

**Reemplazada por una versión más reciente**



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

**UIT-T**

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

**K.37**

(10/96)

SERIE K: PROTECCIÓN CONTRA LAS  
INTERFERENCIAS

---

**Técnicas de mitigación de compatibilidad  
electromagnética en alta frecuencia para  
instalaciones de telecomunicaciones  
(Recomendación sobre compatibilidad  
electromagnética básica)**

Recomendación UIT-T K.37

Reemplazada por una versión más reciente

(Anteriormente Recomendación del CCITT)

---

# **Reemplazada por una versión más reciente**

**RECOMENDACIONES DE LA SERIE K DEL UIT-T  
PROTECCIÓN CONTRA LAS INTERFERENCIAS**

*Para más información, véase la Lista de Recomendaciones del UIT-T.*

# Reemplazada por una versión más reciente

## PREFACIO

El UIT-T (Sector de Normalización de las Telecomunicaciones) es un órgano permanente de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (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 Conferencia Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (CMNT), 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 N.º 1 de la CMNT (Helsinki, 1 al 12 de marzo de 1993).

La Recomendación UIT-T K.37 ha sido preparada por la Comisión de Estudio 5 (1993-1996) del UIT-T y fue aprobada por la CMNT (Ginebra, 9-18 de octubre de 1996).

---

## NOTAS

1. 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.
2. Los términos anexo y apéndice a las Recomendaciones de la serie K deberán interpretarse como sigue:
  - el *anexo* a una Recomendación forma parte integrante de la misma;
  - el *apéndice* a una Recomendación no forma parte integrante de la misma y tiene solamente por objeto proporcionar explicaciones o informaciones complementarias específicas a dicha Recomendación.

© UIT 1997

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.

# Reemplazada por una versión más reciente

## ÍNDICE

*Página*

1	Alcance .....	1
2	Referencias .....	1
3	Definiciones.....	1
4	EMC de alta frecuencia .....	1
5	Especificaciones de los equipos .....	1
6	Entorno .....	2
6.1	Distancia a los radiotransmisores.....	2
6.2	Red de puesta a tierra y conexión equipotencial .....	2
6.3	Red de energía eléctrica de c.a. y equipos eléctricos .....	2
6.4	Materiales y humedad .....	2
7	Instalación.....	3
7.1	Equipos .....	3
7.2	Cableado.....	3
7.3	Conectores.....	3
8	Métodos de trabajo .....	3
8.1	Restricciones a la utilización de equipos perturbadores.....	3
8.2	Prevención de las ESD en el mantenimiento y las reparaciones .....	4
9	Medidas de mitigación especiales.....	4
9.1	Apantallamiento .....	4
9.2	Filtrado.....	4
9.3	Bobinas de autoinducción en modo común.....	5
9.4	Transformadores de aislamiento .....	5
9.5	Componentes ópticos .....	5
10	Bibliografía.....	5
	Apéndice I – Localización de averías y reparación de problemas de EMC de alta frecuencia.....	6
	I.1 Introducción .....	6
	I.2 Verificación de la fuente .....	6
	I.3 Lista de control para solucionar los problemas .....	6
	I.4 Bibliografía .....	7

# Reemplazada por una versión más reciente

## RESUMEN

Esta Recomendación define los métodos de mitigación que los operadores de telecomunicación pueden utilizar para evitar perturbaciones, interferencias y daños causados por perturbaciones en radiofrecuencia o producidas por transitorios rápidos.

La presente Recomendación contiene orientaciones para el funcionamiento normal de los sistemas de telecomunicaciones, relativas a:

- utilización de equipos de telecomunicación que cumplan los requisitos de EMC pertinentes;
- prácticas de instalación adecuadas, tales como el establecimiento de redes de puesta a tierra y conexión equipotencial bien controladas y de redes de distribución de energía eléctrica de c.a. en edificios, evitar que los equipos perturbadores estén próximos a los equipos de telecomunicación, el control ambiental y un cableado bien diseñado;
- prácticas de trabajo adecuadas, tales como evitar que se utilicen radios portátiles cerca de los equipos de telecomunicación y aplicar medidas precautorias especiales cuando se manejen dispositivos sensibles a las descargas electrostáticas.

Se analizan métodos de mitigación especiales, tales como el apantallamiento y el filtrado, para los casos en los que surgen problemas de EMC.

Esta Recomendación no incluye reglas para el diseño de circuitos o equipos ni instrucciones para su fabricación. Se señala que ya se dispone en abundancia de esa clase de información.

## INTRODUCCIÓN

La presente Recomendación contiene orientaciones, dirigidas a los operadores de telecomunicación, para evitar interferencias y daños causados por perturbaciones en radiofrecuencia o producidas por transitorios rápidos. Este documento, intencionadamente corto, señala a la atención del usuario las normas y documentos de referencia enumerados en la bibliografía.

Los equipos deben funcionar de manera adecuada y sin perturbar a otros equipos cuando se utilicen en los entornos en los que se ha previsto su instalación, lo que se consigue mediante la clasificación de los entornos y con los requisitos de prueba de la EMC.

Normalmente, los equipos de telecomunicación cumplen los requisitos relativos a la EMC cuando las puertas de las cabinas están cerradas, y están puestas otras cubiertas. Durante las operaciones de instalación y mantenimiento es preciso abrir las puertas, lo que exige precauciones especiales si se manejan dispositivos sensibles a las ESD. Las radios portátiles también pueden provocar interferencias en dichas situaciones.

Se dan también métodos de mitigación para los casos en los que existen interferencias debidas a perturbaciones en radiofrecuencia o producidas por transitorios rápidos imputables, por ejemplo, a que el entorno es más severo que la clase de entorno para la que está diseñado el equipo. Se proporcionan normas prácticas para las situaciones en las que se producen interferencias.

La presente Recomendación es básica respecto a la EMC en las telecomunicaciones.



# Reemplazada por una versión más reciente

Recomendación K.37

## TÉCNICAS DE MITIGACIÓN DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA EN ALTA FRECUENCIA PARA INSTALACIONES DE TELECOMUNICACIONES (RECOMENDACIÓN SOBRE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA BÁSICA)

(Ginebra, 1996)

### 1 Alcance

Esta Recomendación explica las técnicas de mitigación de EMC de alta frecuencia para evitar perturbaciones e interferencias producidas por alta frecuencia y transitorios rápidos.

La presente Recomendación es aplicable en la instalación y el mantenimiento de equipos de telecomunicación.

### 2 Referencias

Las siguiente Recomendación 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.

- Publicación 50(161) de la CEI:1990, *Vocabulario electrotécnico internacional – Capítulo 161: Compatibilidad electromagnética.*

### 3 Definiciones

Se aplican las definiciones de la Publicación 50(161) de la CEI.

### 4 EMC de alta frecuencia

La EMC de alta frecuencia en las telecomunicaciones incluye el control tanto de las emisiones como de la inmunidad del equipo y las instalaciones de telecomunicaciones.

Las emisiones de alta frecuencia están causadas principalmente por armónicos de las frecuencias de reloj de los circuitos digitales que se propagan por conducción o radiación. Las emisiones no esenciales del equipo de radio también pueden considerarse dentro de la EMC. El control de las emisiones se realiza mediante el diseño del equipo y la instalación adecuada.

Los problemas de inmunidad pueden estar causados por fenómenos de alta frecuencia y transitorios rápidos tales como los campos de radiofrecuencia de diferentes sistemas de radio, las corrientes de radiofrecuencia inducidas en las líneas de telecomunicaciones y de alimentación de energía, los transitorios rápidos causados por los conmutadores de los equipos conectados a la red principal de energía o a la energía eléctrica de corriente continua, y las descargas de electricidad estática. La inmunidad se controla mediante el diseño de equipos que cumplan con los requisitos de las pruebas normalizadas, el diseño de las redes, instalaciones adecuadas, el control y mantenimiento del entorno, y métodos de trabajo correctos.

### 5 Especificaciones de los equipos

Los equipos deberán poder funcionar sin problemas de EMC en el entorno en el que se ha previsto su instalación. Por este motivo se han establecido cuatro clases de entorno electromagnético de los equipos de telecomunicación [1]. La clasificación resultante se ha utilizado para especificar los requisitos de prueba de diferentes equipos de telecomunicación [2] y [3]. También deben especificarse los requisitos relativos a las emisiones [4].

# Reemplazada por una versión más reciente

El operador deberá especificar los requisitos haciendo referencia a las Recomendaciones UIT-T pertinentes o a los documentos correspondientes y comprobar con el fabricante o verificar él mismo que el equipo cumple los requisitos.

## 6 Entorno

### 6.1 Distancia a los radiotransmisores

Los centros de telecomunicaciones deben estar separados de los radiotransmisores la distancia suficiente como para que la intensidad de campo no exceda de la severidad característica de la clase ambiental [1]. Al planificar las rutas de los relevadores radioeléctricos deberán evitarse las zonas aeroportuarias y otras ubicaciones en las que hay señales de radar.

### 6.2 Red de puesta a tierra y conexión equipotencial

Para conseguir una buena característica de EMC es esencial que el edificio en el que se instala el equipo disponga de una red de puesta a tierra y conexión equipotencial bien diseñada y señalizada. En las clases de entorno «Centros principales de telecomunicaciones» y «Centros secundarios de telecomunicaciones» se supone la implementación de una red de puesta a tierra y conexión equipotencial de acuerdo con [5]. En [6] se dan directrices sobre la red de puesta a tierra y conexión equipotencial de los edificios de abonados. En [7] se especifican las prácticas recomendadas de puesta a tierra y conexión equipotencial en los emplazamientos remotos de telecomunicaciones.

Desde el punto de vista de los transitorios rápidos y las radiofrecuencias, la conexión equipotencial dentro del edificio es más importante que el contacto con tierra a través del electrodo de puesta a tierra.

### 6.3 Red de energía eléctrica de c.a. y equipos eléctricos

Para la distribución de energía eléctrica de c.a. en los edificios se prefiere el sistema TN-S al sistema TN-C [5], [6] y [8]. Estos documentos de referencia de la bibliografía ofrecen orientaciones también para los casos en que la energía está servida por un sistema de distribución TT o IT.

En los sistemas de distribución de energía eléctrica TT, la sobretensión a la que está expuesto el equipo de telecomunicaciones por parte de las líneas de telecomunicaciones y de energía eléctrica puede ser más elevada que en los sistemas TN-S. Por lo tanto, se requiere una inmunidad mayor o medidas de protección suplementarias.

Habrá que tener la precaución de cerciorarse de que los equipos eléctricos de los locales en los que se instalan equipos de telecomunicaciones tienen dispositivos de protección adecuados. Por ejemplo, las lámparas fluorescentes de uso industrial, no provistas de condensadores de supresión de perturbaciones, provocan interferencias por inducción en los sistemas de transmisión digital de alta capacidad.

El equipo eléctrico que utiliza alimentadores-onduladores ha causado graves perturbaciones especialmente cuando se ha conectado a sistemas de distribución de energía eléctrica de tipo TT. En particular, el equipo de telecomunicaciones es afectado negativamente por perturbaciones cuando la impedancia en modo común de la línea de telecomunicaciones es baja. Por lo tanto, para los sistemas TT, se prefiere que la impedancia en modo común sea alta en los equipos.

### 6.4 Materiales y humedad

Es posible controlar el nivel de las descargas electrostáticas que pueden generarse en un entorno controlando los materiales y la humedad [9].

En un entorno no controlado, en el que puede haber todo tipo de materiales y cualquier nivel de humedad y para el que no se ha especificado nada en relación con la vestimenta y el calzado del personal, es posible que se produzcan tensiones de carga electrostática superiores a 8 kV. Con un control parcial, restringiendo la utilización de materiales propensos a cargarse electrostáticamente por frotamiento, pero siendo aún posible cualquier nivel de humedad, la tensión de carga se reduce normalmente por debajo de 8 kV.

Mediante el control total de los materiales y la capacitación del personal y controlando la humedad relativa, por ejemplo, por encima del 40%, la tensión de carga se reducirá normalmente a un valor inferior a 4 kV. En los centros de telecomunicaciones se pueden tomar, a menudo, medidas como éstas. Para limitar la tensión de carga es posible seleccionar los materiales de revestimiento del suelo y el calzado, en vez de controlar la humedad, de manera que la resistencia total del sistema de conexión equipotencial puesto a tierra sea inferior a  $10^8 \Omega$ .



# Reemplazada por una versión más reciente

En un entorno controlado especialmente, por ejemplo un centro de reparación de tarjetas de circuitos impresos, las tensiones de carga deberán limitarse al mínimo, normalmente por debajo de 200 V. En [9] se especifican las medidas de control.

## 7 Instalación

### 7.1 Equipos

Los equipos están normalmente conectados a la red de puesta a tierra y conexión equipotencial por razones de seguridad. Cuando sea posible se evitará la instalación de equipos de telecomunicación, cerca de los equipos de radiofrecuencia de alta potencia, que constituyen una amenaza especial en los entornos industriales.

### 7.2 Cableado

La característica de EMC de un sistema depende tanto de las características de los cables como de su instalación. Las interferencias se deben a la repetición de la tensión de perturbación en modo diferencial en el circuito afectado. Las medidas de mitigación tienen por objeto hacer que esta perturbación en modo diferencial sea suficientemente baja en comparación con la señal que fluye por el circuito.

El acoplamiento en modo diferencial directo de las perturbaciones se evita normalmente utilizando pares trenzados o cables coaxiales; ambas construcciones minimizan el acoplamiento con el bucle en modo diferencial.

El acoplamiento en modo común provoca tensiones y corrientes en modo común en un sistema. El acoplamiento de modo común a modo diferencial puede reducirse con la simetría de los cables en pares y el apantallamiento. Los aspectos relativos a la simetría se presentan en [10]; la simetría de los cables normales no es muy buena a altas frecuencias, si bien se dispone de cables diseñados especialmente. El apantallamiento puede aplicarse a cables en pares, actuando el conductor externo de los cables coaxiales a modo de pantalla. Las medidas de la calidad del apantallamiento son la impedancia de transferencia y la admitancia de transferencia. En [11] y [12] figuran las definiciones de estas características y los requisitos para diferentes tipos de cables.

El acoplamiento en modo común puede reducirse aumentando la distancia entre los cables de señales y los cables de energía eléctrica y reduciendo al mínimo el área de los bucles de tierra. Es conveniente que tipos diferentes de cables se instalen en bandejas de cables diferentes, por lo menos en los centros de telecomunicaciones. La conexión equipotencial de las bandejas de cables metálicas, entre sí y al sistema de puesta a tierra y conexión equipotencial, contribuye a reducir el área de los bucles de tierra. Algunas veces puede utilizarse una bandeja de cables metálica cerrada para formar una pantalla alrededor de los cables. En [8] se da un conjunto completo de reglas relativas a la EMC para la instalación de cables e hilos conductores.

### 7.3 Conectores

Para que el apantallamiento de los cables sea efectivo a altas frecuencias, debe estar en contacto con el muro metálico del recinto de los equipos. Es importante que la conexión se haga con un buen conector, cuya impedancia de transferencia sea suficientemente baja o mediante otro circuito diseñado específicamente, que establezca contacto alrededor del apantallamiento. El contacto establecido mediante un hilo de conexión no resulta efectivo a altas frecuencias.

En [8] se indican algunos aspectos relativos a los conectores.

## 8 Métodos de trabajo

### 8.1 Restricciones a la utilización de equipos perturbadores

Las radios portátiles son empleadas cada vez con mayor frecuencia por el público o por el personal de las compañías de telecomunicaciones. Especialmente los sistemas nuevos, tales como el GSM, que utiliza una técnica de multiplexación de acceso múltiple por división en el tiempo (TDMA, *time division multiplexing technique*), representan una fuente potencial de perturbaciones porque la señal del TDMA es rectificadora en el equipo afectado.

# Reemplazada por una versión más reciente

La intensidad de campo de un teléfono GSM portátil es de casi 8 V/m a una distancia de 1 m y de 2,5 V/m aproximadamente a una distancia de 3 m [13]. El requisito de inmunidad con respecto al campo en radiofrecuencias, para equipos que han de instalarse en centros de telecomunicaciones, es normalmente de 1 V/m o 3 V/m. Los radiotéfonos portátiles pueden producir campos en radiofrecuencia de más de 1 V/m. Por ello, el uso de radiotéfonos portátiles en centros de telecomunicaciones debe ser limitado por los operadores mediante disposiciones administrativas que aseguren que los campos de radiofrecuencia por encima de la intensidad apropiada del campo no se produzcan en la proximidad inmediata de los equipos.

## 8.2 Prevención de las ESD en el mantenimiento y las reparaciones

Aunque los equipos de telecomunicación diseñados para que sean inmunes a las ESD no resulten perturbados normalmente durante su funcionamiento, es preciso tomar precauciones especiales cuando se manejan tarjetas y componentes de circuitos impresos. En los centros de telecomunicaciones, es posible fijar puntos de conexión equipotencial a tierra en los bastidores de los equipos, en los que los propios trabajadores se conecten a tierra mediante correas de muñeca. En [9] se indican los requisitos técnicos y de seguridad de esos puntos de conexión equipotencial a tierra.

Si no se dispone de puntos de conexión equipotencial a tierra como en las instalaciones del abonado, deberán evitarse las descargas electrostáticas utilizando herramientas y superficies de trabajo diseñadas especialmente, que permitan la igualación de la tensión durante el manejo de dispositivos sensibles a esas descargas. Para transportar tales dispositivos se utilizarán embalajes de protección electrostática y las reparaciones se efectuarán en un centro de reparaciones diseñado especialmente en el que se controlen todos los materiales, las herramientas, el mobiliario, la vestimenta y el calzado [9].

## 9 Medidas de mitigación especiales

En esta cláusula se ofrecen orientaciones generales sobre los métodos de mitigación EMC de alta frecuencia. En el apéndice I se examina la aplicación de estas técnicas para solucionar problemas prácticos.

### 9.1 Apantallamiento

Los requisitos relativos a la inmunidad frente al campo en radiofrecuencias y las emisiones del equipo que ha de instalarse en centros de telecomunicaciones se basan a menudo en la clase «Centros principales de telecomunicaciones». Cuando se instalan en centros secundarios de telecomunicaciones o en emplazamientos electrónicos distantes [7], pueden surgir a veces problemas porque el centro se halla cerca de un radiotransmisor o porque las emisiones de los equipos de telecomunicación perturban la recepción radiofónica o televisiva en las viviendas cercanas al centro de telecomunicaciones o al emplazamiento electrónico distante. En tales casos, el operador puede aumentar el apantallamiento en torno a la totalidad del centro o alrededor del equipo perturbador. A menudo basta con un apantallamiento a base de chapa metálica, y, algunas veces, una pantalla con una puesta a tierra adecuada aplicada a un solo muro puede resolver el problema.

El apantallamiento puede ser necesario también cuando los equipos de telecomunicación provoquen interferencias en un sistema radioeléctrico del mismo centro de telecomunicaciones. Deberá localizarse la fuente de radiación y aumentar el apantallamiento como corresponda, por ejemplo, en torno al bastidor principal, o conectar el apantallamiento de los cables a los recintos de los equipos.

### 9.2 Filtrado

Cuando los fenómenos en radiofrecuencia o transitorios de alto nivel provocan perturbaciones a través de las líneas de telecomunicaciones de baja frecuencia o a través de los conductores de energía eléctrica, es posible utilizar filtros que eviten la interferencia. Los filtros deberán combinarse con el apantallamiento o incorporarse a los equipos, en cooperación con el fabricante.

Los clientes que utilicen sólo un teléfono ordinario podrán disponer en el futuro de servicios digitales de banda ancha a través de la línea de abonado existente. En tal caso, será necesario eliminar el filtro paso bajo utilizado para limitar las perturbaciones de alta frecuencia.

# Reemplazada por una versión más reciente

## 9.3 Bobinas de autoinducción en modo común

Cuando no basta la reducción al mínimo del área de los bucles en modo común, pueden instalarse en las líneas bobinas de autoinducción en modo común o ferritas para aumentar la impedancia del circuito en modo común. Esos dispositivos reducen la corriente en modo común pero no afectan a la señal en modo diferencial. El que se consiga o no una reducción efectiva de la corriente en modo común depende de la impedancia original del circuito en modo común, pero en muchos casos en los que los dispositivos resultan eficaces, pueden aplicarse de manera muy conveniente a un sistema instalado.

## 9.4 Transformadores de aislamiento

Los transformadores de aislamiento se utilizan sobre todo para interrumpir el trayecto de baja frecuencia de los bucles en modo común en los circuitos de energía eléctrica y señales. Dependiendo de la capacidad entre el devanado primario y el secundario del transformador, pueden aumentar la impedancia del circuito en modo común también a frecuencias más altas.

## 9.5 Componentes ópticos

Los aisladores ópticos, y especialmente los enlaces ópticos que utilizan fibra de cristal en vez de cables metálicos, son un medio eficaz de evitar el acoplamiento de la interferencia en radiofrecuencia o producida por transitorios rápidos a través de los puertos de señales.

## 10 Bibliografía

- [1] Recomendación UIT-T K.34 (1996), *Clasificación de las condiciones ambientales electromagnéticas de los equipos de telecomunicación – Perturbaciones en radiofrecuencia o producidas por transitorios rápidos*.
- [2] Recomendación UIT-T K.32 (1995), *Requisitos de inmunidad y métodos de prueba en relación con las descargas electrostáticas a los equipos de telecomunicación – Recomendaciones genéricas relativas a la compatibilidad electromagnética*.
- [3] Recomendación K.15 del CCITT (1972), *Protección de los sistemas de telealimentación y de los repetidores de línea contra el rayo y las interferencias debidas a las líneas eléctricas próximas*.
- [4] CISPR 22, *Limits and methods of measurement of radio disturbance characteristics of information technology equipment*.
- [5] Recomendación UIT-T K.27 (1996), *Configuraciones de continuidad eléctrica y puesta a tierra dentro de los edificios de telecomunicación*.
- [6] Recomendación UIT-T K.31 (1993), *Métodos de conexión equipotencial y puesta a tierra dentro de los edificios de abonados*.
- [7] Recomendación UIT-T K.35 (1996), *Configuraciones de continuidad eléctrica y puesta a tierra en instalaciones electrónicas distantes*.
- [8] IEC 77B (Sec.) 121 (Julio 1995), *Electromagnetic Compatibility (EMC) – Part 5: Mitigation methods and installation guidelines – Section 1: Earthing and cabling*.
- [9] ETSI Technical Report ETR 127, *Equipment Engineering (EE); Electrostatic environment and mitigation measures for Public Telecommunications Network (PTN)*.
- [10] Recomendación UIT-T K.10 (1996), *Interferencia de baja frecuencia debida a la asimetría con respecto a tierra de los equipos de telecomunicación*.
- [11] IEC Publication 1196 Series, *Radio-frequency cables – Specifications*.
- [12] IEC 46A (Central office) 159, *Generic specification for radio-frequency cables – Part 4: Test methods – Chapter 7: Screening effectiveness*.
- [13] ETSI Technical Report ETR 151, *Equipment Engineering (EE); EMC testing of telecommunications equipment above 1 GHz*.

# Reemplazada por una versión más reciente

## Apéndice I

### Localización de averías y reparación de problemas de EMC de alta frecuencia

#### I.1 Introducción

Este apéndice se basa en la referencia I.4 y proporciona orientaciones sobre la manera de proceder cuando ocurre un problema de EMC en la práctica. Un enfoque lógico es, en primer lugar, identificar el motivo del problema, para luego repararlo de la forma más económica posible. El enfoque puede ser diferente en las instalaciones del cliente, en exteriores o en los centros de telecomunicaciones, pero a menudo se pueden aplicar ciertas «reglas generales».

#### I.2 Verificación de la fuente

En los casos en los que se sospecha que las señales continuas de radiofrecuencia, ya sea con destino a, o procedentes del equipo de telecomunicaciones están provocando interferencias es posible tratar de identificar la fuente observando la radio o la televisión. A continuación se enumeran algunas características típicas:

- Las perturbaciones causadas por los radioaficionados o por las radiocomunicaciones en la banda pública suelen causar señales de audio alteradas de manera que resulta difícil mantener una conversación, y líneas diagonales en la pantalla de televisión.
- Las estaciones de radiodifusión introducen música y voz comprensible, y la radio de modulación de frecuencia puede causar líneas ondulantes que recorren la pantalla de televisión de arriba a abajo.
- Los equipos industriales, científicos y médicos así como los equipos de telecomunicaciones pueden causar zumbidos en las señales audio y parásitos o «nieve» en la pantalla de televisión.

También se puede tratar de identificar el origen de la perturbación buscando antenas altas, naves industriales u hospitales en las proximidades. Un método eficaz es conectar y desconectar el equipo que puede causar la perturbación mientras se observan los cambios en la radio y el televisor. Evidentemente, esto no es posible en equipos de conmutación de gran tamaño.

En caso de que se sospeche que hay perturbaciones transitorias, es posible conectar y desconectar el equipo eléctrico o las luces fluorescentes que están en las cercanías mientras se vigila el sistema afectado.

Se puede obtener información útil analizando cuándo comenzó la interferencia electromagnética, si se producen periodos de ruido y de silencio, si alguien ha instalado un nuevo computador personal, un aparato de telefax, una nevera, una cafetera, etc., o si algún aparato eléctrico no funciona bien.

#### I.3 Lista de control para solucionar los problemas

La siguiente lista de control ofrece propuestas de costos muy variados. Se debería siempre encontrar la causa del problema para poder aplicar la mejor solución en lo técnico y lo económico.

Problemas en un solo teléfono:

- Conexión deficiente: limpiar las conexiones sucias o corroídas.
- Aislamiento dañado: reemplazarlo.
- Protectores de sobretensión defectuosos: reemplazarlos.
- Demodulación en el aparato telefónico: ver si se utiliza un aparato telefónico de buena calidad; reemplazarlo o instalar un filtro o una bobina de autoinducción.
- Corrientes en modo común en la línea de abonado: instalar un filtro o una bobina de autoinducción.

Problemas en la red de telecomunicaciones:

- Puesta a tierra y conexión equipotencial deficiente: verificar que se han seguido las recomendaciones sobre la conexión equipotencial; controlar su continuidad; limpiar las conexiones sucias, corroídas o pintadas; verificar que el mecanismo de puesta a tierra principal sigue siendo estable.
- No hay conexión equipotencial con el blindaje del cable: efectuar la reparación.
- Problemas de acoplamiento en modo diferencial (par trenzado): minimizar el destrenzado en las conexiones cruzadas.

## **Reemplazada por una versión más reciente**

- Falta apantallamiento electromagnético: controlar que todas las juntas estén instaladas alrededor de las puertas, los frontales de recubrimiento, etc.; controlar que las superficies de contacto no estén pintadas o corroídas, y que no haya ningún material extraño como cinta entre las superficies de contacto.
- Apantallamiento electromagnético dañado: verificar que las juntas hacen contacto en todos los puntos cuando se cierran las puertas; reemplazar las juntas corroídas o dañadas; limpiar las superficies de contacto.
- Corrientes en modo común en los cables: aplicar bobinas de autoinducción de ferrita u otras medidas de mitigación; elegir cables correctamente blindados, volver a encaminar los cables afectados.
- Tarjeta de circuitos averiada: reemplazar las tarjetas de circuitos una a una y vigilar las interferencias.
- Demasiada proximidad: alejar el equipo del que se sospecha.
- Frecuencia común con un servicio que tiene licencia de explotación: dirigirse a los responsables de la gestión del espectro.
- Apantallamiento insuficiente: aplicar un apantallamiento a nivel del equipo o del edificio.

### **I.4 Bibliografía**

- Bell Canada: EMC Engineering Guide – DL CG 92 -307, Issue 2, Marzo de 1993.



# Reemplazada por una versión más reciente

## 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	Transmisiones de señales radiofónicas, de televisión y de otras señales multimedios
<b>Serie K</b>	<b>Protección contra las interferencias</b>
Serie L	Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior
Serie M	Mantenimiento: 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 Z	Lenguajes de programación