

Recomendación

## **UIT-T G.9964 (12/2023)**

SERIE G: SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN,  
SISTEMAS Y REDES DIGITALES

Redes de acceso – Redes internas

---

**Transceptores unificados para la red alámbrica  
residencial de alta velocidad – Especificación  
de densidad espectral de potencia**



RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE G  
**Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales**

CONEXIONES Y CIRCUITOS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES	G.100-G.199
CARACTERÍSTICAS GENERALES COMUNES A TODOS LOS SISTEMAS ANALÓGICOS DE PORTADORAS	G.200-G.299
CARACTERÍSTICAS INDIVIDUALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES DE PORTADORAS EN LÍNEAS METÁLICAS	G.300-G.399
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES EN RADIOENLACES O POR SATÉLITE E INTERCONEXIÓN CON LOS SISTEMAS EN LÍNEAS METÁLICAS	G.400-G.449
COORDINACIÓN DE LA RADIOTELEFONÍA Y LA TELEFONÍA EN LÍNEA	G.450-G.499
CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN Y DE LOS SISTEMAS ÓPTICOS	G.600-G.699
EQUIPOS TERMINALES DIGITALES	G.700-G.799
REDES DIGITALES	G.800-G.899
SECCIONES DIGITALES Y SISTEMAS DIGITALES DE LÍNEA	G.900-G.999
CALIDAD DE SERVICIO Y DE TRANSMISIÓN MULTIMEDIOS – ASPECTOS GENÉRICOS Y ASPECTOS RELACIONADOS AL USUARIO	G.1000-G.1999
CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN	G.6000-G.6999
DATOS SOBRE CAPA DE TRANSPORTE – ASPECTOS GENÉRICOS	G.7000-G.7999
ASPECTOS RELATIVOS A LOS PROTOCOLOS EN MODO PAQUETE SOBRE LA CAPA DE TRANSPORTE	G.8000-G.8999
REDES DE ACCESO	G.9000-G.9999
Redes de acceso metálicas	G.9700-G.9799
Sistemas de línea óptica para las redes locales y de acceso	G.9800-G.9899
<b>Redes internas</b>	<b>G.9900-G.9999</b>

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

## Recomendación UIT-T G.9964

### Transceptores unificados para la red alámbrica residencial de alta velocidad – Especificación de densidad de potencia espectral

#### Resumen

En la Recomendación UIT-T G.9964 se especifican los parámetros de control que determinan el contenido espectral, los requisitos de la máscara de densidad espectral de potencia (DEP), un conjunto de herramientas para apoyar la reducción de la transmisión de DEP, medios para la medición de dicha DEP para la transmisión por cable telefónico, cable eléctrico y cable coaxial, así como la potencia de transmisión total admisible en una impedancia de terminación específica. Completa la arquitectura de sistema y la especificación de la capa física (PHY) de la Recomendación UIT-T G.9960, y la especificación de la capa de enlace de datos (DLL) de la Recomendación UIT-T G.9961, así como las modificaciones y adiciones a dichas Recomendaciones en que se especifica el transceptor de red residencial de entrada múltiple/salida múltiple (MIMO) de la Recomendación UIT-T G.9963.

Esta revisión comprende la Recomendación UIT-T G.9964 (2011) más sus Enmiendas 1, 2 y 3, junto con la adición de una separación más estrecha entre subportadoras (12,20703125 kHz) para situaciones en las que el canal es muy estrecho (por ejemplo, comunicación por línea eléctrica para aplicaciones de red eléctrica inteligente).

#### Historia\*

Edición	Recomendación	Aprobación	Comisión de Estudio	ID único
1.0	UIT-T G.9964	16-12-2011	15	11.1002/1000/11406
1.1	UIT-T G.9964 (2011) Amd. 1	26-02-2016	15	11.1002/1000/12579
1.2	UIT-T G.9964 (2011) Amd. 2	30-09-2016	15	11.1002/1000/12843
1.3	UIT-T G.9964 (2011) Amd. 3	07-02-2020	15	11.1002/1000/14029
2.0	UIT-T G.9964	01-12-2023	15	11.1002/1000/15593

#### Palabras clave

Coaxial, G.hn, transceptor de red residencial, PLC, densidad espectral de potencia, comunicación por líneas eléctricas, DEP, par trenzado.

\* Para acceder a la Recomendación, sírvase digitar el URL <https://handle.itu.int/> en el campo de dirección del navegador, seguido por el identificador único de la Recomendación.

## PREFACIO

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) es el organismo especializado de las Naciones Unidas en el campo de las telecomunicaciones y de las tecnologías de la información y la comunicación. El Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT (UIT-T) 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 se pronuncia en lo que respecta a la existencia, validez o aplicabilidad de los derechos de propiedad intelectual reclamados, 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 ha recibido notificación de propiedad intelectual, protegida por patentes/derechos de autor de *software*, 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 las correspondientes bases de datos del UIT-T disponibles en el sitio web del UIT-T en <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© UIT 2024

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

## Índice

	<b>Página</b>
1 Alcance .....	1
2 Referencias .....	1
3 Definiciones .....	2
3.1 Términos definidos en otros documentos .....	2
3.2 Términos definidos en esta Recomendación .....	3
4 Abreviaturas y acrónimos .....	3
5 Máscara de DEP de transmisión .....	3
5.1 Enmascaramiento de subportadora .....	4
5.2 Conformación de densidad espectral de potencia .....	4
5.3 Entalladura de las bandas internacionales de radioaficionados .....	5
5.4 Límite superior de densidad espectral de potencia .....	6
5.5 Entalladura de bandas VDSL2 .....	6
6 Especificación del contenido espectral dependiente del medio .....	6
6.1 Especificación del contenido espectral para líneas telefónicas .....	6
6.2 Especificación del contenido espectral para líneas de energía eléctrica .....	10
6.3 Especificación del contenido espectral para cable coaxial .....	12
6.4 Impedancia de terminación .....	17
6.5 Potencia de transmisión total .....	17
6.6 Impedancia a la entrada del receptor .....	18
Anexo A .....	19
Anexo B .....	20
Anexo C .....	21
Anexo D – Bandas internacionales de radioaficionados .....	22
Anexo E – Incidencia de la Recomendación UIT-T G.9960 en el servicio VDSL2 .....	23
Apéndice I – Bandas de radiofrecuencias adicionales .....	24
Bibliografía .....	26



## Recomendación UIT-T G.9964

### Transceptores unificados para la red alámbrica residencial de alta velocidad – Especificación de la densidad espectral de potencia

#### 1 Alcance

La presente Recomendación especifica los parámetros de control que determinan el contenido espectral, los requisitos de la máscara de densidad espectral de potencia (DEP), un conjunto de herramientas para apoyar la reducción de la transmisión de DEP, medios para la medición de dicha DEP para la transmisión por cable telefónico, cable eléctrico y cable coaxial, así como la potencia de transmisión total admisible en una impedancia de terminación específica. Completa la arquitectura de sistema y la especificación de la capa física (PHY) de [UIT-T G.9960], y la especificación de la capa de enlace de datos (DLL) de [UIT-T G.9961], así como las modificaciones y adiciones a dichas Recomendaciones en que se especifica el transceptor de red residencial de entrada múltiple/salida múltiple (MIMO) de [UIT-T G.9963].

Se incluye el soporte de:

- un perfil para cable coaxial con banda base de 200 MHz;
- contenido espectral para la banda de frecuencias operativa (BFO) de 200 MHz para líneas telefónicas;
- ancho de banda ampliado en medios coaxiales y líneas telefónicas;
- una separación adicional entre subportadoras de 12,20703125 kHz para canales de banda estrecha.

Para la máscara de DEP límite (MDL) de Perfil 2 en líneas telefónicas, en los casos en que la transmisión no se limita a redes con mayor apantallamiento, como las dotadas de cables apantallados o de cables soterrados, la conformidad de los equipos con la presente Recomendación puede no garantizar el cumplimiento de la reglamentación nacional o regional específica sobre compatibilidad electromagnética en el momento en que las instalaciones se pongan en servicio.

#### 2 Referencias

Las siguientes Recomendaciones UIT-T y demás referencias contienen disposiciones que, por referencia a las mismas en este texto, constituyen disposiciones de esta Recomendación. En la fecha de publicación, las ediciones citadas estaban en vigor. Todas las Recomendaciones y demás referencias están sujetas a revisión, por lo que se alienta a los usuarios de esta Recomendación a que consideren la posibilidad de aplicar la edición más reciente de las Recomendaciones y demás referencias que se indican a continuación. Se publica periódicamente una lista de las Recomendaciones UIT-T vigentes. La referencia a un documento en el marco de esta Recomendación no confiere al mismo, como documento autónomo, el rango de Recomendación.

- [UIT-T G.9960] Recomendación UIT-T G.9960 (2023), *Transceptores unificados para la red alámbrica residencial de alta velocidad – Especificación de la arquitectura del sistema y la capa física.*
- [UIT-T G.9961] Recomendación UIT-T G.9961 (2023), *Transceptores de red doméstica alámbricos de alta velocidad unificados – Capa de enlace de datos.*
- [UIT-T G.9963] Recomendación UIT-T G.9963 (2023), *Transceptores de red doméstica alámbricos de alta velocidad unificados – Entrada múltiple/salida múltiple.*

## 3 Definiciones

### 3.1 Términos definidos en otros documentos

En esta Recomendación se utilizan los siguientes términos definidos en otros documentos:

**3.1.1 banda base** [UIT-G.9960]: banda de frecuencias que se define mediante una frecuencia de conversión ascendente o moduladora  $F_{UC} = 0$  y una frecuencia de desplazamiento ascendente o portadora  $F_{US} = F_{SC} \times N/2$  (véase el Cuadro 7-67 de [UIT-T G.9960]).

**3.1.2 dominio** [UIT-G.9960]: parte de una red residencial UIT-T G.9960 que comprende el dominio principal y todos los nodos que están registrados en el mismo dominio principal. En el contexto de la presente Recomendación, "dominio" sin calificativo significa "dominio UIT-T G.9960" y "dominio ajeno", "dominio no UIT-T G.9960". Pueden añadirse calificadores adicionales (por ejemplo, "línea de energía eléctrica") a "dominio" o a "dominio ajeno".

**3.1.3 maestro de dominio (MD)** [UIT-G.9960]: nodo que da soporte a la funcionalidad dominio principal y que gestiona (coordina) todos los demás nodos del mismo dominio (es decir, asigna recursos de anchura de banda y se encarga de las prioridades). Únicamente se autoriza un dominio principal activo en cada dominio, y todos los nodos de un dominio son gestionados (coordinados) por un solo dominio principal. Si un dominio principal falla, otro nodo del mismo dominio, que pueda funcionar como dominio principal, asumirá la función de dominio principal.

**3.1.4 red residencial** [UIT-G.9960]: dos o más nodos que pueden comunicarse entre sí, ya sea directamente o a través de un nodo de retransmisión en la capa física, o a través de un puente interdominio por encima de la capa física. Una red residencial está integrada por uno o más dominios. En el marco de la presente Recomendación, "red residencial" significa "red residencial UIT-T G.9960"; "red residencial ajena", "red residencial no UIT-T G.9960"; "red" sin calificativo, cualquier combinación de "red residencial UIT-T G.9960", "red residencial no UIT-T G.9960" y "red de acceso"; y "red ajena", cualquier combinación de "red residencial no UIT-T G.9960" y "red de acceso".

**3.1.5 medio** [UIT-G.9960]: instalación de línea de cable, de una sola clase de cable, que permite la conexión física entre nodos. Los nodos conectados al mismo medio pueden comunicarse en la capa física, e interferir entre sí a menos que utilicen señales ortogonales (por ejemplo, diferentes bandas de frecuencias, diferentes periodos de tiempo).

**3.1.6 nodo** [UIT-G.9960]: dispositivo de red que contiene un transceptor UIT-T G.9960. En el marco de la presente Recomendación, "nodo" sin calificativo significa "nodo UIT-T G.9960" y "nodo ajeno", "nodo no UIT-T G.9960". Pueden añadirse calificadores adicionales (por ejemplo, "retransmisión") a "nodo" o a "nodo ajeno".

**3.1.7 perfil de la banda de frecuencias operativa (BFO)** [UIT-G.9960]: clasificación de las BFO en función del formato de tramas PHY que utilizan. Las BFO de Perfil 1 utilizan un formato de trama PHY normal para la transmisión de tramas; las BFO de Perfil 2 utilizan un formato de trama PHY con encabezamiento de alta capacidad (*high capacity heading* – HCH) para la transmisión de tramas.

**3.1.8 banda de frecuencias operativa (BFO)** [UIT-G.9960]: gama de frecuencias que está permitido utilizar para comunicar con otro nodo del dominio.

**3.1.9 radiofrecuencia (RF)** [UIT-G.9960]: banda de frecuencias que se define mediante una frecuencia de conversión ascendente o moduladora  $F_{UC} > 0$  y una frecuencia central  $F_C = F_{UC} + F_{US} \gg F_{SC} \times N/2$  (véanse los Cuadros 7-67 y 7-68 de [UIT-T G.9960]).

**3.1.10 subportadora (subportadora MDFO)**: frecuencia central de cada subcanal de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (MDFO) en la cual pueden modularse bits para la transmisión por el subcanal.



**3.11 subcanal (subcanal MDFO):** elemento fundamental de la tecnología de modulación por multiplexación por división de frecuencia ortogonal (MDFO). El modulador MDFO divide la anchura de banda del canal en un conjunto de subcanales paralelos.

**3.1.12 clase de cable [UIT-G.9960]:** una de las clases de cable con las mismas características generales: cable coaxial, cable eléctrico doméstico, cable telefónico y cable de la categoría 5.

## 3.2 Términos definidos en esta Recomendación

Ninguno.

## 4 Abreviaturas y acrónimos

En esta Recomendación se emplean las siguientes abreviaturas y acrónimos:

BFO	Banda de frecuencias operativa
CB	Banda base coaxial ( <i>coax baseband</i> )
CEM	Compatibilidad electromagnética
CRF	Radiofrecuencia coaxial ( <i>coax radio frequency</i> )
DEP	Densidad espectral de potencia
LDEP	Límite superior de DEP
MCDEP	Máscara de conformación de DEP
MD	Maestro de dominio
MDEPR	Máscara DEPM regional
MDFO	Multiplexación por división de frecuencia ortogonal
MDL	Máscara de DEP límite
MS	Máscara de subportadora
PB	Banda base de línea de energía eléctrica ( <i>power-line baseband</i> )
PHY	Capa física ( <i>physical layer</i> )
QoS	Calidad de servicio ( <i>quality of service</i> )
RF	Radiofrecuencia ( <i>radio frequency</i> )
RMS	Valor cuadrático medio ( <i>root mean square</i> )

## 5 Máscara de DEP de transmisión

La máscara de DEP de transmisión (TxDEP) está determinada por una máscara de subportadora (MS), una máscara de conformación de DEP (MCDEP), una entalladura de las bandas internacionales de radioaficionados definidas en la presente cláusula, la máscara de DEP límite (MDL) definida para cada medio y una máscara de DEP regional (MDEPR), si se especifica en un anexo regional (véase [UIT-T G.9960]). La misma TxDEP se aplicará a todos los nodos del dominio.

Para un transceptor UIT-T G.9960, la DEP de la señal de transmisión en cualquier frecuencia no será superior a la máscara de DEP de transmisión. Para un transceptor UIT-T G.9963, la suma de DEP de las dos señales de transmisión transmitidas por los dos puertos de transmisión en cualquier frecuencia no será superior a la DEP de transmisión. La DEP de la señal de transmisión puede verse limitada por un límite superior de DEP (LDEP) que se aplica a los nodos utilizados en una determinada conexión (cláusula 5.4).

La MDL (véanse las cláusulas 6.1.2, 6.2.2 y 6.3.2) determina el límite absoluto de la DEP de transmisión. Sin embargo, si se establece una MDEPR para una región en particular, el límite absoluto será el nivel mínimo entre la MDL y la MDEPR en una determinada frecuencia. La MS, la LDEP y la MCDEP proporcionan una mayor reducción y conformación de la DEP de transmisión mediante tres mecanismos: enmascaramiento de subportadora (entalladura), límite superior de DEP (límite a nivel de la DEP) y conformación de DEP.

Los transceptores UIT-T G.9960 y UIT-T G.9963 admitirán el enmascaramiento de subportadora, la entalladura de bandas internacionales de radioaficionados y el LDEP. La admisión de la conformación de DEP es optativa.

La máscara de DEP de transmisión deberá cumplir con los requisitos reglamentarios nacionales y regionales.

La MDL se define según la hipótesis de que las mediciones se realizan con equipos que cumplen las especificaciones [b-CEI CISPR 16-1] y utilizan un detector de valor cuadrático medio (RMS) con una función de "retención máxima" y una anchura de banda de resolución de 9 kHz para frecuencias inferiores a 30 MHz, y de 120 kHz para frecuencias superiores a 30 MHz. Con objeto de cumplir la norma [b-CEI CISPR 22] y obtener mediciones fiables, los transceptores UIT-T G.9960 estarán activos, por lo menos, el 10% del tiempo y mantendrán un nivel de potencia de transmisión de 250 ms, como mínimo.

NOTA – Además de los mecanismos descritos en esta cláusula que establecen límites absolutos para la DEP de transmisión (en banda y fuera de banda), la presente Recomendación define un mecanismo de LDEP que permite la reducción dinámica de la potencia de transmisión para cada conexión al valor mínimo suficiente para lograr los objetivos de calidad de servicio (QoS) dados.

## 5.1 Enmascaramiento de subportadora

El enmascaramiento de subportadora, que será utilizado para eliminar la transmisión en una o más subportadoras, está definido por la máscara de subportadora (MS). La potencia de transmisión de las subportadoras especificadas en la MS se pondrá a cero (escala lineal). La MS anulará todas las demás instrucciones relativas a la potencia de transmisión de la subportadora.

La MS consiste en un cierto número de bandas de frecuencias con máscara. Cada banda se especifica mediante un índice de subportadora inicial ( $x_L$ ) y un índice de subportadora final ( $x_H$ ), como  $\{x_L, x_H\}$ . Una MS que incluye bandas  $S$  se puede representar en el siguiente formato:

$$MS(S) = [\{x_{L1}, x_{H1}\}, \{x_{L2}, x_{H2}\}, \dots, \{x_{LS}, x_{HS}\}]$$

Todas las subportadoras de la banda, es decir, las subportadoras con índices superiores o iguales a  $x_L$  e inferiores o iguales a  $x_H$  serán desactivadas (transmitidas con potencia cero).

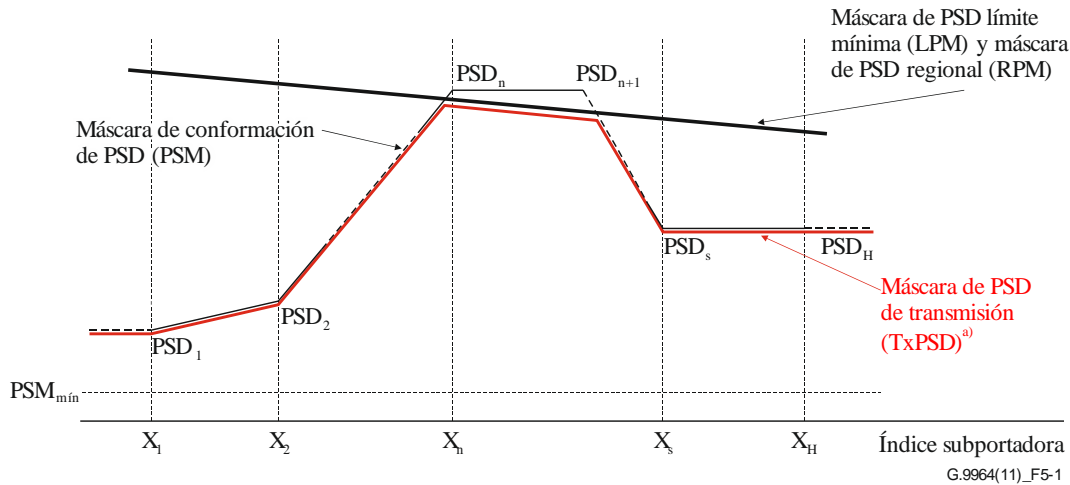
Las bandas internacionales de radioaficionados (véase el Anexo D) no forman parte de la MS. El nodo deberá desactivar una o más bandas de radioaficionados.

NOTA – La MS trata de incorporar subportadoras con máscara definidas por el anexo regional para cumplir las reglamentaciones locales y subportadoras con máscara definidas por el usuario o el proveedor de servicios para facilitar las prácticas locales de implantación.

## 5.2 Conformación de densidad espectral de potencia

La conformación de densidad espectral de potencia (DEP) permite reducir la DEP de transmisión en ciertas partes del espectro, principalmente a los fines de la compatibilidad del espectro y la coexistencia con tecnologías de redes residenciales ajenas. La conformación de DEP se especifica por una máscara de conformación de DEP (MCDEP).

La MCDEP se define en la gama de frecuencias entre la subportadora más baja  $x_1$  y la subportadora más alta  $x_H$ , y consiste en uno o más segmentos de frecuencias. Los límites de los segmentos se definen estableciendo puntos de interrupción. Dentro de cada segmento, la DEP puede ser constante o formar una pendiente lineal entre los puntos de DEP dados (en dBm/Hz) con la frecuencia expresada en una escala lineal (véase la Figura 5.1).



a) En esta figura no se muestra la máscara subportadora (SM).

**Figura 5-1 – Construcción de la máscara de DEP de transmisión**

Cada punto de interrupción de la MCDEP se especifica mediante un índice de subportadora  $x_n$  y un valor de  $DEP_n$  en la subportadora expresada en dBm/Hz,  $\{x_n, DEP_n\}$ . La  $DEP_1$  también se aplicará a las subportadoras inferiores a  $x_1$  y la  $DEP_H$  también se aplicará a las subportadoras superiores a  $x_H$ . Una MCDEP que incluye  $S$  segmentos se puede representar por  $(S+1)$  puntos de interrupción en el siguiente formato:

$$MCDEP(S) = [\{x_1, DEP_1\}, \{x_2, DEP_2\} \dots \{x_S, DEP_S\}, \{x_H, DEP_H\}]$$

Un nodo que admite la conformación de DEP admitirá hasta 32 puntos de interrupción MCDEP.

La inclinación máxima de las pendientes MCDEP requiere nuevos estudios.

Si uno o más puntos de interrupción de la MCDEP se fijan por encima de la MDL o la máscara DEP regional (MDEPR), la máscara de DEP de transmisión se fijará en:  $TxDEP = \min(MCDEP, MDL, MDEPR)$ . Todos los valores de  $DEP_n$  de los puntos de interrupción de la MCDEP se fijarán por encima de  $MCDEP_{\min}$ . El valor de  $MCDEP_{\min}$  no será superior a 30 dB por debajo del valor de cresta de la máscara de conformación de DEP.

NOTA – Los puntos de interrupción de la MCDEP no tienen ninguna relación con puntos de interrupción de la MS; la MS y las bandas internacionales de radioaficionados entalladas siempre anularán la MCDEP si se han definido con los mismos índices.

### 5.3 Entalladura de las bandas internacionales de radioaficionados

Si una banda de radioaficionados tiene una máscara, las subportadoras con frecuencias  $(F_{AL} - F_{SC}) \leq f \leq (F_{HL} + F_{SC})$ , donde  $F_{AL}$  y  $F_{HL}$  son, respectivamente, la frecuencia baja y la frecuencia alta de la banda de radioaficionados, definidas en el Anexo D, se desactivarán (transmitidas con potencia cero). Además, en cualquier nodo de línea telefónica o línea de energía eléctrica, la DEP de la señal transmitida en todas las bandas internacionales de radioaficionados que tienen máscaras en el dominio particular será de  $-85$  dBm/Hz o inferior.

Las pendientes DEP que forman una entalladura quedan a criterio del fabricante.

## 5.4 Límite superior de densidad espectral de potencia

El límite superior de DEP (LDEP) especifica el nivel de DEP utilizado para imponer un tope (es decir, una función de límite superior) en la señal de transmisión. El LDEP es independiente de la frecuencia y se indica con un solo valor en dBm/Hz. La gama válida de valores LDEP se sitúa entre  $-50$  dBm/Hz y  $-100$  dBm/Hz en pasos de 2 dB.

El LDEP debe ser admitido por todos los transceptores UIT-T G.9960.

## 5.5 Entalladura de bandas VDSL2

Los nodos de líneas telefónicas, cables coaxiales o líneas eléctricas deberán reducir la DEP de la señal transmitida en una o más bandas de frecuencias VDSL2 a los niveles apropiados para una transmisión fiable de señales VDSL2, como se indica en el Anexo E.

## 6 Especificación del contenido espectral dependiente del medio

### 6.1 Especificación del contenido espectral para líneas telefónicas

#### 6.1.1 Parámetros de control

En el Cuadro 6-1 figuran los parámetros de control MDFO válidos para diversas BFO definidos en líneas telefónicas. Los parámetros se definen en [UIT-T G.9960].

**Cuadro 6-1 – Parámetros de control MDFO para líneas telefónicas**

Tipo de dominio	Línea telefónica (Nota 5)			
Nombre de BFO	Perfil 1			Perfil 2 (Nota 6)
	50 MHz-TB (Nota 2)	100 MHz-TB (Nota 3)	200 MHz-TB (Nota 4)	
Frecuencia de funcionamiento mínima	0 MHz	0 MHz	0 MHz	$OF_{MIN}$
Frecuencia de funcionamiento máxima	50 MHz	100 MHz	200 MHz	$OF_{MAX}$
$N$	1024	2048	4096	$(OF_{MAX} - OF_{MIN})/F_{SC}$
$F_{SC}$	48,828125 kHz	48,828125 kHz	48,828125 kHz	48,828125 kHz
S (frecuencia de muestreo)	$N \times F_{SC}$	$N \times F_{SC}$	$N \times F_{SC}$	$N \times F_{SC}$
$N_{GI}$	$N/32 \times k$ para $k = 1, \dots, 8$ muestras @ S Mmuestras/s	$N/32 \times k$ para $k = 1, \dots, 8$ muestras @ S Mmuestras/s	$N/32 \times k$ para $k = 1, \dots, 8$ muestras @ S Mmuestras/s	$N/32 \times k$ para $k = 1, \dots, 8$ muestras @ S Mmuestras/s
$N_{GI-HD}$	$N/4 = 256$ muestras @ S Mmuestras/s	$N/4 = 512$ muestras @ S Mmuestras/s	$N/4 = 1024$ muestras @ S Mmuestras/s	$N/4$ muestras @ S Mmuestras/s
$N_{GI-DF}$	$N/4 = 256$ muestras @ S Mmuestras/s	$N/4 = 512$ muestras @ S Mmuestras/s	$N/4 = 1024$ muestras @ S Mmuestras/s	$N/4$ muestras @ S Mmuestras/s
$\beta$	$N/32 = 32$ muestras @ S Mmuestras/s	$N/32 = 64$ muestras @ S Mmuestras/s	$N/32 = 128$ muestras @ S Mmuestras/s	$N/32$ muestras @ S Mmuestras/s

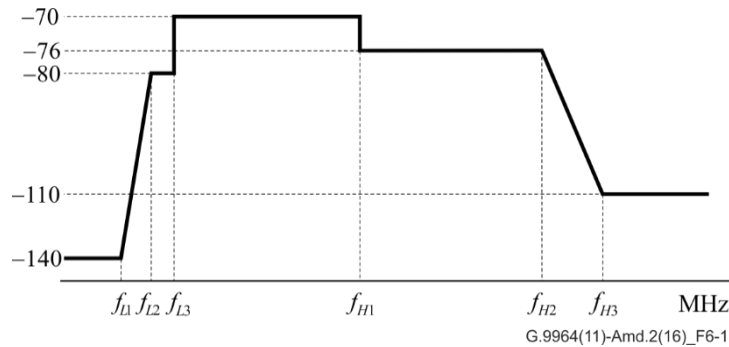
**Cuadro 6-1 – Parámetros de control MDFO para líneas telefónicas**

Tipo de dominio	Línea telefónica (Nota 5)			
Nombre de BFO	Perfil 1			Perfil 2 (Nota 6)
	50 MHz-TB (Nota 2)	100 MHz-TB (Nota 3)	200 MHz-TB (Nota 4)	
$F_{US}$	25 MHz	50 MHz	100 MHz	$(OF_{MAX} - OF_{MIN})/2$
$F_{UC}$	0 MHz	0 MHz	0 MHz	$OF_{MIN}$
Regla de indexación de portadora (Nota 1)	Regla #1	Regla #1	Regla #1	Regla #1

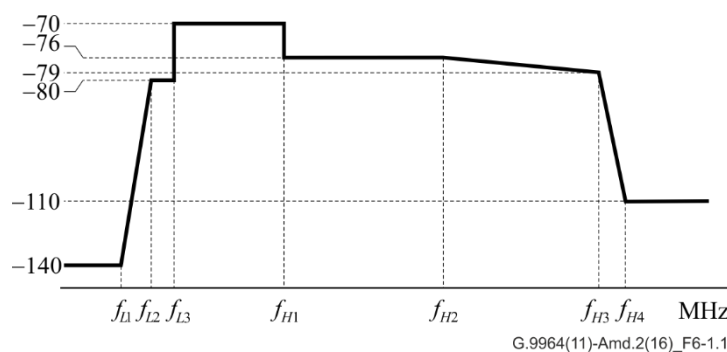
NOTA 1 – Para una información más completa sobre reglas de indexación de portadora, véase la cláusula 7.1.4.1 de [UIT-T G.9960].  
 NOTA 2 – La gama de frecuencias de subportadora se sitúa entre 0 y 50 MHz.  
 NOTA 3 – La gama de frecuencias de subportadora se sitúa entre 0 y 100 MHz.  
 NOTA 4 – La gama de frecuencias de subportadora se sitúa entre 0 y 200 MHz.  
 NOTA 5 – El perfil de la banda base de línea telefónica también es aplicable a cualquier cable de cobre basado en pares (p.e. Cat5).  
 NOTA 6 –  $OF_{MAX}$  y  $OF_{MIN}$  representan las frecuencias máxima y mínima que pueden utilizarse durante una transmisión por BFO de Perfil 2.  $OF_{MAX} - OF_{MIN}$  será un múltiplo de 50 MHz.

**6.1.2 Especificaciones de la máscara de DEP en líneas telefónicas**

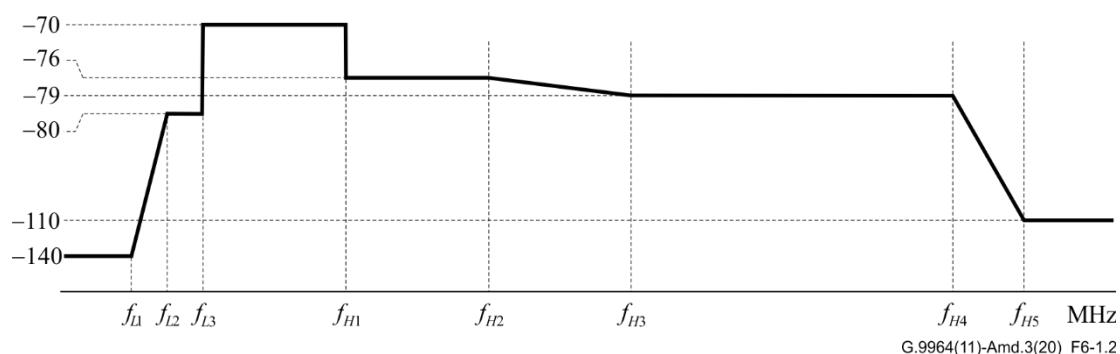
La máscara de DEP límite (MDL) para la transmisión por líneas telefónicas (BFO de 50 MHz-TB, 100 MHz-TB y 200 MHz-TB) será la presentada en la Figura 6.1 para las BFO de 50 MHz-TB y 100 MHz-TB, en la Figura 6-1.1 para la BFO de 200 MHz-TB y en la Figura 6-1.2 para BFO de Perfil 2, con los valores de frecuencias  $f_L$ - $f_H$  indicados en los Cuadros 6-2 y 6-3.



**Figura 6-1 – MDL para la transmisión por líneas telefónicas (no se indican entalladuras de banda de radioaficionados)**



**Figura 6-1.1 – MDL para la transmisión por líneas telefónicas  
(no se indican entalladuras de banda de radioaficionados)**



**Figura 6-1.2 – MDL para la transmisión por líneas telefónicas  
(no se indican entalladuras de banda de radioaficionados)**

Los valores de los parámetros del espectro de frecuencias para 50 MHz-TB, 100 MHz-TB, 200 MHz-TB y BFO de Perfil 2 se presentan respectivamente en los Cuadros 6-2, 6-3, 6-3.1 y 6-3.2. Los puntos intermedios entre los definidos en las Figuras 6-1, 6-1.1 y 6-1.2 se obtendrán por interpolación lineal (en dB a través de la escala de frecuencia lineal).

**Cuadro 6-2 – Parámetros de la MDL para la BFO de 50 MHz-TB**

Parámetros	Frecuencia (MHz)	DEP (dBm/Hz)	Nota/Descripción
$f_{L1}$	1,7	-140	Aseguran protección de ADSL sin divisor
$f_{L2}$	3,5	-80	Coincide con la banda de radioaficionados
$f_{L3}$	4,0		
$f_{L3} + \Delta F$	$4,0 + \Delta F$	-70	$\Delta F$ es un pequeño valor positivo arbitrario
$f_{H1} - \Delta F$	$30 - \Delta F$	-70	$\Delta F$ es un pequeño valor positivo arbitrario
$f_{H1}$	30	-76	
$f_{H2}$	50		
$f_{H3}$	60	-110	
NOTA – No se utilizará para transmisión (de datos ni de ningún tipo de información auxiliar) ninguna subportadora por encima de $f_{H2} - \Delta F$ .			

**Cuadro 6-3 – Parámetros de la MDL para la BFO de 100 MHz-TB**

Parámetros	Frecuencia (MHz)	DEP dBm/Hz	Nota/Descripción
$f_{L1}$	1,7	-140	Aseguran protección de ADSL sin divisor
$f_{L2}$	3,5	-80	Coincide con la banda de radioaficionados
$f_{L3}$	4,0		
$f_{L3} + \Delta F$	$4,0 + \Delta F$	-70	$\Delta F$ es un pequeño valor positivo arbitrario
$f_{H1} - \Delta F$	$30 - \Delta F$	-70	$\Delta F$ es un pequeño valor positivo arbitrario
$f_{H1}$	30	-76	
$f_{H2}$	100		
$f_{H3}$	120	-110	

NOTA – No se utilizará para transmisión (de datos ni de ningún tipo de información auxiliar) ninguna subportadora por encima de  $f_{H2} - \Delta F$ .

**Cuadro 6-3.1 – Parámetros de la MDL para la BFO de 200 MHz-TB**

Parámetros	Frecuencia (MHz)	DEP dBm/Hz	Nota/Descripción
$f_{L1}$	1,7	-140	Aseguran protección de ADSL sin divisor
$f_{L2}$	3,5	-80	Coincide con la banda de radioaficionados
$f_{L3}$	4,0		
$f_{L3} + \Delta F$	$4,0 + \Delta F$	-70	$\Delta F$ es un pequeño valor positivo arbitrario
$f_{H1} - \Delta F$	$30 - \Delta F$	-70	$\Delta F$ es un pequeño valor positivo arbitrario
$f_{H1}$	30	-76	
$f_{H2}$	100		
$f_{H3}$	200	-79	
$f_{H4}$	240	-110	

NOTA – No se utilizará para transmisión (de datos ni de ningún tipo de información auxiliar) ninguna subportadora por encima de  $f_{H2} - \Delta F$ .

**Cuadro 6-3.2 – Parámetros de la MDL para BFO de Perfil 2**

Parámetros	Frecuencia (MHz)	DEP dBm/Hz	Nota/Descripción
$f_{L1}$	1,7	-140	Aseguran protección de ADSL sin divisor
$f_{L2}$	3,5	-80	Coincide con la banda de radioaficionados
$f_{L3}$	4,0		
$f_{L3} + \Delta F$	$4,0 + \Delta F$	-70	$\Delta F$ es un pequeño valor positivo arbitrario
$f_{H1} - \Delta F$	$30 - \Delta F$	-70	$\Delta F$ es un pequeño valor positivo arbitrario
$f_{H1}$	30	-76	
$f_{H2}$	100		
$f_{H3}$	200	-79	
$f_{H4}$	400	-79	
$f_{H5}$	480	-110	

NOTA – No se utilizará para la transmisión (de datos ni de ningún tipo de información auxiliar) ninguna subportadora por encima de  $f_{H2} - \Delta F$ .

NOTA 1 – Cuando la configuración de espectro adicional es utilizada como se describe en la cláusula 5.2 (por ejemplo, para obtener la compatibilidad del espectro, para cumplir con el límite de potencia de banda ancha o para otros fines), se podrían reducir diversas partes de esa máscara de DEP desconectando las subportadoras o reduciendo su potencia de transmisión. Pueden aplicarse entalladuras de frecuencias adicionales, llegado el caso.

NOTA 2 – VDSL2 suele instalarse utilizando un divisor de servicio [b-UIT-T G.993.2] y no fomenta instalaciones VDSL2 sin divisor. Esto permite utilizar el espectro UIT-T G.9960 hasta  $f_{L3}$ . Si se utiliza VDSL2 sin divisor, la frecuencia inferior del espectro UIT-T G.9960 se desplazará hacia arriba y se establecerá por encima de la subportadora más alta en sentido descendente de VDSL2.

Para más especificaciones de la capa física de transmisión por líneas telefónicas, véase la cláusula 7.2.1 de [UIT-T G.9960].

### 6.1.3 Subportadoras con máscara permanente

Las subportadoras 0-72 (inclusive) de líneas telefónicas tendrán permanentemente una máscara. No se utilizarán para transmisión (de datos ni de ningún tipo de información auxiliar).

## 6.2 Especificación del contenido espectral para líneas de energía eléctrica

### 6.2.1 Parámetros de control

En el Cuadro 6-4 figuran los parámetros de control MDFO válidos para diversas BFO definidos en líneas de energía eléctrica. Los parámetros se definen en [UIT-T G.9960].

**Cuadro 6-4 – Parámetros de control MDFO para líneas de energía eléctrica**

Tipo de dominio	Banda base de línea de energía eléctrica		
Nombre de BFO	Perfil 1		
	25 MHz – PB (Nota 3)	50 MHz – PB (Nota 3)	100 MHz – PB (Nota 3)
$N$	1024	2048	4096
$k_{SS}$	0,5 ó 1 (Nota 4)	0,5 ó 1 (Nota 4)	0,5 ó 1 (Nota 4)
$F_{SC}$	$k_{SS} * 24,4140625$ kHz	$k_{SS} * 24,4140625$ kHz	$k_{SS} * 24,4140625$ kHz
$N_{GI}$	$N/32 \times k$ para $k = 1, \dots, 8$ muestras @ 25 Mmuestras/s	$N/32 \times k$ para $k = 1, \dots, 8$ muestras @ 50 Mmuestras/s	$N/32 \times k$ para $k = 1, \dots, 8$ muestras @ 100 Mmuestras/s
$N_{GLHD}$	$N/4 = 256$ muestras @ 25 Mmuestras/s	$N/4 = 512$ muestras @ 50 Mmuestras/s	$N/4 = 1024$ muestras @ 100 Mmuestras/s
$N_{GLDF}$	$N/4 = 256$ muestras @ 25 Mmuestras/s	$N/4 = 512$ muestras @ 50 Mmuestras/s	$N/4 = 1024$ muestras @ 100 Mmuestras/s
$\beta$	$N/8 = 128$ muestras @ 25 Mmuestras/s	$N/8 = 256$ muestras @ 50 Mmuestras/s	$N/8 = 512$ muestras @ 100 Mmuestras/s
$F_{US}$	$k_{SS} * 12,5$ MHz	$k_{SS} * 25$ MHz	$k_{SS} * 50$ MHz
$F_{UC}$	0 MHz	0 MHz	0 MHz
Regla de indexación de subportadora (Nota 1)	Regla #1	Regla #1	Regla #1

NOTA 1 – Para una información más completa sobre reglas de indexación de portadora, véase la cláusula 7.1.4.1 de [UIT-T G.9960].

NOTA 2 – Las BFO de 25 MHz, 50 MHz y 100 MHz pueden ser utilizadas por nodos que funcionan en el mismo dominio de banda base de línea de energía eléctrica.

NOTA 3 – La gama de frecuencias de subportadora se sitúa entre 0 y  $2 \times F_{US}$  MHz.

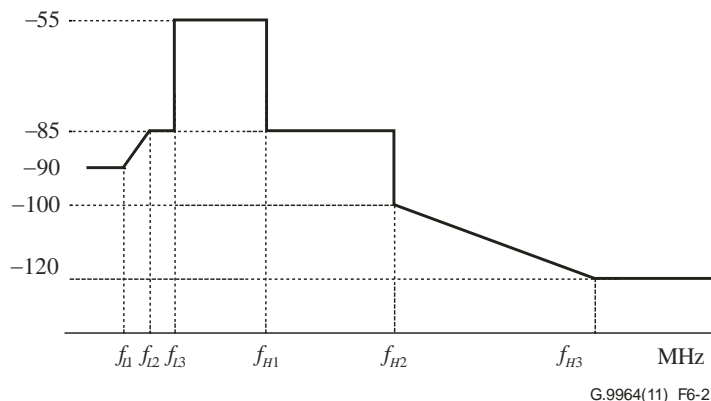
NOTA 4 – Se define un factor de separación entre subportadoras  $k_{SS} = 0,5$  para situaciones en las que el canal es muy estrecho (por ejemplo, comunicación por línea eléctrica para aplicaciones de red eléctrica inteligente).



## 6.2.2 Especificaciones de la máscara de DEP en líneas de energía eléctrica

La MDL para la transmisión por líneas de energía eléctrica será la presentada en la Figura 6-2 para los planes de banda de 25 MHz-PB, 50 MHz-PB y 100 MHz-PB con los valores de frecuencias  $f_L$ - $f_H$  indicados en el Cuadro 6-5.

NOTA 1 – Los niveles de DEP pueden estar limitados por disposiciones reglamentarias sobre compatibilidad electromagnética (CEM).



**Figura 6-2 – MDL para la transmisión de banda base por líneas de energía eléctrica para BFO de 25 MHz-PB, 50 MHz-PB y 100 MHz-PB (no se indican entalladuras de banda de radioaficionados)**

Los valores de los parámetros del espectro de frecuencias para planes de banda de 25 MHz-PB, 50 MHz-PB y 100 MHz-PB se presentan en el Cuadro 6-5. Los puntos intermedios entre los definidos en la Figura 6-2 se obtendrán por interpolación lineal (en dB a través de la escala de frecuencia lineal).

**Cuadro 6-5 – Parámetros de la MDL para BFO de 25 MHz-PB, 50 MHz-PB y 100 MHz-PB**

Parámetros	Frecuencia (MHz)	DEP (dBm/Hz)	Nota/Descripción
$f_{L1}$	1,1	-90	Una reducción adicional inferior a 1,1 MHz sirve para reducir la diafonía en ADSL
$f_{L2}$	1,8	-85	Coincide con la banda de radioaficionados
$f_{L3}$	2,0		
$f_{L3} + \Delta F$	$2,0 + \Delta F$	-55	$\Delta F$ es un pequeño valor positivo arbitrario
$f_{H1} - \Delta F$	$30 - \Delta F$	-55	$\Delta F$ es un pequeño valor positivo arbitrario
$f_{H1}$	30	-85	$\Delta F$ es un pequeño valor positivo arbitrario
$f_{H2} - \Delta F$	$100 - \Delta F$		
$f_{H2}$	100	-100	
$f_{H3}$	250	-120	

NOTA – No se utilizará para transmisión (de datos ni de ningún tipo de información auxiliar) ninguna subportadora por encima de  $f_{H2} - \Delta F$ .

NOTA 2 – Si la configuración de espectro adicional es utilizada como se describe en la cláusula 5.2 (por ejemplo, para obtener la compatibilidad del espectro con VDSL2 o para cumplir con el límite de potencia de banda ancha o para otros fines), se podrían reducir diversas partes de esa máscara de DEP desconectando las subportadoras o reduciendo su potencia de transmisión. Pueden aplicarse entalladuras de frecuencias adicionales, llegado el caso.

Las subportadoras con frecuencias  $(80 \text{ MHz} - F_{SC}) \leq f \leq (100 \text{ MHz} + F_{SC})$  tendrán una máscara (transmitida con potencia cero) a través de la MS a menos que la reglamentación regional autorice la utilización de esa banda.

Para más especificaciones de la capa física de transmisión por líneas de energía eléctrica, véase la cláusula 7.2.2 de [UIT-T G.9960].

### 6.2.3 Subportadoras con máscara permanente

En las transmisiones en banda base, las subportadoras 0-74 (inclusive) deberán tener una máscara permanente a través de las líneas de energía eléctrica. No se utilizarán para transmisión (de datos ni de ningún tipo de información auxiliar).

## 6.3 Especificación del contenido espectral para cable coaxial

### 6.3.1 Parámetros de control

En el Cuadro 6-6 figuran los parámetros de control MDFO válidos para diversas BFO definidos para cable coaxial. Los parámetros se definen en [UIT-T G.9960].

**Cuadro 6-6 – Parámetros de control MDFO para cable coaxial**

Tipo de dominio	Banda base de cable coaxial (Nota 2)			Coaxial	RF coaxial (Nota 2)	
Nombre de plan de base/nombre de BFO	BFO de Perfil 1			BFO de Perfil 2 (Nota 10)	BFO de Perfil 1	
	50 MHz-CB (Nota 4)	100 MHz-CB (Nota 5)	200 MHz-CB (Nota 9)		50 MHz-CRF (Nota 6)	100 MHz-CRF (Nota 7)
Frecuencia de funcionamiento mínima	0 MHz	0 MHz	0 MHz	OF <sub>MIN</sub>	0 MHz	0 MHz
Frecuencia de funcionamiento máxima	50 MHz	100 MHz	200 MHz	OF <sub>MAX</sub>	50 MHz	100 MHz
$F_{SC}$	195,3125 kHz	195,3125 kHz	195,3125 kHz	48,828125 kHz	195,3125 kHz	195,3125 kHz
S (frecuencia de muestreo)	$N \times F_{SC}$	$N \times F_{SC}$	$N \times F_{SC}$	$N \times F_{SC}$	$N \times F_{SC}$	$N \times F_{SC}$
$N_{GI}$	$N/32 \times k$ para $k = 1, \dots, 8$ muestras @ S Mmuestras/s	$N/32 \times k$ para $k = 1, \dots, 8$ muestras @ S Mmuestras/s	$N/32 \times k$ para $k = 1, \dots, 8$ muestras @ S Mmuestras/s	$N/32 \times k$ para $k = 1, \dots, 8$ muestras @ S Mmuestras/s	$N/32 \times k$ para $k = 1, \dots, 8$ muestras @ S Mmuestras/s	$N/32 \times k$ para $k = 1, \dots, 8$ muestras @ S Mmuestras/s
$N_{GI-HD}$	$N/4 = 64$ muestras @ S Mmuestras/s	$N/4 = 128$ muestras @ S Mmuestras/s	$N/4 = 256$ muestras @ S Mmuestras/s	$N/4$ muestras @ S Mmuestras/s	$N/4 = 64$ muestras @ S Mmuestras/s	$N/4 = 128$ muestras @ S Mmuestras/s
$N_{GI-DF}$	$N/4 = 64$ muestras @ S Mmuestras/s	$N/4 = 128$ muestras @ S Mmuestras/s	$N/4 = 256$ muestras @ S Mmuestras/s	$N/4$ muestras @ S Mmuestras/s	$N/4 = 64$ muestras @ S Mmuestras/s	$N/4 = 128$ muestras @ S Mmuestras/s
$\beta$	$N/32 = 8$ muestras @ S Mmuestras/s	$N/32 = 16$ muestras @ S Mmuestras/s	$N/32 = 32$ muestras @ S Mmuestras/s	$N/32$ muestras @ S Mmuestras/s	$N/32 = 8$ muestras @ S Mmuestras/s	$N/32 = 16$ muestras @ S Mmuestras/s
$F_{US}$	25 MHz	50 MHz	100 MHz	$(OF_{MAX} - OF_{MIN})/2$	25 MHz	50 MHz
$F_{UC}$	0 MHz	0 MHz	0 MHz	OF <sub>MIN</sub>	X (Nota 3)	Y (Nota 3)
Regla de indexación de subportadora (Nota 1)	Regla #1	Regla #1	Regla #1	Regla #1	Regla #1 si $X = Y$ , o regla #2 si $X + 25 \text{ MHz} = Y + 50 \text{ MHz}$ (Nota 8)	Regla #1 si $X = Y$ , o regla #2 si $X + 25 \text{ MHz} = Y + 50 \text{ MHz}$ (Nota 8)

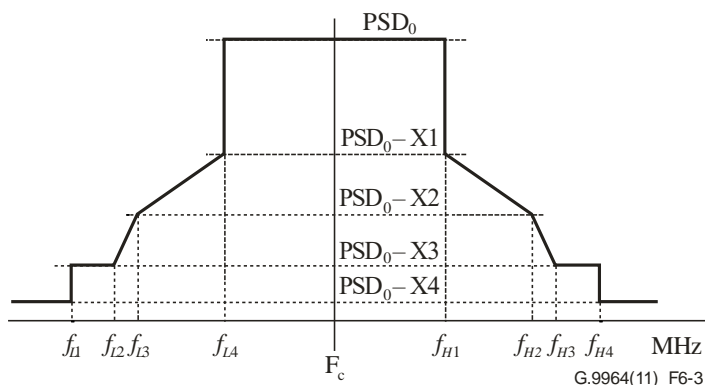
NOTA 1 – Para una información más completa sobre reglas de indexación de portadora, véase la cláusula 7.1.4.1 de [UIT-T G.9960].

**Cuadro 6-6 – Parámetros de control MDFO para cable coaxial**

Tipo de dominio	Banda base de cable coaxial (Nota 2)			Coaxial	RF coaxial (Nota 2)	
Nombre de plan de base/nombre de BFO	BFO de Perfil 1			BFO de Perfil 2 (Nota 10)	BFO de Perfil 1	
	50 MHz-CB (Nota 4)	100 MHz-CB (Nota 5)	200 MHz-CB (Nota 9)		50 MHz-CRF (Nota 6)	100 MHz-CRF (Nota 7)
NOTA 2 – Las BFO de 50 MHz, 100 MHz y 200 MHz pueden ser utilizadas por nodos que funcionan en el mismo dominio de banda base de cable coaxial. El mismo principio se aplica a las BFO de 50 MHz y 100 MHz definidas para el dominio RF coaxial. NOTA 3 – Los valores de $F_{UC}$ serán seleccionados del conjunto válido definido en el Cuadro 7-67 de [UIT-T G.9960] y podrían estar sujetos a reglas de gestión del espectro regionales (véanse los anexos regionales). NOTA 4 – La gama de frecuencias de subportadora se sitúa entre 0 y 50 MHz. NOTA 5 – La gama de frecuencias de subportadora se sitúa entre 0 y 100 MHz. NOTA 6 – La gama de frecuencias de subportadora se sitúa entre $X$ MHz y $(X + 50)$ MHz. NOTA 7 – La gama de frecuencias de subportadora se sitúa entre $Y$ MHz y $(Y + 100)$ MHz. NOTA 8 – La regla de indexación se especifica en cada anexo regional. NOTA 9 – La gama de frecuencias de subportadora se sitúa entre 0 y 200 MHz. NOTA 10 – $OF_{MAX} - OF_{MIN}$ será un múltiplo de 50 MHz.						

**6.3.2 Especificaciones de la máscara de DEP en cables coaxiales**

La MDL para la transmisión por RF coaxial se presenta en la Figura 6-3 con las frecuencias indicadas en el Cuadro 6-7 (BFO de 50 MHz-CRF) y el Cuadro 6-8 (BFO de 100 MHz-CRF) cuya anchura de banda es  $BW = f_{H1} - f_{L3}$ .



**Figura 6-3 – MDL límite monocanal para la transmisión de RF sobre cable coaxial**

Los valores de los parámetros del espectro de frecuencias propuestos para cable coaxial se presentan en los Cuadros 6-7 y 6-8. Se supone que los puntos intermedios entre los definidos en la Figura 6-3 se obtienen por interpolación lineal (en dB a través de la escala de frecuencia lineal).

**Cuadro 6-7 – Parámetros de la MDL de RF sobre coaxial para la BFO de 50 MHz-CRF**

Parámetros	Frecuencia (MHz)	DEP (dBm/Hz) (Nota 1)	Nota/Descripción
$F_C - f_{L1}$	75	$DEP_0 - 50$	
$F_C - f_{L2}$	50	$DEP_0 - 45$	
$F_C - f_{L3}$	35	$DEP_0 - 40$	

**Cuadro 6-7 – Parámetros de la MDL de RF sobre coaxial  
para la BFO de 50 MHz-CRF**

Parámetros	Frecuencia (MHz)	DEP (dBm/Hz) (Nota 1)	Nota/Descripción
$F_C - f_{L4}$	25	DEP <sub>0</sub> – 20	
	$f_{L4} + \Delta F$	DEP <sub>0</sub>	$\Delta F$ es un pequeño valor positivo arbitrario
$F_C$	$M \times 25$ MHz	DEP <sub>0</sub>	
	$f_{H1} - \Delta F$	DEP <sub>0</sub>	$\Delta F$ es un pequeño valor positivo arbitrario
$f_{H1} - F_C$	25	DEP <sub>0</sub> – 20	
$f_{H2} - F_C$	35	DEP <sub>0</sub> – 40	
$f_{H3} - F_C$	50	DEP <sub>0</sub> – 45	
$f_{H4} - F_C$	75	DEP <sub>0</sub> – 50	
<p>NOTA 1 – DEP<sub>0</sub> = –68 dBm/Hz.</p> <p>NOTA 2 – No se utilizará para transmisión (de datos ni de ningún tipo de información auxiliar) ninguna subportadora por debajo de <math>f_{L4} + \Delta F</math> ni por encima de <math>f_{H1} - \Delta F</math>.</p>			

**Cuadro 6-8 – Parámetros de la MDL de RF sobre coaxial  
para la BFO de 100 MHz-CRF**

Parámetros	Frecuencia (MHz)	DEP (dBm/Hz) (Nota 1)	Nota/Descripción
$F_C - f_{L1}$	150	DEP <sub>0</sub> – 50	
$F_C - f_{L2}$	100	DEP <sub>0</sub> – 45	
$F_C - f_{L3}$	70	DEP <sub>0</sub> – 40	
$F_C - f_{L4}$	50	DEP <sub>0</sub> – 20	
	$f_{L4} + \Delta F$	DEP <sub>0</sub>	$\Delta F$ es un pequeño valor positivo arbitrario
$F_C$	$M \times 25$ MHz	DEP <sub>0</sub>	
	$f_{H1} - \Delta F$	DEP <sub>0</sub>	$\Delta F$ es un pequeño valor positivo arbitrario
$f_{H1} - F_C$	50	DEP <sub>0</sub> – 20	
$f_{H2} - F_C$	70	DEP <sub>0</sub> – 40	
$f_{H3} - F_C$	100	DEP <sub>0</sub> – 45	
$f_{H4} - F_C$	150	DEP <sub>0</sub> – 50	
<p>NOTA 1 – DEP<sub>0</sub> = –68 dBm/Hz.</p> <p>NOTA 2 – No se utilizará para transmisión (de datos ni de ningún tipo de información auxiliar) ninguna subportadora por debajo de <math>f_{L4} + \Delta F</math> ni por encima de <math>f_{H1} - \Delta F</math>.</p>			

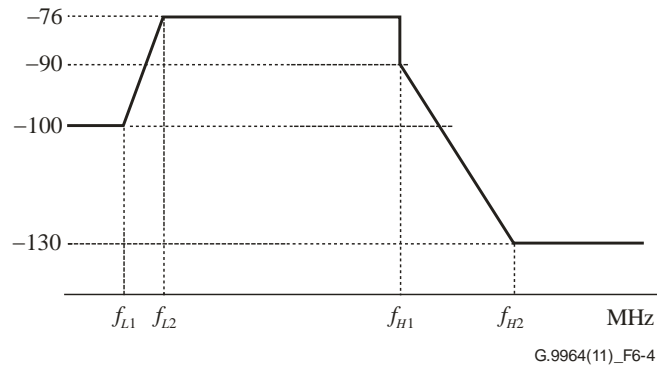
NOTA 1 – Si la configuración de espectro adicional es utilizada como se describe en la cláusula 5.2, se podrían reducir diversas partes de la máscara de DEP de transmisión desconectando las subportadoras o reduciendo su potencia de transmisión.

NOTA 2 – Cuando se establece más de un canal por el mismo cable coaxial, se fijarán intervalos apropiados entre las frecuencias centrales de los canales para tener en cuenta los valores de la DEP fuera de banda presentados en los Cuadros 6-7 y 6-8.

NOTA 3 – Se supone que las señales parásitas fuera de banda en la salida del nodo de cable coaxial en modo RF se ajustan a la MDL definida en los Cuadros 6-7 y 6-8. El límite de la potencia total de las señales parásitas fuera de banda así como los requisitos relativos a dichas señales requiere nuevos estudios.

NOTA 4 – La especificación de las bandas de guarda requiere nuevos estudios.

La MDL para la transmisión por BFO coaxial de Perfil 1 (BFO de 50 MHz-CB, 100 MHz-CB, 200 MHz-CB) se presenta en la Figura 6-4 con las frecuencias y niveles de DEP indicadas en el Cuadro 6-9 (BFO de 50 MHz-CB), el Cuadro 6-10 (BFO de 100 MHz-CB) y el Cuadro 6-10.1 (BFO de 200 MHz-CB) cuya anchura de banda es  $BW = f_{H1} - f_{L2}$ .



**Figura 6-4 – MDL de banda base sobre cable coaxial (BFO de Perfil 1)**

Los puntos intermedios entre los definidos en la Figura 6-4 se obtendrán por interpolación lineal (en dB a través de la escala de frecuencia lineal).

**Cuadro 6-9 – Parámetros de la MDL sobre coaxial para la BFO de 50 MHz-CB**

Parámetros	Frecuencia (MHz)	DEP (dBm/Hz)	Nota/Descripción
$f_{L1}$	1	-100	
$f_{L2}$	5	-76	
$f_{H1} - \Delta F$	$50 - \Delta F$	-76	$\Delta F$ es un pequeño valor positivo arbitrario
$f_{H1}$	50	-90	
$f_{H2}$	70	-130	

NOTA – No se utilizará para transmisión (de datos ni de ningún tipo de información auxiliar) ninguna subportadora por encima de  $f_{H1} - \Delta F$ .

**Cuadro 6-10 – Parámetros de la MDL sobre coaxial para la BFO de 100 MHz-CB**

Parámetros	Frecuencia (MHz)	DEP (dBm/Hz)	Nota/Descripción
$f_{L1}$	1	-100	
$f_{L2}$	5	-76	
$f_{H1} - \Delta F$	$100 - \Delta F$	-76	$\Delta F$ es un pequeño valor positivo arbitrario
$f_{H1}$	100	-90	
$f_{H2}$	140	-130	

NOTA – No se utilizará para transmisión (de datos ni de ningún tipo de información auxiliar) ninguna subportadora por encima de  $f_{H1} - \Delta F$ .

**Cuadro 6-10.1 – Parámetros de la MDL sobre coaxial para la BFO de 200 MHz-CB**

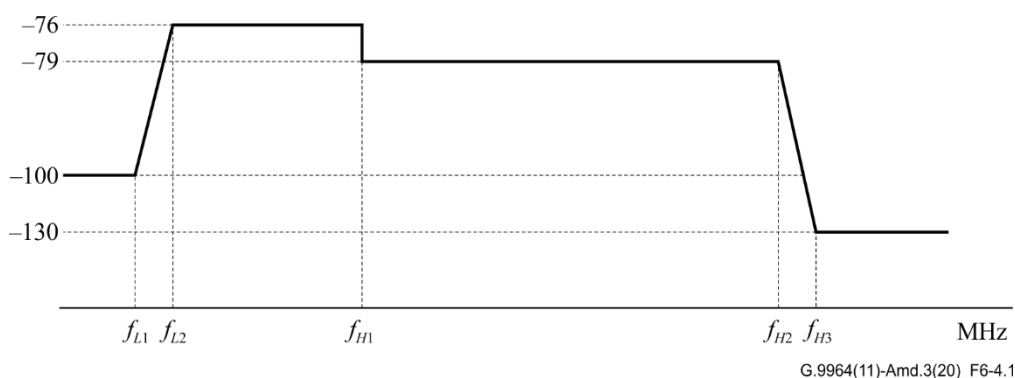
Parámetros	Frecuencia (MHz)	DEP (dBm/Hz)	Nota/Descripción
$f_{L1}$	1	-100	
$f_{L2}$	5	-76	
$f_{H1} - \Delta F$	$200 - \Delta F$	-76	$\Delta F$ es un pequeño valor positivo arbitrario
$f_{H1}$	200	-90	
$f_{H2}$	280	-130	

NOTA – No se utilizará para transmisión (de datos ni de ningún tipo de información auxiliar) ninguna subportadora por encima de  $f_{H1} - \Delta F$ .

NOTA 5 – Si la configuración de espectro adicional es utilizada como se describe en la cláusula 5.2, se podrían reducir la máscara de DEP de transmisión en partes importantes del espectro desconectando las subportadoras o reduciendo su potencia de transmisión.

Para más especificaciones de la capa física de transmisión por cable coaxial, véase la cláusula 7.2.3 de [UIT-T G.9960].

La MDL para la transmisión por BFO coaxial de Perfil 2 se presenta en la Figura 6-4.1 con las frecuencias y los niveles de DEP indicados en el Cuadro 6-10.2, siendo el ancho de banda  $BW = f_{H1} - f_{L2}$ .



**Figura 6-4.1 – MDL de cable coaxial (BFO de Perfil 2)**

Los puntos intermedios entre los definidos en la Figura 6-4.1 se obtienen por interpolación lineal (en dB a través de la escala de frecuencia lineal).

**Cuadro 6-10.2 – Parámetros de la máscara de DEP límite sobre coaxial para BFO de Perfil 2**

Parámetros	Frecuencia (MHz)	DEP (dBm/Hz)	Nota/Descripción
$f_{L1}$	1	-100	
$f_{L2}$	5	-76	
$f_{H1} - \Delta F$	$200 - \Delta F$	-76	
$f_{H1}$	200	-79	$\Delta F$ es un pequeño valor positivo arbitrario
$f_{H2}$	2 000	-79	
$f_{H3}$	2 200	-130	

NOTA 6 – Si la configuración de espectro adicional es utilizada como se describe en la cláusula 5.2, se podría reducir la máscara de DEP de transmisión en partes importantes del espectro desconectando las subportadoras o reduciendo su potencia de transmisión.

Para más especificaciones de la capa física de transmisión por cable coaxial, véase la cláusula 7.2.3 de [UIT-T G.9960].

### 6.3.3 Subportadoras con máscara permanente

En las transmisiones en banda base, las subportadoras 0-10 (inclusive) deberán tener una máscara permanente a través del cable coaxial. No se utilizarán para transmisión (de datos ni de ningún tipo de información auxiliar).

### 6.3.4 Coexistencia en cable coaxial

Los nodos de cable coaxial utilizarán capacidades de agilidad de frecuencia y detección así como procedimientos para evitar la interferencia con redes residenciales ajenas y otros servicios (por ejemplo, servicios de comunicación y radiodifusión) que funcionan en la misma planta de cable coaxial. En una versión futura de la presente Recomendación se describirán esos procedimientos y capacidades.

## 6.4 Impedancia de terminación

Los valores nominales de la impedancia de terminación (carga) para diferentes tipos de medios se definen en el Cuadro 6-11. Para la DEP y la medición de potencia de transmisión total se utilizará la impedancia de terminación estándar.

**Cuadro 6-11 – Impedancia de terminación estándar**

Medio	Impedancia de terminación ( $\Omega$ )
Línea de energía eléctrica de banda base	100
Línea telefónica	100
Cable coaxial de banda base	75
RF coaxial	75

## 6.5 Potencia de transmisión total

La potencia de transmisión total del transceptor terminada con una impedancia de terminación estándar (véase la cláusula 6.4) no excederá los valores presentados en el Cuadro 6-12.

**Cuadro 6-12 – Límite de la potencia de transmisión total**

Medio	BFO	Límite de potencia de transmisión (dBm)	Gama de frecuencias de medición (MHz)
Línea de energía eléctrica de banda base	50 MHz-PB	+20	0,005-100
	100 MHz-PB	+20	0,005-150
Línea telefónica	50 MHz-TB	+3	0,005-100
	100 MHz-TB	+4,5	0,005-150
	200 MHz-TB	+6	0,005-250
	Perfil 2	$3 + 1,5 \times \log_2(F/50)$	$OF_{MAX} - OF_{MIN}$

**Cuadro 6-12 – Límite de la potencia de transmisión total**

Medio	BFO	Límite de potencia de transmisión (dBm)	Gama de frecuencias de medición (MHz)
Cable coaxial de banda base	50 MHz-CB	-1	0,005-100
	100 MHz-CB	+2	0,005-150
	200 MHz-CB	+5	0,005-300
	Perfil 2	$-1 + 3 \times \text{Log}_2(F/50)$	$OF_{MAX} - OF_{MIN}$
RF coaxial	50 MHz-RF	+5	$(F_{UC}-100) - (F_{UC}+100)$
	100 MHz-RF	+8	$(F_{UC}-150) - (F_{UC}+150)$
NOTA – $F=(OF_{MAX} - OF_{MIN})$ (véanse los Cuadros 6-1, 6-4 y 6-6)			

### 6.6 Impedancia a la entrada del receptor

Cuando funciona en un medio de línea de energía eléctrica y no transmite, un dispositivo presentará una impedancia mínima de 40  $\Omega$  en la banda de 1,8 MHz a 50 MHz medida entre el terminal de línea (fase) y el terminal neutral. Presentará una impedancia mínima de 20  $\Omega$  en la gama de frecuencias comprendida entre 100 kHz y 1,8 MHz y entre 50 MHz y 100 MHz.



## **Anexo A**

(Este anexo se ha dejado voluntariamente en blanco.)

## **Anexo B**

(Este anexo se ha dejado voluntariamente en blanco.)

## **Anexo C**

(Este anexo se ha dejado voluntariamente en blanco.)

## Anexo D

### Bandas internacionales de radioaficionados

(Este anexo forma parte integrante de la presente Recomendación.)

**Cuadro D.1 – Bandas internacionales de radioaficionados en la gama de frecuencias comprendidas entre 0 y 100 MHz**

Banda inicial (kHz)	Banda final (kHz)	SC <sub>START</sub> (Nota 1)	SC <sub>END</sub> (Nota 1)	SC <sub>START</sub> (Nota 2)	SC <sub>END</sub> (Nota 2)
1 800	2 000	73	82	36	41
3 500	4 000	143	164	71	82
7 000	7 300	286	300	143	150
10 100	10 150	413	416	206	208
14 000	14 350	573	588	286	294
18 068	18 168	740	745	370	373
21 000	21 450	860	879	430	440
24 890	24 990	1 019	1 024	509	512
28 000	29 700	1 146	1 217	573	609
50 000	54 000	2 047	2 212	1 023	1 106
69 900	70 500	2 863	2 888	1 431	1 444
144 000	148 000	N/A	N/A	2 949	3 032
219 000	225 000	N/A	N/A	4 485	4 619
420 000	450 000	N/A	N/A	8 601	9 217

NOTA 1 – Índice de subportadora con separación de 24,4140625 kHz (todas las BFO de líneas de energía eléctrica).

NOTA 2 – Índice de subportadora con separación de 48,828125 kHz (todas las BFO de líneas telefónicas) donde SC<sub>START</sub> and SC<sub>END</sub> hacen referencia al índice inicial y al índice final de las subportadoras con máscara, respectivamente, en el caso de que las bandas correspondientes tengan una máscara.

## **Anexo E**

### **Incidencia de la Recomendación UIT-T G.9960 en el servicio VDSL2**

(Este anexo forma parte integrante de la presente Recomendación.)

En este anexo se define la forma de reducir la incidencia de [UIT-T G.9960] en el servicio VDSL2, que varía según el tipo de medio y si el servicio comparte los mismos cables con VDSL2 o su encaminamiento es cercano. Las verdaderas bandas de frecuencias de VDSL2 en las que incide la transmisión UIT-T G.9960 y las correspondientes reducciones de la DEP también se especifican a nivel regional y pueden configurarse a través del sistema de gestión de dominio local o distante utilizando los parámetros de configuración definidos en el presente anexo. El análisis detallado requiere un nuevo estudio.

## Apéndice I

### Bandas de radiofrecuencias adicionales

(Este apéndice no forma parte integrante de la presente Recomendación.)

En este apéndice se indican las bandas de radiofrecuencias adicionales en las que normativas nacionales pueden exigir la reducción de la DEP.

**Cuadro I.1 – Bandas de radiodifusión internacionales**

Inicio de la banda (kHz)	Final de la banda (kHz)
2 300	2 498
3 200	3 400
3 900	4 000
4 750	5 060
5 900	6 200
7 200	7 450
9 400	9 900
11 600	12 100
13 570	13 870
15 100	15 800
17 480	17 900
18 900	19 020
21 450	21 850
25 670	26 100

**Cuadro I.2 – Bandas móviles aeronáuticas**

Inicio de la banda (kHz)	Final de la banda (kHz)
2 850	3 150
3 400	3 500
3 800	3 950
4 650	4 850
5 450	5 730
6 525	6 765
8 815	9 040
10 005	10 100
11 175	11 400
13 200	13 360
15 010	15 100
17 900	18 030

**Cuadro I.2 – Bandas móviles aeronáuticas**

<b>Inicio de la banda (kHz)</b>	<b>Final de la banda (kHz)</b>
21 924	22 000
23 200	23 350

**Cuadro I.3 – Bandas de radioastronomía**

<b>Inicio de la banda (kHz)</b>	<b>Final de la banda (kHz)</b>
13 360	13 410
25 550	25 670

## Bibliografía

- [b-UIT-T G.993.2] Recomendación UIT-T G.993.2 (2006), *Transceptores de línea de abonado digital de velocidad muy alta 2*.
- [b-CEI CISPR 16-1] CEI CISPR 16-1:2010, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Measuring apparatus*.
- [b-CEI CISPR 22] CEI CISPR 22:2008, *Information technology equipment – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*.





## SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
Serie D	Principios de tarificación y contabilidad y cuestiones económicas y políticas de las telecomunicaciones/TIC internacionales
Serie E	Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos
Serie F	Servicios de telecomunicación no telefónicos
<b>Serie G</b>	<b>Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales</b>
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	Medio ambiente y TIC, cambio climático, ciberdesechos, eficiencia energética, construcción, instalación y protección de los cables y demás 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 la transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes de líneas locales
Serie Q	Conmutación y señalización, y mediciones y pruebas asociadas
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, redes de próxima generación, Internet de las cosas y ciudades inteligentes
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación