



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

K.34

(07/2003)

SERIE K: PROTECCIÓN CONTRA LAS
INTERFERENCIAS

**Clasificación de las condiciones ambientales
electromagnéticas de los equipos de
telecomunicación – Recomendación básica
sobre compatibilidad electromagnética**

Recomendación UIT-T K.34

Recomendación UIT-T K.34

Clasificación de las condiciones ambientales electromagnéticas de los equipos de telecomunicación – Recomendación básica sobre compatibilidad electromagnética

Resumen

La presente Recomendación define clases ambientales electromagnéticas para equipos de telecomunicación que abarcan todos los parámetros ambientales electromagnéticos pertinentes. La presente Recomendación se aplica al equipo de telecomunicación instalado en centros de telecomunicaciones, en exteriores y en las instalaciones del abonado. Esta Recomendación constituye la Recomendación básica sobre EMC en el campo de las telecomunicaciones.

Orígenes

La Recomendación UIT-T K.34 fue aprobada por la Comisión de Estudio 5 (2001-2004) del UIT-T por el procedimiento de la Recomendación UIT-T A.8 el 29 de julio de 2003.

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.

© UIT 2004

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	Campo de aplicación.....	1
2	Referencias	1
3	Definiciones.....	1
4	Abreviaturas.....	2
5	Parámetros ambientales electromagnéticos	3
5.1	Tensión electrostática	3
5.2	Transitorio eléctrico rápido/ráfaga de impulsos (EFT/B, <i>electrical fast transient/burst</i>)	5
5.3	Tensiones conducidas en radiofrecuencias.....	5
5.4	Campos en radiofrecuencias.....	5
5.5	Tensiones de c.c.....	5
5.6	Tensiones de 16 2/3 Hz	5
5.7	Tensiones de 50 Hz/60 Hz.....	5
5.8	Tensiones de audiofrecuencias	5
5.9	Sobretensiones.....	6
5.10	Variaciones de tensión.....	6
5.11	Fluctuaciones de tensión.....	6
5.12	Interrupciones de tensión.....	6
5.13	Campos magnéticos de audiofrecuencias.....	6
5.14	Impulsos electromagnéticos causados por la descarga de un rayo.....	6
5.15	Impulsos repetitivos de baja frecuencia	6
6	Características de los entornos.....	6
6.1	Centros de telecomunicaciones (características comunes a las clases 1 y 2).....	6
6.2	Clase 3 – Instalaciones en exteriores.....	8
6.3	Clase 4 – Instalaciones de abonado	8
7	Severidades características de los parámetros ambientales	9
	Apéndice I – Bibliografía.....	15

Introducción

En esta Recomendación se recopilan datos sobre las condiciones ambientales electromagnéticas.

Los fenómenos considerados en esta Recomendación son:

- descargas electrostáticas (ESD);
- fenómenos transitorios eléctricos rápidos/ráfagas de impulsos (EFT/B);
- perturbaciones conducidas en radiofrecuencias;
- perturbaciones radiadas en radiofrecuencias;
- tensiones de c.c.;
- tensiones de 16 2/3 Hz;
- tensiones de 50 Hz/60 Hz;
- tensiones de audiofrecuencias;
- sobretensiones;
- variaciones de tensión;
- fluctuaciones de tensión;
- interrupciones de tensión;
- campos magnéticos de audiofrecuencias;
- impulsos electromagnéticos de descargas de rayo;
- impulsos repetitivos de baja frecuencia.

Los datos incluidos en esta Recomendación se basan en cálculos, análisis y experiencias soportados por estudios ambientales completos, cuando éstos existen.

Cuando se trata de caracterizar un entorno electromagnético es necesario sentar algunas hipótesis en cuanto a los métodos de instalación. Si estas hipótesis no son válidas en un caso determinado, las características ambientales correspondientes pueden no ser aplicables.

Cada entorno se caracteriza de dos maneras:

- mediante una breve descripción;
- mediante una indicación cuantitativa de la severidad característica del fenómeno.

Los requisitos de compatibilidad electromagnética (EMC) aplicables al equipo de telecomunicación deben basarse en la severidad del entorno electromagnético. Los requisitos de EMC garantizan que el equipo posee una inmunidad intrínseca suficiente para poder funcionar de la manera prevista en su propio entorno. Se subraya que la severidad característica de un fenómeno o parámetro no indica automáticamente el nivel de prueba utilizado al probar la inmunidad. Deben tenerse en cuenta también otras consideraciones, por ejemplo la prioridad del servicio del equipo en cuestión y las circunstancias técnicas y económicas, cuando se seleccione el nivel de prueba de entre los que figuran en las normas básicas sobre métodos de prueba.

Esta Recomendación constituye la Recomendación básica sobre EMC en el campo de las telecomunicaciones.

Recomendación UIT-T K.34

Clasificación de las condiciones ambientales electromagnéticas de los equipos de telecomunicación – Recomendación básica sobre compatibilidad electromagnética

1 Campo de aplicación

Esta Recomendación define la clasificación de las condiciones ambientales electromagnéticas existentes en los sitios donde están instalados equipos de telecomunicación.

Esta Recomendación se aplica al equipo de telecomunicación instalado en centros de telecomunicaciones, en exteriores y en las instalaciones de abonado, y no trata de los detalles que dependen del equipo.

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

La mención de un documento en esta Recomendación no le confiere a su vez el carácter de Recomendación.

- [1] CEI/TR2 61000-2-5:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2: Environment – Section 5: Classification of electromagnetic environments. Basic EMC publication.*
- [2] Recomendación UIT-T K.27 (1996), *Configuraciones de continuidad eléctrica y puesta a tierra dentro de edificios de telecomunicación.*
- [3] Recomendación UIT-T K.18 (1988), *Cálculo de las tensiones inducidas en líneas de telecomunicación por emisiones desde estaciones radioeléctricas y métodos para reducir las interferencias.*
- [4] Recomendación UIT-T K.23 (1988), *Tipos de ruido inducido y descripción de los parámetros de tensión de ruidos para redes básicas de usuario de la RDSI.*
- [5] CEI 60050-161:1990, *International Electrotechnical Vocabulary. Chapter 161: Electromagnetic Compatibility.*
- [6] 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 c.a. y de instalaciones ferroviarias electrificadas en c.a. en condiciones de avería.*

3 Definiciones

En el contexto de la presente Recomendación se aplican las siguientes definiciones, salvo cuando en el título aparece una referencia al Vocabulario Electrotécnico Internacional [5].

3.1 ráfaga de impulsos (161-02-07): Secuencia formada por un número limitado de impulsos distintos, u oscilación de duración limitada.

3.2 severidad característica: La severidad característica de un determinado parámetro en una clase ambiental dada es el valor de severidad que es poco probable que sea rebasado generalmente menos del 1% de probabilidad. Este término se refiere a la duración, la frecuencia de aparición o el lugar. Se aplica a los requisitos relativos al entorno y a los requisitos de inmunidad. En la referencia [1] se utiliza la expresión "grado de perturbación" como caracterización cuantitativa de los parámetros ambientales.

3.3 perturbación continua (161-02-11): Perturbación electromagnética cuyo efecto sobre un dispositivo o aparato determinado no puede descomponerse en una serie de efectos distintos.

3.4 entorno; condiciones ambientales: Condiciones electromagnéticas externas al equipo, a las que éste está sometido durante un determinado tiempo. Las condiciones ambientales comprenden una combinación de parámetros ambientales y sus severidades.

3.5 clase ambiental: Representación del entorno en lugares con propiedades similares. Éstas están especificadas y normalizadas para establecer un marco operacional de referencia en cuanto a:

- los requisitos que debe reunir el entorno;
- los requisitos de inmunidad.

La clase se describe mediante un conjunto de condiciones ambientales, expresadas por varios parámetros ambientales y sus severidades características u otros detalles. Los parámetros ambientales especificados para la clase de que se trata están limitados a los que pueden afectar al funcionamiento del equipo.

3.6 parámetros ambientales: Los parámetros ambientales representan una o más propiedades del entorno electromagnético.

3.7 inmunidad (a una perturbación) (161-01-20): Aptitud de un dispositivo, aparato o sistema para funcionar sin degradación en presencia de una perturbación electromagnética.

3.8 impulso (161-02-02): Variación brusca y de corta duración de una magnitud física seguida de un retorno rápido a su valor inicial.

3.9 radiofrecuencias (RF): Gama de frecuencias superiores a 9 kHz.

3.10 tiempo de subida (de un impulso) (161-02-05): Intervalo entre los instantes en los que el valor instantáneo de un impulso alcanza un valor inferior y seguidamente un valor superior determinados.

NOTA – Si no se especifica otra cosa, los valores inferior y superior son 10% y 90% de la amplitud del impulso.

3.11 eficacia del apantallamiento: Para una determinada fuente externa, relación (expresada generalmente en dB) entre las intensidades del campo eléctrico o magnético antes y después de la colocación de la pantalla de que se trata.

3.12 transitorio (adjetivo o sustantivo) (161-02-01): Se dice de un fenómeno o magnitud que varía entre dos estados constantes consecutivos durante un intervalo de tiempo que es corto en comparación con la escala de tiempo considerada.

3.13 audiofrecuencias (AF): Gama de frecuencias de 50 Hz a 20 kHz.

4 Abreviaturas

En esta Recomendación se utilizan las siguientes siglas.

AF	Audiofrecuencia (<i>audio frequency</i>)
c.a.	Corriente alterna
c.c.	Corriente continua

CEI	Comisión Electrotécnica Internacional
EFT/B	Transitorio eléctrico rápido/ráfaga de impulsos (<i>electrical fast transient/burst</i>)
EMC	Compatibilidad electromagnética (<i>electromagnetic compatibility</i>)
ESD	Descarga electrostática (<i>electrostatic discharge</i>)
HV	Alta tensión (<i>high voltage</i>)
ISM	(Equipo) industrial, científico y médico [<i>industrial, scientific and medical (equipment)</i>]
ITE	Equipo de tecnología de la información (<i>information technology equipment</i>)
RF	Radiofrecuencia, frecuencia radioeléctrica (<i>radio frequency</i>)

5 Parámetros ambientales electromagnéticos

5.1 Tensión electrostática

Cuando una persona camina o hace algún movimiento o manipula objetos electrostáticamente cargados, se carga con una tensión electrostática que produce una descarga electrostática (ESD, *electrostatic discharge*) que puede afectar al funcionamiento del equipo o incluso dañarlo.

Estas descargas ocurren normalmente durante la utilización manual del equipo, su mantenimiento o reparación. La descarga puede saltar directamente de la punta de los dedos o por conducto de herramientas metálicas a cualquier parte accesible del equipo.

El riesgo es particularmente grande en los sitios en que el suelo está recubierto de material sintético o con baja humedad relativa, por ejemplo, debido a bajas temperaturas exteriores. La intensidad de la descarga depende del material de la vestimenta y de las propiedades aislantes de las suelas de los zapatos de la persona afectada. Casi no existe ningún riesgo si la humedad relativa es superior al 50%.

En las figuras 1 y 2 se dan orientaciones sobre los niveles que pueden observarse, dependiendo de los materiales utilizados y del ambiente en el que funciona el sistema. Para la clasificación se ha utilizado esa información.

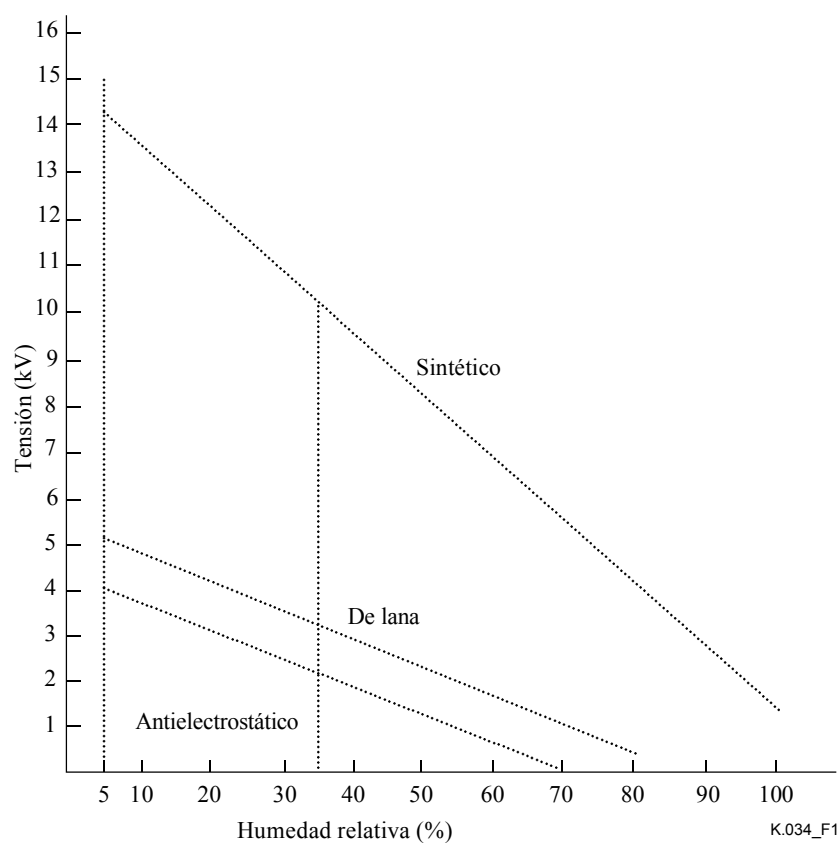


Figura 1/K.34 – Valores máximos de la tensión electrostática a la que pueden cargarse los operadores mientras existe contacto con los materiales indicados sin ninguna medida de protección electrostática

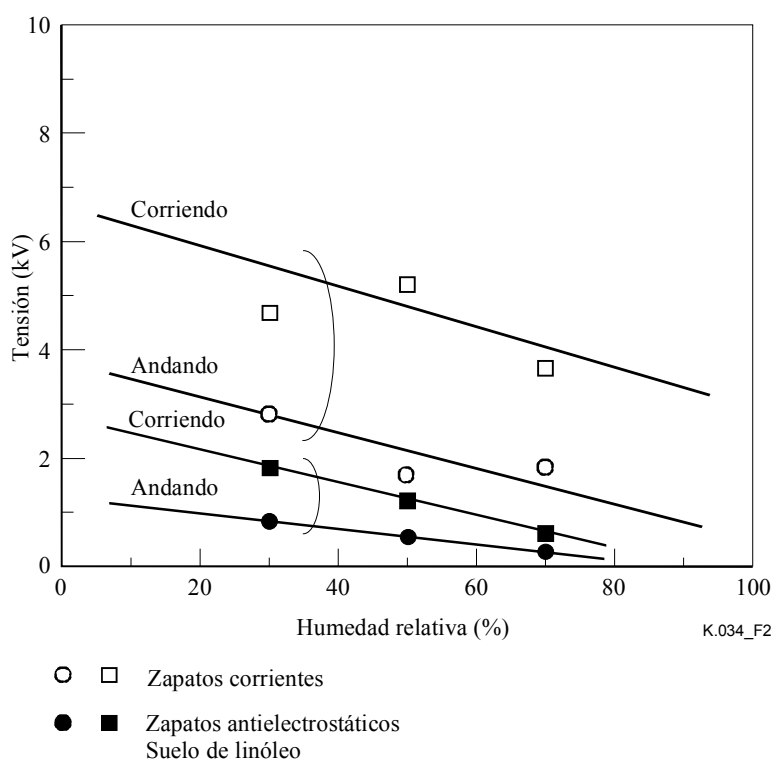


Figura 2/K.34 – Valor máximo de la tensión electrostática a la que pueden cargarse los operadores en una estación de telecomunicaciones

5.2 Transitorio eléctrico rápido/ráfaga de impulsos (EFT/B, *electrical fast transient/burst*)

Al cortarse la corriente en una fuente de alimentación de c.a. o c.c. se produce un arco intermitente entre los contactos. Este fenómeno es repetitivo y dura mientras no se haya disipado la energía almacenada en el circuito. En los conductores se genera una serie de crestas de tensión y estos transitorios se propagan por la línea afectada y se inducen en los conductores de señalización y de alimentación adyacentes.

5.3 Tensiones conducidas en radiofrecuencias

Diferentes tipos de radiotransmisores y fuentes de alimentación conmutadas inducen tensiones en modo común y diferencial en las líneas de energía y señalización. Las referencias [3] y [4] contienen más información sobre este parámetro.

5.4 Campos en radiofrecuencias

El equipo de telecomunicación está expuesto directamente a los campos creados por los transmisores de radiodifusión, de radioaficionados y móviles. En particular, los sistemas móviles celulares modernos y los del servicio de comunicaciones personales que funcionan en frecuencias altas pueden producir acoplamientos incluso en las tarjetas de circuitos impresos y no solamente en las líneas largas. Los radares son la principal fuente de campos con modulación impulsiva por encima de 1 GHz.

5.5 Tensiones de c.c.

Las tensiones de c.c. se aplican a líneas de señales que entran a un edificio. El equipo de telecomunicaciones puede estar expuesto a altas tensiones de c.c. debido a la utilización de equipos de localización de averías en los cables.

No se tienen en cuenta las plantas de energía de c.c. para sistemas de tracción que ocasionan diferencias de potencial de c.c. en líneas de telecomunicación ni tampoco se incluyen tensiones inducidas provocadas por la actividad geomagnética.

5.6 Tensiones de 16 2/3 Hz

El equipo de telecomunicaciones conectado a las líneas de señales que entran a un edificio puede estar expuesto a tensiones en modo común de 16 2/3 Hz inducidas a esas líneas en países donde los sistemas de tracción eléctrica utilizan dicha frecuencia.

5.7 Tensiones de 50 Hz/60 Hz

El equipo de telecomunicaciones conectado a las líneas de señales que entran a un edificio puede estar expuesto a tensiones de frecuencias de la red en modo común causadas por fallos por derivación a tierra de líneas eléctricas de alta tensión a causa de la inducción o de la elevación del potencial de tierra. También los sistemas de tracción eléctrica de 50 Hz/60 Hz pueden ocasionar la exposición a tensiones inducidas en modo común. El contacto directo a la red de energía eléctrica de baja tensión puede ocasionar la exposición al modo común y al modo diferencial.

5.8 Tensiones de audiofrecuencias

El equipo de telecomunicaciones conectado a las líneas de señales que entran a un edificio puede estar expuesto a tensiones de 50 Hz-20 kHz inducidas a las líneas por el uso normal de líneas de energía eléctrica de alta tensión y líneas de tracción eléctrica vecinas. Las cargas no lineales en la red de distribución eléctrica pueden producir también exposiciones de tensión de audiofrecuencias a través de las líneas de señales situadas en el interior del edificio. Las tensiones de ondulación provenientes de los rectificadores se superponen a la tensión en las fuentes de alimentación de c.c. y contribuyen a la determinación del parámetro.

5.9 Sobre tensiones

El equipo de telecomunicaciones conectado a las líneas de señales que entran a un edificio puede estar expuesto a sobretensiones acopladas en las líneas provenientes de descargas de rayos. Las sobrecargas de tensión y corriente causadas por los rayos pueden llegar al equipo también a través de la red de c.a. Las descargas eléctricas provocadas por los rayos que caen sobre las estaciones de telecomunicaciones o sobre las torres de antenas situadas muy cerca unas de otras pueden poner en peligro al equipo conectado a líneas de señales del interior del edificio a causa de la inducción o de una elevación del potencial de tierra.

5.10 Variaciones de tensión

La tensión de la fuente de alimentación de c.a. o de c.c. puede variar, dentro de ciertos límites, debido a las cargas y ajustes variables de la tensión efectuados para hacer frente a la demanda de energía en las horas punta. Se incluyen únicamente las variaciones de la tensión media a largo plazo.

5.11 Fluctuaciones de tensión

Los cambios bruscos de la carga pueden ocasionar disminuciones o aumentos a corto plazo de la tensión de las fuentes de alimentación de c.c. o de c.a.

5.12 Interrupciones de tensión

Ciertos fallos en los sistemas de las fuentes de alimentación pueden provocar condiciones intermitentes de tensión instantánea cero de corta duración.

5.13 Campos magnéticos de audiofrecuencias

El equipo de telecomunicaciones puede estar expuesto a campos magnéticos en la banda de frecuencias 50 Hz-20 kHz debido a corrientes en la frecuencia de la red y a sus armónicos en las instalaciones de energía eléctrica: la red de distribución, los transformadores, los motores, las unidades impulsoras y los sistemas de energía ininterrumpida. Contribuyen también los campos de bucles de alambre inductivos de audiofrecuencias.

5.14 Impulsos electromagnéticos causados por la descarga de un rayo

El equipo de telecomunicaciones próximo al lugar donde se produce un relámpago puede estar expuesto a impulsos del campo magnético generados por la descarga del rayo.

5.15 Impulsos repetitivos de baja frecuencia

El equipo de telecomunicaciones conectado a las líneas de señales que entran a un edificio puede estar expuesto a tensiones en modo común acopladas con líneas de vallas electrificadas extensas. La perturbación inducida puede tener la característica de un impulso repetitivo (uno por segundo) con carácter oscilatorio suficientemente amortiguado. Pueden también causar este tipo de interferencia vallas más cortas que no han sido instaladas convenientemente.

6 Características de los entornos

6.1 Centros de telecomunicaciones (características comunes a las clases 1 y 2)

La distribución interna de la alimentación eléctrica es de 48 V c.c. nominales y de 230 V/400 V, 127 V/220 V o 100 V c.a. nominales, 50 Hz o 60 Hz. Se supone que la conmutación de cargas en la alimentación de c.c. es muy poco frecuente, por lo que no se la tiene en cuenta. La reserva de batería está disponible a 48 V c.c.

Se supone que no hay ninguna separación entre los cables de distribución de energía eléctrica de c.c. y los cables de señales, aunque los cables internos de alimentación eléctrica de c.a. se instalan siempre a cierta distancia de los de c.c. y de señalización a fin de reducir el acoplamiento mutuo. Lo normal es utilizar soportes metálicos conectados a tierra para los cables.

Se supone que los cables que van de los centros de telecomunicación a las instalaciones de abonado no están apantallados.

Existe una red especial de puesta a tierra y continuidad eléctrica conforme a la referencia [2]. La distribución eléctrica de c.a. dentro de los edificios se ajusta también a los requisitos de esa referencia.

En la instalación de los edificios se prevén ciertas protecciones contra las descargas electrostáticas (por ejemplo, suelos capaces de disipar cargas o control de la humedad relativa) y con tal fin se estipulan también reglas para la manipulación y utilización del equipo (por ejemplo, empleo de muñequeras y zapatos disipadores de carga).

También se supone que las instalaciones en cuestión se encuentran a bastante distancia de transmisores de radiodifusión de alta potencia. Cuando en los locales existen transmisores de radiocomunicación, deben adoptarse precauciones especiales para evitar exposiciones al campo emitido. En los centros de telecomunicaciones se suele restringir el empleo de equipo radioeléctrico móvil. Como es natural, el operador de telecomunicaciones no puede controlar el entorno exterior en radiofrecuencias.

6.1.1 Clase 1 – Centros principales de telecomunicaciones

Esta clase ambiental corresponde a los centros de telecomunicaciones importantes situados en lugares especiales, edificios separados o partes de edificios que están bajo el control de operador de la red. Estos centros suelen encontrarse en zonas urbanas.

El centro de telecomunicaciones posee su propia alimentación eléctrica, derivada de la red de distribución pública mediante transformación. La distribución de energía eléctrica de c.a. dentro de los edificios es del tipo TN-S, TT o IT.

Las líneas externas de señales pueden ser de cualquier tipo, calibre o longitud y suelen entrar al edificio por conductos subterráneos. Existe el riesgo de acoplamiento con las líneas de electricidad o las líneas de tracción eléctrica de alta tensión.

El apantallamiento que ofrece la estructura del edificio puede producir una atenuación, en función de la frecuencia, de unos 10 dB, a condición de que los elementos del forjado del edificio tengan una conexión equipotencial adecuada entre sí para formar una malla.

6.1.2 Clase 2 – Centros secundarios de telecomunicaciones

Esta clase ambiental se refiere a los centros de telecomunicaciones pequeños situados en edificios especiales separados o en partes de ellos y bajo el control del operador de la red. Suelen estar situados en zonas rurales para dar servicio a una comunidad restringida, y a menudo no están atendidos.

La alimentación eléctrica del centro puede provenir de la red de distribución pública por medio de un transformador dedicado o de un transformador compartido con la comunidad local. La distribución de energía eléctrica de c.a. dentro de los edificios puede ser del tipo TN-S, TN-C, TT o IT.

Las líneas externas de señales pueden ser cables aéreos de una longitud de tendido considerable. Existe el riesgo de acoplamiento con las líneas de electricidad o las líneas de tracción eléctrica de alta tensión.

No puede suponerse ningún apantallamiento efectivo por la estructura del edificio.

6.2 Clase 3 – Instalaciones en exteriores

Esta clase ambiental se refiere a las instalaciones de telecomunicación no atendidas, como una instalación en la calle, cabinas telefónicas, repetidores y amplificadores de mazos de cables, y concentradores y cajas de derivación de cables.

Esta clase ambiental puede aplicarse a equipos situados por debajo del nivel del suelo. No abarca los repetidores de cables submarinos.

Las líneas externas de señales pueden ser de cualquier tipo, calibre o longitud. Hay un alto riesgo de acoplamiento con las líneas de electricidad o las líneas de tracción eléctrica de alta tensión. Se considera que las fuentes de alimentación distantes en líneas de señales son intrínsecas a los sistemas y no constituyen parámetros ambientales.

Los repetidores distantes de las zonas rurales están equipados con dispositivos de protección contra sobretensiones. Puede no estar presente en todos los casos un conductor de toma de tierra local. Es posible que otras instalaciones en exteriores no dispongan de dispositivos de protección. No se supone que exista un sistema de protección externo contra las descargas producidas por los rayos.

Puede haber muy poca distancia con respecto a los transformadores de distribución eléctrica y la exposición al campo magnético de la red de distribución eléctrica puede ser muy alta.

En lo que respecta a cargas electrostáticas, las instalaciones en exteriores se consideran de pequeño riesgo.

Se supone que media cierta distancia con respecto a los transmisores de radiodifusión de alta potencia. Sin embargo, los transmisores de radioaficionados pueden estar más próximos y los transmisores móviles y portátiles, mucho más próximos.

La instalación está contenida dentro de un recinto o armario que la protege de las inclemencias del tiempo. Se supone que esta caja no ofrece ningún apantallamiento contra los campos electromagnéticos.

6.3 Clase 4 – Instalaciones de abonado

Esta clase abarca los tipos de clases 1, 2, 3 y 4 definidos en la referencia [1]. Los "fenómenos" descritos por la CEI no tienen siempre una correspondencia unívoca con los parámetros ambientales utilizados para las demás clases definidas en esta Recomendación. Incluso para los que se refieren a los mismos fenómenos existen diferencias en cuanto a los atributos elegidos para caracterizar la perturbación. Sin embargo, se ha tratado de reflejar los "grados de perturbación" especificados por la CEI en los cuadros de la cláusula 5 que definen cuantitativamente las clases ambientales electromagnéticas. En los cuadros se indica el grado de perturbación más elevado para las cuatro clases. Los valores inferiores, si existen, se indican en notas a pie de cuadro.

Cabe resaltar que la presente Recomendación se aplica a los cuatro tipos de instalaciones de abonado mencionados más arriba.

6.3.1 Atributos de instalaciones de abonado

Medios de conducción

Radiaciones

- No hay ningún transmisor de radioaficionados a menos de 20 m de distancia.
- No hay ningún transmisor de radiodifusión a menos de 1 km.
- Existen sistemas de radiobúsqueda y de comunicaciones portátiles.
- Gran concentración de equipo de tecnología de la información (ITE, *information technology equipment*).

- Posible proximidad a equipos industriales, científicos y médicos (ISM, *industrial, scientific and medical equipment*) de baja potencia.
- Posible presencia de equipo médico terapéutico.
- Posible proximidad de una subestación local.
- Posible presencia de audífonos o prótesis utilizados por personas con dificultades auditivas.

Alimentación de energía de c.a.

- Impedancia de red relativamente alta.
- Cables o líneas aéreas.
- Elevados niveles de armónicos.
- Equipo montado sobre el tejado de edificios.

Alimentación de energía de c.c.

- No se aplica.

Señalización/control

- Cables o líneas aéreas de telecomunicaciones.
- Cables o líneas aéreas con poca separación entre postes.
- Gran acoplamiento entre los sistemas de señalización y los sistemas de alimentación de energía por fuentes conmutadas.
- Exposición importante a descargas de rayos.
- Las líneas de control suelen ser cortas, menos de 10 m.

Referencia

- Abundancia de estructuras metálicas que pueden tener o no una conexión equipotencial, que pueden estar conectadas al sistema de puesta a tierra o a masa.
- Numerosas interfaces entre la parte de alimentación de energía y los sistemas de telecomunicaciones (incluidos sistemas locales).
- Posiblemente no hay una toma de tierra local, o la impedancia de esta toma es alta.
- Posiblemente no están coordinadas las tomas de tierra locales.

Notas adicionales

- Interfaces con los sistemas de abonado.
- Puede haber líneas de alta tensión por encima de los edificios.

7 Severidades características de los parámetros ambientales

En los cuadros 1 a 5 se indican las severidades características y otros detalles de los parámetros ambientales pertinentes para cada clase ambiental del equipo de telecomunicaciones.

A menudo no es posible modelar con todo detalle las perturbaciones/parámetros. Por ejemplo, la evolución temporal de los fenómenos transitorios es demasiado compleja como para poder describirla de una manera realista. En tales casos, se utilizan modelos simplificados que reflejan los detalles característicos correspondientes a los impulsos de prueba normalizados. Este método se basa en el supuesto de que los impulsos de prueba tienen debidamente en cuenta las características más relevantes.

En el caso de perturbaciones continuas, las hipótesis de relación con la frecuencia y modo de modulación son simplificaciones aproximadas de la realidad. Un análisis del espectro mostrará que las perturbaciones están confinadas dentro de bandas de frecuencias estrechas separadas por

intervalos de "silencio". Esta situación compleja (y dependiente del tiempo) se reemplaza por una variación uniforme de la frecuencia aplicando unos pocos niveles de amplitud.

Los parámetros ambientales están dispuestos en los cuadros de acuerdo con el trayecto de acoplamiento. Se consideran cinco trayectos de acoplamiento:

- 1) **Líneas de señales que entran al edificio**, incluyen todas las líneas de telecomunicación de las redes extendidas que utilizan conductores metálicos.
- 2) **Líneas de señales que no salen del edificio**, incluyen todas las líneas de señalización de la instalación local con conductores metálicos. Son relativamente cortas y están confinadas a los locales del equipo.
- 3) **Red de distribución eléctrica de c.a.**, es la red de distribución de baja tensión.
- 4) **Distribución eléctrica de c.c.**, es el sistema de distribución local de 48 V. No se incluyen las fuentes de alimentación de c.c. incorporadas en el equipo.
- 5) **Recinto**, acoplamiento de campos electromagnéticos al cableado interno del equipo, y descarga de electricidad estática.

Cuadro 1/K.34 – Líneas de señales que entran al edificio

Trayecto de acoplamiento	Parámetro ambiental		Clase 1 centros principales de telecomu- nicaciones	Clase 2 centros secundarios de telecomu- nicaciones	Clase 3 instala- ciones en exteriores	Clase 4 instalaciones de abonado
Líneas de señales que entran al edificio	Tensión de c.c. en modo común (Nota 1)	Amplitud V Impedancia MΩ	500 > 1			
	Tensión en modo común de 16 2/3 Hz (Nota 2)	Amplitud V(rms) Impedancia Ω	20 100	50 100		
	Tensión en modo diferencial de 50/60 Hz	Amplitud V(rms) Impedancia Ω Duración min	230/100 10 a 600 aproximadamente 10			
	Tensión en modo común de 50/60 Hz	Amplitud V(rms) Impedancia Ω Duración s	(Nota 3)	2000; 1500; 1000; 650; 430 100 a 600 ≤ 0,1; 0,1 a 0,2; 0,2 a 0,35; 0,35 a 0,5; 0,5 a 1 (Nota 7)		
	Tensión en modo común de audiofrecuencia	Frecuencia kHz Amplitud V(rms) Impedancia Ω	0,05-1-20 20-0,5-0,5 100	0,05-1-20 30-0,75-0,75 100		0,05-1-20 30-0,75-0,75 300
	Impulsos repetitivos de baja frecuencia	Frecuencia kHz Impulsos por segundo Amplitud V (cresta)		2 (Nota 8) 1 75		
	Tensión en modo común de radiofrecuencia modulada en amplitud (Nota 4)	Frecuencia MHz Amplitud V(rms)	0,009-10 1	0,009-10 3		0,009-0,15 3
		Frecuencia MHz Amplitud V(rms)	10-100 1-0,1 (Nota 9)	10-100 3-0,3 (Nota 9)		
		Frecuencia MHz Amplitud V(rms)				0,15-10 10 (Nota 5)
		Frecuencia MHz Amplitud V(rms)				10-30 10-3,3 (Notas 5, 9)
		Frecuencia MHz Amplitud V(rms)				30-150 3,3-0,66 (Notas 5, 9)
	EFT/ráfagas en modo común	Amplitud V (de cresta) Eventos/semana Tiempo de subida μs Impedancia Ω	250 varios 1 a 100 40 a 80	500 varios 1 a 100 40 a 80		1000 (Nota 6) varios 5 50
	Sobretensión en modo común	Amplitud V (de cresta) Tiempo de subida μs Duración μs Eventos/año Impedancia Ω	300; 1000 1 a 1000 < 3000 6; 0,5 20 a 40	300; 1000; 3000 1 a 1000 < 3000 6; 0,5; 0,2 20 a 40	300; 1000; 3000 1 a 1000 < 3000 30; 3; 1 20 a 40	500; 1000 10; 1 1000; 50 Múltiples 20 a 300; 1 a 10

Cuadro 1/K.34 – Líneas de señales que entran al edificio

NOTA 1 – Se incluye la impedancia de la fuente de 1 M Ω para tener en cuenta, por ejemplo, los equipos de localización de averías en los cables.
NOTA 2 – Se aplica únicamente en países donde se utilizan sistemas de tracción eléctrica de 16 2/3 Hz.
NOTA 3 – En los centros principales de telecomunicaciones (clase 1), no se tiene en cuenta la tensión en modo común de 50 Hz/60 Hz debida a fallos por derivación a tierra en sistemas eléctricos de alta tensión cercanos. La probabilidad de aparición de este fenómeno es extremadamente baja.
NOTA 4 – Todos los valores de las amplitudes relativas a la radiofrecuencia son los valores máximos de la tensión en modo común, medidos con un instrumento de análisis de frecuencias de anchura de banda estrecha. Como el acoplamiento primario se produce en los últimos metros de la línea, se aprovechan los efectos de apantallamiento del edificio (por ejemplo, debidos a la estructura metálica) del centro principal de telecomunicaciones (clase 1).
NOTA 5 – 3 V (0,15-30 MHz) y 1 V (30-150 MHz) en clase 1.
NOTA 6 – 500 V en la clase de tipo 2. No se especifica para la clase 1.
NOTA 7 – Los límites se basan en la Rec. UIT-T K.33 [6]. Se supone la existencia de medidas de protección en las líneas en las que, de otro modo, podrían excederse dichos límites. En Japón, se aplica 650 V para $t \leq 0,06$ s; 430 V para $0,06 \text{ s} < t \leq 0,1$ s; 300 V para $0,1 \text{ s} < t \leq 1,0$ s.
NOTA 8 – Forma de onda oscilatoria amortiguada.
NOTA 9 – El nivel es inversamente proporcional a la frecuencia por encima de 10 MHz Nivel V = (nivel @ 10 MHz $\times$ 10/frecuencia en MHz).

Cuadro 2/K.34 – Líneas de señales que no salen del edificio

Trayecto de acoplamiento	Parámetro ambiental		Clase 1 centros principales de telecomuni- caciones	Clase 2 centros secundarios de telecomuni- caciones	Clase 3 instala- ciones en exterior	Clase 4 instala- ciones de abonado
Líneas de señales que no salen del edificio	Tensión en modo común de audiofrecuencia	Frecuencia kHz Amplitud V(rms) Impedancia Ω	0,05-1-20 20-0,5-0,5 100		No es aplicable	0,05-1-20 10-0,5-0,5 300
	Tensión en modo común de radiofrecuencia modulada en amplitud	Frecuencia MHz Amplitud V(rms)	0,15-10 1	0,15-10 3	No es aplicable	0,01-0,15 3
		Frecuencia MHz Amplitud V(rms)	10-100 1-0,1 (Nota 3)	10-100 3-0,3 (Nota 3)		
		Frecuencia MHz Amplitud V(rms)				0,15-10 10 (Nota 1)
		Frecuencia MHz Amplitud V(rms)				10,30 10-3,3 (Notas 1, 3)
		Frecuencia (MHz) Amplitud V(rms)				30-150 3,3-0,66 (Notas 1, 3)
	EFT/ráfagas en modo común	Amplitud V (de cresta) Eventos/semana Tiempo de subida μs Impedancia Ω	250 varios 1 a 100 40 a 80		No es aplicable	1000 (Nota 2) varios 5 50
NOTA 1 – 3 V (0,15-30 MHz) y 1 V (30-150 MHz) en el tipo de clase 1.						
NOTA 2 – 500 V en el tipo de clase 2. No se especifica para el tipo de clase 1.						
NOTA 3 – El nivel es inversamente proporcional a la frecuencia por encima de 10 MHz						
Nivel V = (nivel @ 10 MHz × 10/frecuencia en MHz).						

Cuadro 3/K.34 – Puertos de alimentación de c.a.

Trayecto de acoplamiento	Parámetro ambiental		Clase 1 centros principales de telecomu- nicaciones	Clase 2 centros secundarios de telecomu- nicaciones	Clase 3 instalaciones en exteriores	Clase 4 instalaciones de abonado
Red de distribución eléctrica de c.a.	Variaciones de tensión	Variación porcentual de tensión	±10	+10/−15		±8
	Fluctuación de tensión	Variación porcentual de tensión Duración ms Eventos/día	−50 a −20; +20 10 a 1500 100 a 0,01			10 a 99 < 3000 no se especifica
	Interrupciones de tensión	Duración ms Eventos/día	10; 20; 40; 100 a 700 10; 1; 0,1; 0,05			< 6000 no se especifica
	Tensión en modo común de radio- frecuencia modulada en amplitud (Nota 1)	Frecuencia MHz Amplitud V(rms)	0,009-10 1	0,009-10 3		0,009-0,15 3 (Nota 2)
		Frecuencia MHz Amplitud V(rms)	10-100 1-0,1 (Nota 5)	10-100 3-0,3 (Nota 5)		
		Frecuencia MHz Amplitud V(rms)				0,15-10 10 (Nota 2)
		Frecuencia MHz Amplitud V(rms)				10-150 3-0,2 (Notas 2, 5)
	EFT/ráfagas en modo común y diferencial	Amplitud V (de cresta) Eventos/día Tiempo de subida μs	1000 1 1 a 100			2000 (Nota 3) varios 5
	Sobretensión línea/neutral	Amplitud kV (de cresta) Tiempo de subida μs Duración μs Eventos/año	2 0,5 a 10 < 100 20	2; 4 0,5 a 10 < 100 100 ; 3		
	Sobretensión línea/suelo	Amplitud kV (de cresta) Tiempo de subida μs Duración μs Eventos/año Impedancia Ω	(Nota 4)	2; 4 0,5 a 10 < 100 100; 3 10 a 20		1; 4 10; 1 1000; 50 Múltiple 20 a 300; 1 a 10

NOTA 1 – Todos los valores de las amplitudes relativas a la radiofrecuencia son los valores máximos de la tensión en modo común, medidos con un instrumento de análisis de frecuencias de anchura de banda estrecha. Como el acoplamiento primario se produce en los últimos metros de la línea, se aprovechan los efectos de apantallamiento del edificio (por ejemplo, debidos a la estructura metálica) del centro principal de telecomunicaciones (clase 1).

NOTA 2 – 1 V (0,01-0,15 MHz), 3 V (0,15-30 MHz) y 1 V (30-150 MHz) en clase 1.

NOTA 3 – Especificado solamente para la clase 4 y no para las clases 1, 2 y 3.

NOTA 4 – No es aplicable porque los centros principales de telecomunicaciones (clase 1) tienen sus propios transformadores de energía eléctrica.

NOTA 5 – El nivel es inversamente proporcional a la frecuencia por encima de 10 MHz

Nivel V = (nivel @ 10 MHz × 10/frecuencia en MHz).

Cuadro 4/K.34 – Puertos de alimentación de c.c.

Trayecto de acoplamiento	Parámetro ambiental		Clase 1 centros principales de telecomu- nicaciones	Clase 2 centros secundarios de telecomu- nicaciones	Clase 3 instalaciones en exteriores	Clase 4 instala- ciones de abonado
Red de distribución eléctrica de c.c.	Variaciones de tensión	Tensión V	40,5/57			No es aplicable
	Fluctuaciones e interrupciones de tensión	Tensión V Duración ms Eventos/año	0 a 40,5; 57 a 60 < 50 3			
	Tensión en modo diferencial de audiofrecuencia	Frecuencia kHz Amplitud mV(rms)	0,025-0,3-1-20-150 50-50-7-7/50-50			
	Tensión en modo común de radiofrecuencia modulada en amplitud	Frecuencia MHz Amplitud V(rms)	0,15-10 1	0,15-10 3	0,15-10 1	
		Frecuencia MHz Amplitud V(rms)	10-100 1-0,1 (Nota 3)	10-100 3-0,3 (Nota 3)	10-100 1-0,1 (Nota 3)	
	EFT/ráfagas en modo común y diferencial	Amplitud V (de cresta) Eventos/semana Tiempo de subida µs	250 varios 1 a 100			
	Sobretensión en modo común y diferencial (Nota 1)	Amplitud V (de cresta) Tiempo de subida µs Duración µs Eventos/año	200 5 50 3		No es aplicable	
NOTA 1 – A partir de fusibles fundidos.						
NOTA 2 – La clase 3 no se aplica a fuentes de alimentación de energía de 48 V c.c. distantes a través de líneas de señales. En esos casos, debe utilizarse la clasificación adecuada para "líneas de señales que entran al edificio".						
NOTA 3 – El logaritmo del nivel disminuye linealmente con respecto al logaritmo de la frecuencia en la gama 10 a 100 MHz.						

Cuadro 5/K.34 – Recinto

Trayecto de acoplamiento	Parámetro ambiental		Clase 1 centros principales de telecomu- nicaciones	Clase 2 centros secundarios de telecomu- nicaciones	Clase 3 instala- ciones en exteriores	Clase 4 instala- ciones de abonado
Recinto	Campo electromagnético de audiofrecuencia	Frecuencia Hz Amplitud A/m (rms)	50 a 20 000 10 a 0,025	50 a 20 000 3 a 0,008	50 a 20 000 10 a 0,025	16 ² / ₃ ; 50 a 20k 1; 0,015
		Frecuencia Hz Amplitud A/m (rms)				50; 100 a 3000 10; 1,8 a 0,6
	Campo electromagnético de radiofrecuencia modulado en amplitud (Nota 1)	Frecuencia (Hz) Amplitud V/m (rms)	0,009-2000 1	0,009-2000 3	0,009-2000 10	0,009-2000 3 (Nota 2)
		Frecuencia (Hz) Amplitud V/m (rms)				27 10 (Nota 3)
	Campo electromagnético de radiofrecuencia modulado por impulsos (Nota 1)	Frecuencia (GHz) Amplitud V/m (valor de cresta)	1-20 1	1-20 3	1-20 10	1-20 3 (Nota 4)
	Tensión electrostática	Amplitud kV (valor de cresta)	4 (Nota 5)	4 (Nota 5)	2	8 (Nota 6)
	Impulso electromagnético causado por descargas de rayos	Amplitud A/m (valor de cresta) Tiempo de subida µs Duración µs Eventos/año	No es aplicable	500 0,2 100 0,1	No es aplicable	Especifica- do por la rapidez de respuesta de 100 V/m/ns
NOTA 1 – Cuando se permiten las comunicaciones móviles, pueden aparecer intensidades de campo comprendidas entre 3 y 10 V/m en las frecuencias utilizadas para la comunicación; por ejemplo, las frecuencias del servicio móvil se sitúan en las gamas 800-1000 y 1400-2000 MHz. NOTA 2 – En las proximidades inmediatas de teléfonos móviles, la intensidad de campo también puede ser más alta. NOTA 3 – Banda ciudadana de 3 V/m en las clases 1, 3 y 4. NOTA 4 – 1 V/m en las clases 1, 2 y 4. NOTA 5 – Si se aplica una protección electrostática limitada, se puede producir un nivel electrostático más alto. NOTA 6 – En ambientes muy húmedos se pueden producir niveles electrostáticos más bajos. En la referencia [1] se especifican 4 kV.						

Apéndice I

Bibliografía

- ANSI C63.12 (1999), *American National Standard for Electromagnetic Compatibility Limits – Recommended Practice*.
- ETSI TR 101 651 V1.1.1 (1999), *Electromagnetic compatibility and radio spectrum matters (ERM); Classification of the electromagnetic environment conditions for equipment in telecommunication networks*.

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