencia.

- Medidas de protección contra rayos en sistemas de telecomunicaciones
 - estimación del riesgo en que incurre el servicio de telecomunicaciones;
 - cálculo de riesgo en el edificio de la central;
 - cálculo de riesgo en los edificios expuestos a los que se les presta servicio, siendo el operador de red el encargado de evaluar el riesgo de pérdida de servicio;
 - información acerca de las estructuras que afectan la estimación de riesgos (mástiles, árboles);
 - tipo de medida de protección;
 - tipo de instalación;
 - tipo de cable;
 - información técnica acerca del SPD;
 - resultados de las mediciones.
- Medidas de protección contra la corrosión y sistemas de terceros para la protección contra la corrosión
 - tipo de medida de protección;
 - tipo de instalación;
 - resultados de las mediciones.
- Documentación general
 - acuerdos o contratos formales entre el operador de red y terceras partes;
 - certificados de calificación y capacidades;
 - estado de calibración del equipo de mediciones.

Apéndice I

Experiencia del operador de red en el mantenimiento del GDT

(Este apéndice no es parte integrante de esta Recomendación)

I.1 France Telecom (FT)

FT llevó a cabo 2 experimentos con miras a definir un método de reemplazo de un GDT de dos terminales con una tensión c.c. nominal de cebado de 250 V. Hay 24 000 000 elementos de este tipo en las redes de FT. Se efectuaron dos pruebas en un GDT instalado en 1965, que representa un total de 40 000 GDT tras 40 años de utilización.

I.1.1 Resultados de las pruebas durante la primera campaña de mediciones

La primera campaña de mediciones tuvo lugar con 5 434 GDT de 5 regiones de Francia. Se exigió una resistencia mínima de aislamiento $> 1 \text{ G}\Omega$ a 100 V.

- a) Límite de tensión c.c. de cebado: $220 < U < 280 \text{ V}$;
se salen del intervalo 1 134 de los 5 434 (14-26%; promedio de las 5 regiones: 22%).
- b) Límite de tensión c.c. de cebado: $200 < U < 300 \text{ V}$;
se salen del intervalo 498 de los 5 434 (4-12%; promedio de las 5 regiones: 9,2%).

I.1.2 Resultados de las pruebas durante la segunda campaña de mediciones

La segunda campaña de mediciones tuvo lugar con 33 627 GDT de 8 regiones de Francia.

- a) Límite de tensión c.c. de cebado: $224 < U < 276 \text{ V}$ (fijados por el fabricante);
se salen del intervalo 12 776 de los 33 627 (25-52%; promedio de las 8 regiones: 38%).

I.1.3 Estimación de los límites de FT sobre la base de los resultados de ambas campañas de medición

- a) Límite de tensión c.c. de cebado: $220 < U < 280 \text{ V}$;
se salen del intervalo 7 838 de los 33 627 (23%).
- b) Límite de tensión c.c. de cebado: $200 < U < 300 \text{ V}$;
se salen del intervalo 2 947 de los 33 627 (8,7%).

I.1.4 Conclusión

Teniendo en cuenta lo poco fiable del método, FT decidió no tener en cuenta los resultados y efectuar pruebas regulares cada seis años.

I.2 Deutsche Telekom (DT)

DT realiza pruebas regulares cada seis años en todos los GDT accesibles, salvo en los locales del cliente, y sustituye aquellos GDT que se salen del intervalo.

Los resultados que se enumeran a continuación se basan en pruebas efectuadas con 79 500 piezas de GDT de dos terminales con una tensión c.c. nominal de cebado de 230 V, recolectados *in situ*.

- a) Límite de tensión c.c. de cebado: $184 < U < 288 \text{ V}$;
se salen del intervalo 1 144 de los 79 500 (1,4%).
- b) Límite de tensión de impulso de cebado: $< 700 \text{ V}$;
lo exceden 794 de los 79 500 (1%).

- c) Límite de la resistencia de aislamiento $< 10 \text{ G}\Omega$ a 100 V;
lo exceden 2 420 de los 79 500 (3%).
- d) Resistencia de aislamiento $< 1 \text{ G}\Omega$ a 100 V;
la exceden 245 de los 79 500 (0,3%).

Apéndice II

Equipo de pruebas de SPD

(Este apéndice no es parte integrante de esta Recomendación)

En el mercado existen dispositivos portátiles de prueba para medir los SPD en el terreno:

- Equipos manuales alimentados por baterías, para la prueba de componentes, que sirven para medir la tensión de fijación y la tensión c.c. de ruptura. Conviene en el caso de GDT, varistores, diodos Zener y dispositivos tiristores, así como cuando se trata de SPD completos.
- Equipos de medición automática más complejos, para obtener los límites detallados de tolerancia, las interrupciones y los cortocircuitos que producen señales de fallo visibles o audibles, y la información de software para los informes de medición. En la figura II.1, se muestran equipos de prueba, de dos fabricantes, que vienen en una maleta para los SPD, y que se conectan mediante adaptadores.



Figura II.1 – Dos ejemplos de equipo de prueba







Apéndice III

Ejemplos de documentación y de marcación local

(Este apéndice no es parte integrante de esta Recomendación)

III.1 Ejemplo de señalización, en mapas topográficos, de sistemas que ejercen influencia

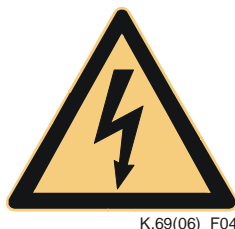
En un mapa topográfico, por ejemplo a escala 1:25000, se indica el sistema que ejerce influencia mediante colores y/o símbolos.

Sistema que ejerce influencia	Marca
sistema de alimentación eléctrica ≥ 110 kV	Verde 
estación de transformador o planta de energía ≥ 110 kV	Verde (límites de la propiedad) 
sistema de tracción eléctrica	Rojo 
estación de transformador para sistema de tracción eléctrica	Rojo (límites de la propiedad) 
sistemas de cátodos protegidos	Marrón 
instalaciones de transmisión (difusión de radio)	Símbolo  K.69(06)_F03

III.2 Ejemplo de señalización local en sistemas bajo influencia

La señalización local sirve para que el personal pueda identificar las partes accesibles de un sistema de telecomunicaciones en las que existe un riesgo de altas tensiones debidas a la influencia eléctrica.

La etiqueta que se muestra a continuación se pone a componentes de conmutación, como una MDF, una NT, los armarios de distribución y los componentes activos de la red de acceso.



III.3 Ejemplo de señalización local en sistemas de protección contra la corrosión

La etiqueta que se muestra a continuación sirve para que el personal pueda identificar los sistemas activos o pasivos de protección contra la corrosión, a fin de proceder con el cuidado que corresponda.



III.4 Ejemplo de señalización de zonas o equipos de protección contra la ESD

La etiqueta que se muestra a continuación sirve para que el personal pueda identificar zonas de protección electrostática, a fin de proceder con el cuidado que corresponda.



K.69(06)_F06

La etiqueta que se muestra a continuación sirve para identificar el equipo o las partes del sistema afectados por la ESD.



K.69(06)_F07

La etiqueta que se muestra a continuación sirve para identificar puntos de puesta a tierra para equipos o sistemas de protección contra la ESD.



K.69(06)_F08

Bibliografía

- [b-DIN 32541] DIN* 32541 (1977), *Management of machines and similar technical equipment; Terminology associated with activities.*
- [b-CEI 61340-5-1] CEI 61340-5-1 (1998), *Protection of electronic devices from electrostatic phenomena – General requirements.*

* DIN Instituto alemán de normalización.

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
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 multimedia
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Redes de cable y transmisión de programas radiofónicos y televisivos, y de otras señales multimedia
Serie K	Protección contra las interferencias
Serie L	Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior
Serie M	Gestión de las telecomunicaciones, incluida la RGT y el mantenimiento de redes
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, comunicaciones de sistemas abiertos y seguridad
Serie Y	Infraestructura mundial de la información, aspectos del protocolo Internet y Redes de la próxima generación
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación