

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

J.222.1

(07/2007)

SERIE J: REDES DE CABLE Y TRANSMISIÓN DE
PROGRAMAS RADIOFÓNICOS Y TELEVISIVOS, Y DE
OTRAS SEÑALES MULTIMEDIOS

Sistemas interactivos para distribución de televisión digital

**Sistemas de transmisión de tercera generación
para servicios interactivos de televisión por
cable – Módems de cable IP: Especificación de
capa física**

Recomendación UIT-T J.222.1

Recomendación UIT-T J.222.1

Sistemas de transmisión de tercera generación para servicios interactivos de televisión por cable – Módems de cable IP: Especificación de capa física

Resumen

En la Recomendación UIT-T J.222.1 se definen las características eléctricas y las operaciones de procesamiento de la señal de un módem de cable (CM) y un sistema de terminación de módem de cable (CMTS) en sistemas de datos por cable de alta velocidad de tercera generación. En esta Recomendación se definen los requisitos de capa física que soportan las operaciones de agrupación de canal definidas en la Recomendación UIT-T J.222.2.

Historia

Edición	Recomendación	Aprobación	Comisión de Estudio	ID único*
1.0	UIT-T J.222.1	2007-07-29	9	11.1002/1000/9194

* Para acceder a la Recomendación, sírvase digitar el URL <http://handle.itu.int/> en el campo de dirección del navegador, seguido por el identificador único de la Recomendación. Por ejemplo, <http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en>.

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 adopta ninguna posición en cuanto a la demostración, validez o aplicabilidad de los derechos de propiedad intelectual reivindicados, ya sea por los miembros de la UIT o por terceros ajenos al proceso de elaboración de Recomendaciones.

En la fecha de aprobación de la presente Recomendación, la UIT no ha recibido notificación de propiedad intelectual, protegida por patente, que puede ser necesaria para aplicar esta Recomendación. Sin embargo, debe señalarse a los usuarios que puede que esta información no se encuentre totalmente actualizada al respecto, por lo que se les insta encarecidamente a consultar la base de datos sobre patentes de la TSB en la dirección <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© UIT 2020

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

ÍNDICE

	Página
1 Alcance	1
1.1 Introducción y objetivo.....	1
1.2 Antecedentes.....	1
2 Referencias	5
2.1 Referencias normativas	5
2.2 Referencias informativas	5
2.3 Obtención de referencias	6
3 Definiciones.....	6
4 Abreviaturas, acrónimos y convenios.....	8
4.1 Abreviaturas y acrónimos.....	8
4.2 Convenios	12
5 Supuestos relativos al funcionamiento	12
5.1 Supuestos relativos al equipo	13
5.2 Supuestos relativos a los canales de radiofrecuencia	14
5.3 Niveles de transmisión	16
5.4 Inversión de frecuencia.....	16
6 Especificación de la subcapa dependiente del medio físico	16
6.1 Alcance	16
6.2 Sentido ascendente	17
6.3 Descendente.....	91
Anexo A – Requisitos de temporización para el soporte de servicios de empresa por DOCSIS	97
A.1 CMTS	97
A.2 CM.....	97
Anexo B – Adiciones y modificaciones a la separación de canales de 8 MHz	98
B.1 Alcance	98
B.2 Referencias	99
B.3 Términos y definiciones	99
B.4 Abreviaturas y acrónimos.....	99
B.5 Supuestos relativos al funcionamiento	100
B.6 Especificación de la subcapa dependiente del medio físico	103
Anexo C – Sincronización y recuperación del encabezamiento MPEG.....	137
C.1 Sincronización y recuperación del encabezamiento MPEG con la opción tecnológica de América del Norte	137
C.2 Sincronización y recuperación del encabezamiento MPEG con la opción tecnológica de Europa	137

	Página
Anexo D – Adiciones a la especificación de Japón	138
D.1 Alcance	138
D.2 Referencias	138
D.3 Términos y definiciones	138
D.4 Abreviaturas, acrónimos y convenios.....	138
D.5 Supuestos relativos al funcionamiento	138
D.6 Especificación de la capa física dependiente del medio.....	141
Apéndice I – Ejemplo de secuencia de preámbulo	167
I.1 Introducción.....	167
I.2 Ejemplo de secuencia de preámbulo	167
Apéndice II – Entramado en el modo S-CDMA.....	169
II.1 Numeración de subsímbolos codificados	169
II.2 Numeración de subsímbolos no codificados	169
II.3 Numeración de los símbolos presentados a la salida del entramador	170
II.4 Observación.....	170
Apéndice III – Efectos de la temperatura ambiente y de la carga eólica	171
III.1 Tolerancia a la variación del tiempo de propagación a través de la planta, a los efectos de la sincronización	171
III.2 Variación del tiempo de propagación debida a los cambios de temperatura .	173
Apéndice IV – Descripción de la capacidad conjunto de canales de transmisión ascendentes: ejemplo de cálculo para la información y la determinación del número de canales activos soportados	175
Apéndice V – Descripción del control de potencia de canal ascendente con múltiples canales ascendentes	177
V.1 Extensión de los parámetros DOCSIS 2.0 para el modo transmisión por canales múltiples	177
V.2 Nuevos parámetros de control de potencia ascendente DOCSIS 3.0 ("carga", P_{load_n} , $P_{load_min_set}$, gama dinámica, $P_{low_multi_n}$)	177
V.3 Ejemplo de control de potencia ascendente con el modo transmisión por canales múltiples activado	179
V.4 Ejemplos sobre cambios simultáneos y consecutivos de P_{r_n} y $P_{load_min_set}$	181
Apéndice VI – Ejemplo de límites de potencia de ruido de emisiones no esenciales con emisión de ráfagas por canales múltiples	183

Recomendación UIT-T J.222.1

Sistemas de transmisión de tercera generación para servicios interactivos de televisión por cable – Módems de cable IP: Especificación de capa física

1 Alcance

1.1 Introducción y objetivo

Como parte de una serie de Recomendaciones sobre los sistemas de datos por cable de alta velocidad de tercera generación, en esta Recomendación se definen los requisitos de capa física que soportan las operaciones de agrupación de canal definidas en la Recomendación [UIT-T J.222.2].

Existen diferencias en los procedimientos prácticos seguidos para la planificación del espectro de frecuencias en la transmisión por cable por las distintas redes en el mundo. Por tanto, para la tecnología de la capa física se han incluido tres opciones; todas estas opciones tienen el mismo nivel de prioridad y no se requiere que sean interoperables. La primera se basa en la distribución de televisión multiprograma en sentido descendente con un espaciamiento de canales de 6 MHz y modulación conforme a [UIT-T J.83-B]. La segunda opción emplea un espaciamiento de canales de 8 MHz y modulación conforme a [ETSI EN 300 429]. La tercera opción se basa en un espaciamiento de canales de 6 MHz y modulación conforme a [UIT-T J.83-C]. La primera y segunda opciones comparten un conjunto común de velocidades de símbolos ascendentes posibles, mientras que la tercera ofrece un conjunto diferente. Las tres opciones tienen el mismo nivel de prioridad, aunque ello no se refleje en la estructura del documento. La primera opción se define en las cláusulas 5 y 6, mientras que la segunda se define sustituyendo el contenido de esas cláusulas por el del Anexo B, y la tercera opción se define remplazando el contenido de esas cláusulas por el del Anexo D. Por consiguiente, [UIT-T J.83-B] y [CEA-542-B] se aplican sólo a la primera opción, [ETSI EN 300 429] se aplica sólo a la segunda y [UIT-T J.83-C] a la tercera. Para la conformidad con esta Recomendación sólo es necesario la conformidad con una de estas opciones, no con todas. No se exige que un equipo construido de conformidad con una de estas opciones interfuncione con equipos construidos de conformidad con cualquiera de las otras opciones.

Estas tecnologías de capa física facultativas dan a los operadores cierta flexibilidad para el cumplimiento de los requisitos de funcionamiento establecidos, incluso en lo que se refiere a planificación de frecuencias, compatibilidad electromagnética (CEM) y requisitos de seguridad. Por ejemplo, la opción basada en canales de 6 MHz en sentido descendente definida en las cláusulas 5 y 6 puede desplegarse dentro de un plan de canales de 8 MHz. Queda fuera del alcance de esta Recomendación el cumplimiento con los requisitos de planificación de frecuencias y CEM, que es responsabilidad de los operadores. La retrocompatibilidad con versiones anteriores de esta tecnología [UIT-T J.122] sólo se garantiza dentro de la misma opción tecnológica, como se exponen anteriormente, y no entre distintas opciones.

1.2 Antecedentes

1.2.1 Red de acceso de banda ancha

Se supone una red de acceso de banda ancha de cable coaxial. Puede ser una red totalmente coaxial o una red híbrida de fibra óptica/cable coaxial (HFC). El término genérico "red de cable" se utiliza en esta Recomendación para designar ambos tipos de redes.

Una red de cable utiliza una arquitectura en árbol y ramas con transmisión analógica. En la presente Recomendación se suponen las siguientes características funcionales fundamentales:

- transmisión bidireccional;
- un máxima separación óptica/eléctrica en ambas direcciones de 100 millas entre el sistema de terminación de módem de cable (CMTS) y el módem de cable (CM) más distante, aunque la separación máxima suele oscilar entre 10-1 millas;
- una máxima separación óptica/eléctrica diferencial en ambas direcciones de 100 millas entre el CMTS y los módems más cercanos y más distantes, aunque suele limitarse a 15 millas.

Dado que la velocidad de propagación por fibra es de aproximadamente 1,5 ns/pie, 100 millas de fibra en cada dirección supone un retardo de ida y vuelta de unos 1,6 ms.

1.2.2 Arquitectura de red y de sistema

1.2.2.1 La red DOCSIS

En la Figura 1-1 se ilustran los elementos que intervienen en la configuración de los servicios DOCSIS:

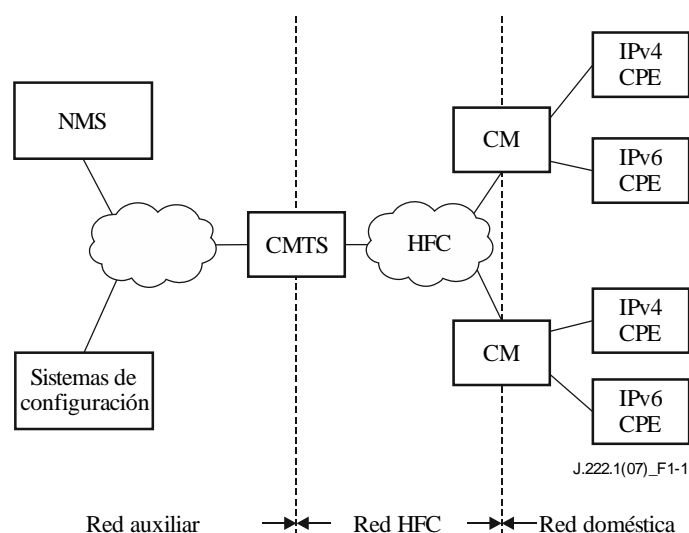


Figura 1-1 – La red DOCSIS

El CM se conecta a la red HFC del operador y a una red doméstica y sirve de puente para los paquetes entre ellas. Muchos dispositivos CPE pueden conectarse a las interfaces LAN de CM. Los dispositivos CPE pueden llevar integrados un CM, formando así un único dispositivo, o pueden ser dispositivos independientes, como se muestra en la Figura 1-1. Los dispositivos CPE pueden utilizar el direccionamiento IPv4, IPv6 o ambos. Como dispositivos CPE típicos pueden citarse los encaminadores domésticos, los descodificadores, los ordenadores personales, etc.

El CMTS conecta la red auxiliar del operador y la red dorsal con la red HFC. Su principal función es la transmisión de paquetes entre esos dos dominios y entre los canales ascendente y descendente de la red HFC.

Se utilizan diversas aplicaciones para la configuración auxiliar y dar soporte a los dispositivos de la red DOCSIS. Estas aplicaciones utilizan IPv4 y/o IPv6, según corresponda a cada operador. Entre esas aplicaciones se cuentan las siguientes:

- *Sistemas de configuración*
 - Los servidores DHCP facilitan al CM la información de configuración inicial, incluida(s) la(s) dirección(es) IP, al arrancar.

- El servidor Config File se utiliza para descargar los ficheros de configuración en el CM al arrancar. Los ficheros de configuración tienen un formato binario y permiten la configuración de los parámetros del CM. El servidor Config File también se utiliza para descargar actualizaciones de *software* en el CM.
- El servidor de protocolo temporal facilita a los clientes de protocolo temporal, generalmente CM, la hora del día en que se encuentra.
- El servidor Certificate Revocation facilita el estatus de los certificados.
- *Sistema de gestión de red (NMS)*
 - El gestor SNMP permite al operador configurar y supervisar a los agentes SNMP, que suelen ser el CM y el CMTS.
 - El servidor Syslog recopila mensajes relativos al funcionamiento de los dispositivos.
 - El servidor recopilador IPDR permite al operador obtener grandes cantidades de datos estadísticos de manera eficaz.

1.2.3 Objetivos del servicio

Habida cuenta de que los operadores de cable han desplegado extensamente servicios de datos a gran velocidad por sistemas de televisión por cable, la demanda de ancho de banda ha aumentado. Además, las redes han crecido de tal manera que la limitación de direcciones IPv4 está empezando a plantear problemas para el funcionamiento de la red. Por consiguiente, conviene añadir nuevas funcionalidades a las Recomendaciones sobre DOCSIS a fin de aumentar la capacidad del canal, mejorar la seguridad de la red, ampliar la direccionabilidad de los elementos de red y ofrecer nuevos servicios.

El sistema DOCSIS permite la transferencia bidireccional transparente del tráfico de protocolo Internet (IP) entre la cabecera del sistema de cable y las instalaciones de los clientes a través de la red de cable enteramente coaxial o híbrida de fibra óptica/cable coaxial (HFC). Esto se muestra en forma simplificada en la Figura 1-2.

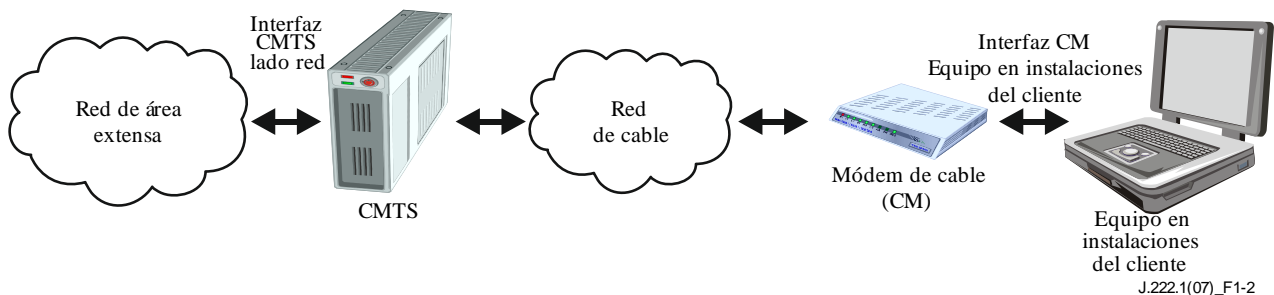


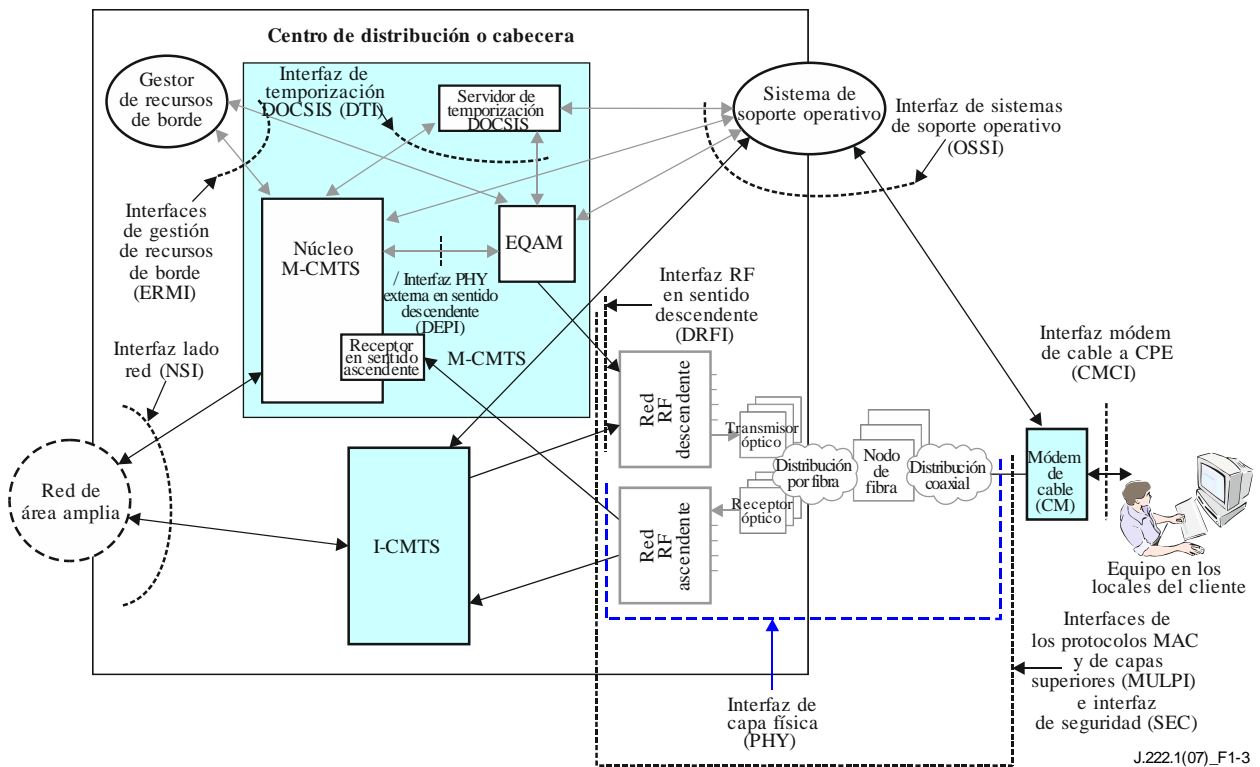
Figura 1-2 – Tráfico IP transparente a través del sistema de datos por cable

1.2.4 Enunciado de compatibilidad

Esta Recomendación especifica una interfaz, usualmente designada por DOCSIS 3.0, que corresponde a la tercera generación de la interfaz usualmente designada por DOCSIS 1.x y 2.0. DOCSIS 3.0 DEBE ser compatible con las versiones anteriores y subsiguientes de los equipos construidos de conformidad con las Recomendaciones anteriores. Los CM conformes a DOCSIS 3.0 DEBEN interfuncionar sin solución de continuidad con los CMTS conformes a DOCSIS 2.0 y DOCSIS 1.x, aunque fuese en modo 2.0 o 1.x, según el caso. Los CMTS conformes a DOCSIS 3.0 DEBEN soportar sin solución de continuidad los CM conformes a DOCSIS 2.0 y DOCSIS 1.x.

1.2.5 Arquitectura de referencia

En la Figura 1-3 se muestra la arquitectura de referencia de los servicios e interfaces de datos por cable.



NOTA – Las zonas sombreadas indican funcionalidades conexas, pero quedan fuera del alcance de esta Recomendación.

Figura 1-3 – Arquitectura de referencia del sistema de datos por cable

1.2.6 Recomendaciones DOCSIS 3.0

En el Cuadro 1-1 se enumeran las Recomendaciones de la serie sobre DOCSIS 3.0.

Cuadro 1-1 – Serie de Recomendaciones sobre DOCSIS 3.0

Signatura	Título
J.222.1	Sistemas de transmisión de tercera generación para servicios interactivos de televisión por cable – Módems de cable IP: Especificación de capa física
J.222.2	Sistemas de transmisión de tercera generación para servicios interactivos de televisión por cable – Módems de cable IP: Protocolos de control de acceso al medio y de capas superiores
SCTE 135-4	Operations Support System Interface Specification
J.222.3	Sistemas de transmisión de tercera generación para servicios interactivos de televisión por cable – Módems de cable IP: Servicios de seguridad

En esta Recomendación se define la interfaz de capa física.

2 Referencias

2.1 Referencias normativas

Las siguientes disposiciones del UIT-T y otras referencias contienen disposiciones que, mediante su referencia en este texto, constituyen disposiciones de la presente Recomendación. Al efectuar esta publicación estaban en vigor las ediciones indicadas. Todas las Recomendaciones y otras referencias son objeto de revisiones, por lo que se preconiza que los usuarios de esta Recomendación investiguen la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las Recomendaciones y otras referencias citadas a continuación. Se publica periódicamente una lista de las Recomendaciones UIT-T actualmente vigentes. En esta Recomendación, la referencia a un documento, en tanto que autónomo no le otorga el rango de una Recomendación.

- [UIT-T H.222.0] Recomendación UIT-T H.222.0 (2006) | ISO/CEI 13818-1:2007, *Tecnología de la información – Codificación genérica de imágenes en movimiento e información de audio asociada: Sistemas*.
- [UIT-T J.83-B] Anexo B de la Recomendación UIT-T J.83 (1997), *Sistemas digitales multiprogramas para servicios de televisión, sonido y datos de distribución por cable, Anexo B – Sistema digital multiprogramas B*.
- [UIT-T J.83-C] Anexo C de la Recomendación UIT-T J.83 (1997), *Sistemas digitales multiprogramas para servicios de televisión, sonido y datos de distribución por cable, Anexo C – Sistema digital multiprograma C*.
- [UIT-T J.122] Recomendación UIT-T J.122 (2002), *Sistemas de transmisión de la segunda generación para servicios interactivos de televisión por cable – Módems de cable para protocolo Internet*.
- [UIT-T J.210] Recomendación UIT-T J.210 (2006), *Interfaz de radiofrecuencia en sentido descendente para sistemas de terminación de módem de cable*.
- [UIT-T J.222.2] Recomendación UIT-T J.222.2 (2007), *Sistemas de transmisión de tercera generación para servicios interactivos de televisión por cable – Módems de cable IP: Protocolos de control de acceso al medio y de capas superiores*.
- [ETSI EN 300 429] ETSI EN 300 429 V1.2.1 (1998), *Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for cable systems*.
- [CEI 61169-24] CEI 61169-24 (2001), *Radio-frequency connectors – Part 24: Sectional specification – Radio frequency coaxial connectors with screw coupling, typically for use in 75 ohm cable distribution systems (type F)*.
- [SCTE 02] ANSI/SCTE 02 (2006), *Specification for "F" Port, Female, Indoor*.
- [SCTE 135-4] SCTE 135-4 (2007), *DOCSIS 3.0 Part 4: Operations Support System Interface*.

2.2 Referencias informativas

- [UIT-T J.214] Recomendación UIT-T J.214 (2007), *Interfaz para emular la multiplexación por división en el tiempo de CableModem*.
- [Artículo 23/26] Artículos 23 y 26, *Reglamentación para la aplicación de la Ley de radiodifusión de televisión por cable*, Ministerio de Interior y Comunicaciones, Japón.
- [CableLabs1] *Digital Transmission Characterization of Cable Television Systems*, Cable Television Laboratories, Inc., noviembre de 1994.

- [CEA-542-B] CEA-542-B: *CEA Standard: Cable Television Channel Identification Plan*, julio de 2003.
- [ETSI EG 201 212] ETSI EG 201 212 V1.2.1 (1998), *Electrical safety; Classification of interfaces for equipment to be connected to telecommunication networks*.
- [EN 50083-1] CENELEC EN 50083-1:1993, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 1: Safety requirements*.
- [EN 50083-2] CENELEC EN 50083-2:2006, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 2: Electromagnetic compatibility for equipment*.
- [EN 50083-7] CENELEC EN 50083-7:1996, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 7: System performance*.
- [EN 50083-10] CENELEC EN 50083-10:2002, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 10: System performance for return paths*.
- [EN 60950-1] CENELEC EN 60950-1:2002, *Information technology equipment – Safety – Part 1: General requirements*.
- [EN 61000-6-1] CENELEC EN 61000-6-1:2007, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-1: Generic standards – Immunity for residential, commercial and light-industrial environments*.
- [EN 61000-6-3] CENELEC EN 61000-6-3:2007, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-3: Generic standards – Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments*.
- [NCTA] *NCTA Recommended Practices for measurements on Cable Television Systems*, National Cable and Telecommunications Association, Washington DC, 2ª edición, revisada en octubre de 1993.

2.3 Obtención de referencias

Cable Television Laboratories, Inc., <http://www.cablelabs.com/>

CENELEC: Comité Europeo de Normalización Electrotécnica, <http://www.cenelec.org>

EIA: Alianza de Industrias Electrónicas, http://www.eia.org/new_contact/

ETSI: Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones, http://www.etsi.org/services_products/freestandard/home.htm

Grupo de Tareas sobre Ingeniería de Internet (IETF), <http://www.ietf.org/>

ISO: Organización Internacional de Normalización (ISO), <http://www.iso.org/iso/en/xsite/contact/contact.html>

UIT: Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), <http://www.itu.int/home/contact/index.html>

3 Definiciones

En esta Recomendación se definen los términos siguientes:

3.1 códigos activos: conjunto de códigos de ensanche que transmiten información en un S-CDMA en sentido ascendente. El conjunto complementario, los códigos no utilizados, están en reposo y no se transmiten. La reducción del número de códigos activos por debajo del valor máximo de 128 puede ofrecer ventajas entre las que se cuenta un funcionamiento más robusto en presencia de ruido de color.

- 3.2 atribución:** grupo de miniintervalos contiguos en un mapa de atribución de ancho de banda, que proporciona una sola oportunidad de transmitir.
- 3.3 mapa de atribución de ancho de banda (MAP, *bandwidth allocation map*):** mensaje de gestión MAC que el CMTS utiliza para atribuir oportunidades de transmisión a los módems de cable.
- 3.4 ancho de banda de detección (CBW, *capture bandwidth*):** la suma de bandas de sintonización de la lista TB, en MHz.
- 3.5 agrupación de canales:** proceso lógico que combina los paquetes de datos recibidos por múltiples canales independientes en un tren de datos de mayor velocidad. La agrupación de canales puede efectuarse independientemente en los canales ascendentes o descendentes.
- 3.6 módulo desmodulador:** entidad física del CM que desmodula un bloque de uno o más canales contiguos de un único ancho de banda (6 MHz o 8 MHz) en la salida de un único sintonizador.
- 3.7 DOCSIS 1.x:** abreviatura de "DOCSIS 1.0 o 1.1". DOCSIS significa especificaciones de interfaz del servicio de datos por cable.
- 3.8 gama de frecuencias en sentido ascendente ampliada:** gama de frecuencias en sentido ascendente facultativa por la que un CM puede transmitir. En la opción tecnológica que utiliza la canalización descendente de 6 MHz, la gama es 5-85 MHz. Para la opción tecnológica que utiliza la canalización descendente de 8 MHz no se ha definido una gama de frecuencias en sentido ascendente ampliada.
- 3.9 código de utilización de intervalo (IUC, *interval usage code*):** campo de MAP y UCD utilizado para vincular los perfiles de ráfaga a las concesiones.
- 3.10 máximo número de canales agrupados en sentido descendente (MDBC, *maximum downstream bonded channels*):** máximo número de canales agrupados en sentido descendente que soporta el módem de cable (véase agrupación de canales).
- 3.11 número de códigos atribuidos:** número total de códigos utilizados por un solo CM en una sola trama S-CDMA. Este número se determina por el tamaño de las concesiones en miniintervalos y la correspondencia de estos miniintervalos a tramas S-CDMA (téngase en cuenta que un CM puede recibir múltiples concesiones que se hacen corresponder a una misma trama S-CDMA). El número de códigos atribuidos puede estar en la gama comprendida entre el número de códigos por miniintervalo y el número de códigos activos, y puede variar de una trama a otra, pero es constante en una trama S-CDMA.
- 3.12 trama S-CDMA:** representación de miniintervalos en dos dimensiones: códigos y tiempo. Una trama S-CDMA está compuesta de p códigos activos en la dimensión códigos y K intervalos de ensanche en la dimensión tiempo. Dentro de la trama S-CDMA, el número de miniintervalos se determina por el número de códigos por miniintervalo, y el número de códigos activos en la trama S-CDMA. Cada trama S-CDMA contiene por tanto s miniintervalos, donde $s = p/c$, y cada miniintervalo contiene $c * K$ símbolos (QAM) de información.
- 3.13 subtrama S-CDMA:** subtrama, menor en la dimensión vertical de una trama S-CDMA a través del cual se efectúa el entrelazado, donde la dimensión vertical es R' códigos, siendo $R' \leq p$ (el número de códigos activos). Generalmente una subtrama se utiliza para obligar a que el tamaño de la región de entrelazado sea similar al de la palabra de código Reed-Solomon a fin de dar protección contra el ruido impulsivo.
- 3.14 códigos activos seleccionables (SAC, *selectable active codes*):** metodología para determinar el conjunto de códigos activos y su complemento, el conjunto de códigos no utilizados. En el SAC modo 1, no se utiliza un conjunto de códigos consecutivos que empiezan por 0. En el SAC modo 2, los códigos activos pueden seleccionarse con una cadena de 128 bits.

3.15 símbolo de ensanche: a la salida del ensanchador, un grupo de 128 chips que forma un solo código de ensanche S-CDMA, y es el resultado de ensanchar un solo símbolo de información (constelación QAM), se designa por "símbolo de ensanche".

3.16 ráfaga S-CDMA con ensanchador desactivado: transmisión desde un solo CM en una trama con ensanchador desactivado por un canal S-CDMA definida por el tiempo que transcurre desde que el transmisor del CM conmuta a activado hasta que conmuta a desactivado. Generalmente en una trama con ensanchador desactivado se producen varias ráfagas con ensanchador desactivado.

3.17 trama S-CDMA con ensanchador desactivado: miniintervalos TDMA en un canal SCDMA en el que el ensanchador está desactivado. Se diferencian de las ráfagas TDMA en un canal TDMA en que, por ejemplo, el número de miniintervalos por trama en ráfaga S-CDMA con ensanchador desactivado está obligado a ser el mismo número que el de los miniintervalos una o más tramas S-CDMA con ensanchador activado. Este número de miniintervalos será menor que el número de miniintervalos TDMA en un canal TDMA a través del mismo intervalo de tiempo si el número de códigos activos es sensiblemente menor que 128.

3.18 códigos de ensanche: familia de palabras código digitales ortogonales utilizadas en la modulación de espectro ensanchado y secuencia directa S-CDMA.

3.19 intervalo de ensanche: el periodo de un símbolo de ensanche (128 chips) se denomina "intervalo de ensanche".

3.20 gama de frecuencias en sentido ascendente normal: la gama de frecuencias en sentido ascendente por la que un CM puede transmitir. En la opción tecnológica que utiliza la canalización descendente de 6 MHz esta gama es 5-42 MHz. En la opción tecnológica que utiliza la canalización descendente de 8 MHz la gama es 5-65 MHz.

3.21 acceso múltiple por división de código síncrono (S-CDMA, *synchronous-code division multiple access*): tecnología de capa física de acceso múltiple donde los distintos transmisores pueden compartir simultáneamente un canal. Las transmisiones individuales se diferencian asignando a cada una de ellas un "código" ortogonal. La ortogonalidad se mantiene sincronizando precisamente todos los transmisores entre ellos.

3.22 pulso: intervalos de 6,25 μ s que sirven de referencia para la definición de miniintervalo en sentido ascendente y el tiempo de transmisión en sentido ascendente.

3.23 descriptor de canal en sentido ascendente (UCD, *upstream channel descriptor*): el mensaje de gestión MAC utilizado para comunicar las características de la capa física en sentido ascendente hacia los módems de cable.

4 Abreviaturas, acrónimos y convenios

4.1 Abreviaturas y acrónimos

En esta Recomendación se utilizan las siguientes abreviaturas:

AWGN	Ruido gaussiano blanco aditivo (<i>additive white gaussian noise</i>)
BER	Tasa de errores en los bits (<i>bit error rate</i>)
CBW	Ancho de banda de detección (<i>capture bandwidth</i>)
CEM	Compatibilidad electromagnética
CL	CableLabs
CM	Módem de cable (<i>cable modem</i>)
CMTS	Sistema de terminación de módem de cable (<i>cable modem termination system</i>)
C/N o CNR	Relación portadora/ruido (<i>carrier-to-noise ratio</i>)

CPE	Equipo en las instalaciones del cliente (<i>customer premises equipment</i>)
CRC	Verificación por redundancia cíclica (<i>cyclic redundancy check</i>)
CSO	Batido compuesto de segundo orden (<i>composite second order beat</i>)
CTB	Batido compuesto triple (<i>composite triple beat</i>)
CW	Onda continua (<i>continuous wave</i>)
dBc	Decibelios relativos a la potencia de la portadora (<i>decibels relative to carrier power</i>)
DBC-REQ	Mensaje MAC solicitud cambio de agrupación dinámica (<i>dynamic bonding change request MAC message</i>)
DHCP	Protocolo dinámico de configuración de anfitrión (<i>dynamic host configuration protocol</i>)
DOCSIS 1.x	Especificación de interfaz del servicio de datos por cable, versión 1.0 o 1.1 (<i>data-over-cable service interface specification version 1.0 or 1.1</i>)
DOCSIS	Especificación de interfaz del servicio de datos por cable (<i>data-over-cable service interface specification</i>)
DRFI	Interfaz de radiofrecuencias en sentido descendente (<i>downstream radio frequency interface</i>)
DRW	Ventana de gama dinámica (<i>dynamic range window</i>)
DS	Descendente (<i>downstream</i>)
DTI	Interfaz de temporización DOCSIS (<i>DOCSIS timing interface</i>)
EC	Errores corregidos (<i>errors corrected</i>)
EU	Errores incorregibles (<i>errors uncorrectable</i>)
FC	Control de trama (<i>frame control</i>)
FCC	Comisión Federal de Comunicaciones (<i>federal communications commission</i>)
FDMA	Acceso múltiple por división de frecuencia (<i>frequency division multiple access</i>)
FEC	Corrección de errores en destino (<i>forward error correction</i>)
FM	Modulación en frecuencia (<i>frequency modulation</i>)
GF	Campo de Galois (<i>galois field</i>)
HFC	Sistema híbrido fibra/coaxial (<i>hybrid fibre/coax system</i>)
HRC	Portadora relacionada con armónicos (<i>harmonic related carriers</i>)
I	Componente de modulación en fase (<i>in-phase modulation component</i>)
ICMP	Protocolo de mensajes de control Internet (<i>Internet control message protocol</i>)
IE	Elemento de información (<i>information element</i>)
IP	Protocolo Internet (<i>Internet protocol</i>)
IPDR	Registro de datos del protocolo Internet (<i>Internet protocol detail record</i>)
IPv4	Protocolo Internet versión 4 (<i>Internet protocol version 4</i>)
IPv6	Protocolo Internet versión 6 (<i>Internet protocol version 6</i>)
IRC	Portadoras incrementales relacionadas (<i>incremental related carriers</i>)

IUC	Código de utilización de intervalo (<i>interval usage code</i>)
LAN	Red de área local (<i>local area network</i>)
LFSR	Registro de desplazamiento con realimentación lineal (<i>linear feedback shift register</i>)
LLC	Control de enlace lógico (<i>logical link control</i>)
LSB	Bit menos significativo (<i>least significant bit</i>)
M/N	Relación entre los números enteros M,N que representa la relación entre la velocidad del reloj de símbolos descendentes y la velocidad del reloj maestro DOCSIS
MAC	Control de acceso a medios (<i>media access control</i>)
M-CMTS	Sistema de terminación de módem de cable modular (<i>modular cable modem termination system</i>)
MDBC	Máximo número de canales agrupados en sentido descendente (<i>maximum downstream bonded channels</i>)
MER	Tasa de errores de modulación (<i>modulation error ratio</i>)
MIB	Base de información de gestión (<i>management information base</i>)
MPEG	Grupo de Expertos en Imágenes en Movimiento (<i>moving picture experts group</i>)
MSB	Bit más significativo (<i>most significant bit</i>)
MSC	Máximo número de códigos previstos (<i>maximum scheduled codes</i>)
MTC	Canal de transmisión múltiple (<i>multiple transmit channel</i>)
MULPI	Interfaz de los protocolos MAC y de capas superiores (<i>MAC and upper layer protocols interface</i>)
N _a	Número de códigos activos (<i>number of active codes</i>)
NACO	Objeto de control de acceso a red (<i>network access control object</i>)
NCTA	National Cable and Telecommunications Association
NMS	Sistema de gestión de red (<i>network management system</i>)
NTSC	National Television Systems Committee
OCAP	Open Cable Application Platform
OSI	Interconexión de sistemas abiertos (<i>open systems interconnection</i>)
PAL	Línea con alternancia de fase (<i>phase alternating line</i>)
PAR	Relación cresta-media (<i>peak to average ratio</i>)
PDU	Unidad de datos de protocolo (<i>protocol data unit</i>)
PHY	Capa física (<i>physical layer</i>)
PLL	Bucle enganchado en fase (<i>phase locked loop</i>)
PMD	Subcapa dependiente de medios físicos (<i>physical media dependent sublayer</i>)
PRS	Fuente de referencia primaria (<i>primary reference source</i>)
Q	Componente modulación en cuadratura (<i>quadrature modulation component</i>)
QAM	Modulación de amplitud en cuadratura (<i>quadrature amplitude modulation</i>)

QPSK	Modulación por desplazamiento de fase en cuadratura (<i>quadrature phase-shift keying</i>)
RCC	Configuración del canal receptor (<i>receive channel configuration</i>)
RCP	Perfil del canal receptor (<i>receive channel profile</i>)
REG-REQ	Mensaje MAC solicitud de registro (<i>registration request MAC message</i>)
RF	Radiofrecuencia
RFI	Interfaz de radiofrecuencia (<i>radio frequency interface</i>)
RM	Módulo receptor (<i>receive module</i>)
RMS	Valor cuadrático medio (<i>root mean square</i>)
RNG-RSP	Mensaje MAC respuesta de alineación (<i>ranging response MAC message</i>)
R-S	Reed Solomon
SAC	Códigos activos seleccionables (<i>selectable active codes</i>)
S-CDMA	Acceso múltiple por división de código síncrono (<i>synchronous-code division multiple access</i>)
SCTE	Sociedad de Ingenieros de Telecomunicaciones por Cable (<i>society of cable telecommunications engineers</i>)
SECAM	Color secuencial con memoria (<i>séquence couleur avec mémoire</i>)
SID	Identificador de servicio (<i>service identifier</i>)
SNMP	Protocolo de gestión de red simple (<i>simple network management protocol</i>)
STD	Plan de canales normalizado (<i>standard channel plan</i>)
TB	Banda de sintonización (<i>tuning band</i>)
TCM	Modulación de código reticular (<i>trellis code modulation</i>)
TCS	Conjunto de canales de transmisión (<i>transmit channel set</i>)
TDM	Multiplexación por división en el tiempo (<i>time division multiplexing</i>)
TDMA	Acceso múltiple por división en el tiempo (<i>time division multiple access</i>)
TE-CMTS	Emulación de multiplexación por división en el tiempo – sistema de terminación de módem de cable (<i>time division multiplexing emulation – cable modem termination system</i>)
TEI	Interfaz de emulación TDM (<i>TDM emulation interface</i>)
TLV	Tipo/longitud/valor
TSP	Procesador del servicio de multiplexación por división en el tiempo (<i>time division multiplexing service processor</i>)
UCD	Descriptor de canal en sentido ascendente (<i>upstream channel descriptor</i>)
UGS	Servicio de concesión no solicitada (<i>unsolicited grant service</i>)
XOR	O exclusivo (<i>exclusive or</i>)

4.2 Convenios

Las palabras clave que se utilizan en esta Recomendación con un significado preciso a este respecto se recapitulan a continuación:

"DEBE(N)"	Esta palabra significa que se trata de requisito absolutamente obligatorio en esta Recomendación.
"NO DEBE(N)"	Estas palabras significan que se trata de un aspecto, elemento o comportamiento que está absolutamente prohibido en esta Recomendación.
"DEBERÍA(N)"	Esta palabra significa que, en determinadas circunstancias, pueden existir razones válidas para no tener en cuenta este elemento, pero que, antes de tomar tal decisión, se deben comprender y analizar a fondo todas las implicaciones.
"NO DEBERÍA(N)"	Estas palabras significan que, en determinadas circunstancias, pueden existir razones válidas para tener en cuenta o aplicar un determinado aspecto, elemento o comportamiento por considerarlo aceptable, o incluso útil, pero que, antes de tomar tal decisión, se deben comprender y analizar a fondo todas las implicaciones.
"PUEDE(N)"	Esta palabra significa que se trata de un elemento verdaderamente facultativo. Por ejemplo, un suministrador puede optar por incluir un elemento porque se requiere en un mercado dado, o porque realza el producto, mientras que otro suministrador puede no incluirlo.

Esta Recomendación define muchas características y parámetros, y generalmente se especifica una gama válida de valores para cada parámetro. Los requisitos aplicables al equipo (módem de cable (CM) y sistema de terminación de módem de cable (CMTS) siempre se formulan expresamente. Un equipo tiene que cumplir todos los requisitos obligatorios (requisitos expresados con las palabras DEBE y NO DEBE) para que pueda considerarse que es conforme con esta Recomendación. El soporte de características y valores de parámetros no obligatorios es facultativo.

En esta Recomendación se ha observado el siguiente convenio sobre la representación de los campos de bits en las figuras. Para interpretar un campo de bits, su representación en la figura debe leerse primero de izquierda a derecha y después de arriba a abajo, siendo el bit más significativo (MSB) el primer bit así leído y el bit menos significativo (LSB) el último bit así leído.

5 Supuestos relativos al funcionamiento

En esta cláusula se describen las características de una planta de televisión por cable supuesta para el funcionamiento de un sistema de datos por cable. No se describen los parámetros del CMTS ni del CM. El sistema de datos por cable DEBE ser interoperable dentro del entorno descrito en esta cláusula.

Cuando una referencia en esta cláusula a planes de frecuencia o compatibilidad con otros servicios esté en contradicción con cualquier requisito de orden legal relativo al funcionamiento, prevalecerá este requisito. Una referencia a señales analógicas del National Television Systems Committee (NTSC) en canales de 6 MHz no implica la presencia física de tales señales.

5.1 Supuestos relativos al equipo

5.1.1 Plan de frecuencias

En sentido descendente se supone que el sistema de cable tiene una banda de paso cuya frecuencia inferior es de 54 MHz o 108 MHz, y cuya frecuencia superior depende de la implementación pero suele estar comprendida entre 300 y 1 002 MHz. Dentro de esa banda de paso, se supone que en los planes de frecuencias HRC o IRC normalizados de [CEA-542-B] están presentes señales de televisión analógicas NTSC en canales de 6 MHz, así como otras señales digitales de banda estrecha o de banda ancha.

En sentido ascendente, el sistema de cable puede tener una banda de paso de 5-30 MHz, 5-42 MHz o 5-85 MHz. Pueden estar presentes señales analógicas de televisión NTSC en canales de 6 MHz, así como otras señales.

5.1.2 Compatibilidad con otros servicios

El CM y el CMTS DEBEN coexistir con cualquier otro servicio en la red de cable.

En particular:

- CM y CMTS DEBEN ser interoperables en el espectro de cable asignado para el interfuncionamiento CMTS-CM mientras que el balance del espectro del cable es ocupado por cualquier combinación de señales de televisión y otras señales; y
- CM y CMTS NO DEBEN causar interferencia perjudicial a ningún otro servicio asignado a la red de cable en frecuencias fuera de las atribuidas al CMTS.

Se entiende por interferencia perjudicial:

- una degradación mensurable (máximo nivel de compatibilidad);
- una degradación inferior al nivel perceptible de los factores de degradación en todos los servicios (nivel estándar o nivel medio de compatibilidad); o
- una degradación inferior a la prescrita en las normas mínimas aceptadas por la industria (por ejemplo, FCC para servicios de vídeo analógico) o por otro proveedor de servicio (nivel mínimo de compatibilidad).

5.1.3 Efecto del aislamiento de averías en otros usuarios

Como las transmisiones CMTS se hacen por un sistema punto a multipunto que constituye un medio compartido, los procedimientos de aislamiento de averías deben tener en cuenta el posible efecto perjudicial de las averías y de los procedimientos de aislamiento de averías en muchos de los usuarios de los servicios de datos por cable y otros servicios.

Para la interpretación de la expresión efecto perjudicial, véase la cláusula 5.1.2.

5.1.4 Dispositivos terminales del sistema de cable

El CM DEBE cumplir y, de preferencia superar, todos los reglamentos nacionales aplicables a los dispositivos de terminación de sistema de cable y a los equipos de consumidor previstos para uso en sistemas de cable. Los requisitos establecidos a nivel nacional no podrán hacerse valer para atenuar las especificaciones establecidas en la presente Recomendación.

5.2 Supuestos relativos a los canales de radiofrecuencia

El sistema de datos por cable, configurado con al menos un conjunto de parámetros de capa física (por ejemplo, modulación, profundidad del intercalador, etc.) definidos en la gama de valores de parámetros de configuración especificada en esta Recomendación, DEBE ser interoperable en redes de cable que tengan las características definidas en esta cláusula, de tal manera que el comportamiento desde el punto de vista de la corrección intrínseca de errores de un sistema de cable con características de canal degradadas y el de un sistema con características de canal no degradadas sean equivalentes, como se describe más adelante.

5.2.1 Transmisión en sentido descendente

Las características de transmisión de los canales de radiofrecuencia de la red de cable en el sentido descendente se describen en el Cuadro 5-1. Estos valores presuponen una potencia media total de la señal digital en un ancho de banda de canal de 6 MHz para niveles de portadora, salvo indicación contraria. Los valores indicados en el Cuadro 5-1 para los niveles de degradación son valores de potencia media en un ancho de banda en el que los niveles de degradación se miden de una manera estándar para sistemas de televisión por cable. Los valores indicados en el Cuadro 5-1 para los niveles de las señales analógicas son valores de cresta de la potencia de envoltorio en un ancho de banda de canal de 6 MHz. Todas las condiciones se aplican concurrentemente. Ninguna combinación de los siguientes parámetros excederá ningún límite indicado para una interfaz, definido en cualquier otro lugar en esta Recomendación.

Cuadro 5-1 – Características de transmisión supuestas de los canales de radiofrecuencia en sentido descendente

Parámetro	Valor
Gama de frecuencias	La gama normal de frecuencias operativas en sentido descendente de un sistema de cable está comprendida entre 50 MHz y una frecuencia de hasta 1 002 MHz. Sin embargo, los valores indicados en este cuadro sólo son aplicables a frecuencias ≥ 108 MHz (incluidos los modos anteriores a DOCSIS 3.0).
Espaciamiento de canales RF (ancho de banda de diseño)	6 MHz
Retardo de tránsito de la cabecera al cliente más distante	$\leq 0,800$ ms (suele ser muy inferior)
Relación portadora/ruido en una banda de 6 MHz	No inferior a 35 dB ^{1,2}
Relación de portadora/distorsión por batido compuesto triple	No inferior a 41 dB ^{1,2}
Relación de portadora/distorsión compuesta de segundo orden	No inferior a 41 dB ^{1,2}
Relación portadora/transmodulación	No inferior a 41 dB ^{1,2}
Relación portadora/cualquier señal discreta interferente (ingreso)	No inferior a 41 dB ^{1,2}
Rizado de la amplitud	3 dB en el ancho de banda de diseño ¹
Rizado del retardo de grupo en el espectro ocupado por el CMTS	75 ns en el ancho de banda de diseño ¹

Cuadro 5-1 – Características de transmisión supuestas de los canales de radiofrecuencia en sentido descendente

Parámetro	Valor
Límite de microrreflexiones para eco dominante	-10 dBc @ $\leq 0,5 \mu\text{s}$, -15 dBc @ $\leq 1,0 \mu\text{s}$ -20 dBc @ $\leq 1,5 \mu\text{s}$ -30 dBc @ $> 1,5 \mu\text{s}$ ¹
Modulación de la portadora por zumbido	No superior a -26 dBc (5%) ¹
Ruido en ráfaga	Duración de no más de 25 μs a una velocidad media de 10 Hz ¹
Máximo nivel de la portadora analógica de vídeo a la entrada del CM	17 dBmV
Máximo número de portadoras analógicas	121
¹ Métodos de medición definidos en [NCTA] o [CableLabs1]. ² Medida con relación a la señal QAM, cuyo nivel es igual al nivel nominal de la señal de vídeo en la planta.	

5.2.2 Transmisión en sentido ascendente

Las características de transmisión de los canales de radiofrecuencia de la red de cable en sentido ascendente se describen en el Cuadro 5-2. Ninguna combinación de los siguientes parámetros excederá ninguno de los límites indicados para una interfaz, definidos en cualquier otro lugar en esta Recomendación. La transmisión se efectúa desde la salida del CM en los locales del cliente a la cabecera.

Cuadro 5-2 – Características de transmisión supuestas de los canales de radiofrecuencia en sentido ascendente

Parámetro	Valor
Gama de frecuencias	De 5 a 42 MHz o 5 a 85 MHz de borde a borde
Retardo de tránsito desde la cabecera al cliente más distante	$\leq 0,800$ ms (suele ser muy inferior)
Relación portadora/interferencia más ingreso (la suma de ruido, distorsión, distorsión de trayecto común y transmodulación y la suma de señales de ingreso discretas y de banda ancha, excluido el ruido impulsivo)	No inferior a 25 dB ¹
Modulación de la portadora por el zumbido	No superior a -23 dBc (7,0%)
Ruido en ráfaga	Duración de no más de 10 μs a una velocidad promedio de 1 kHz en la mayoría de los casos ^{2,3}
Rizado de la amplitud en la gama de frecuencias operativa en sentido ascendente	0,5 dB/MHz
Rizado del retardo de grupo en la gama de frecuencias operativa en sentido ascendente	200 ns/MHz

Cuadro 5-2 – Características de transmisión supuestas de los canales de radiofrecuencia en sentido ascendente

Parámetro	Valor
Microrreflexiones – eco simple	-10 dBc @ $\leq 0,5 \mu s$ -20 dBc @ $\leq 1,0 \mu s$ -30 dBc @ $> 1,0 \mu s$
Variación de la ganancia (pérdida) inversa estacional y diaria	No mayor que 14 dB entre la mínima y la máxima
¹ Pueden utilizarse técnicas de exclusión o tolerancia de señales de ingreso para asegurar el funcionamiento correcto en presencia de señales de ingreso discretas de hasta 10 dBc. Los valores de las relaciones sólo se garantizan en los canales con portadoras digitales. ² Características de amplitud y frecuencia suficientemente fuertes para enmascarar total o parcialmente la portadora de datos. ³ Niveles de ruido impulsivo más prevalecientes en frecuencias más bajas (< 15 MHz).	

5.2.2.1 Disponibilidad

La disponibilidad típica de una red de cable es considerablemente mayor que el 99%.

5.3 Niveles de transmisión

El nivel de potencia nominal de la(s) señal(es) del CM será lo más bajo posible, pero deberá ser suficiente para alcanzar el margen requerido por encima del ruido y la interferencia. Al fijar los niveles de señal en sentido ascendente se utiliza comúnmente una carga de potencia uniforme por ancho de banda unitario, y el operador de la red de cable establece niveles específicos para obtener las relaciones portadora/ruido y portadora/interferencia requeridas.

5.4 Inversión de frecuencia

No habrá inversión de frecuencia en el trayecto de transmisión, tanto en sentido descendente como ascendente, es decir, un cambio positivo de la frecuencia en la entrada de la red de cable producirá un cambio positivo de la frecuencia en la salida.

6 Especificación de la subcapa dependiente del medio físico

6.1 Alcance

Esta cláusula se aplica a la primera opción de tecnología a que se hace referencia en la cláusula 1.1. Para la segunda y tercera opciones, véanse los Anexos B y D, respectivamente.

Esta Recomendación define las características eléctricas y las operaciones de procesamiento de señales en el módem de cable (CM) y en el sistema de terminación de módem de cable (CMTS). La Recomendación tiene por finalidad definir unos CM y CMTS interoperables de manera que cualquier implementación de un CM pueda funcionar con cualquier CMTS. No presupone una implementación específica.

6.2 Sentido ascendente

6.2.1 Visión general

La subcapa dependiente del medio físico (PMD) en sentido ascendente utiliza un formato de tipo ráfaga FDMA/TDMA (aquí denominado modo TDMA) o FDMA/TDMA/S-CDMA (aquí denominado S-CDMA), que proporciona seis velocidades de modulación y múltiples formatos de modulación. La utilización del modo TDMA o S-CDMA la configura el CMTS mediante mensajes MAC.

Acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA, *frequency division multiple access*) indica que múltiples canales RF se asignan en la banda para la transmisión en sentido ascendente. Un CM transmite por uno o varios canales RF y puede reconfigurarse para cambiar canales.

Un CM DEBE soportar, como mínimo, cuatro canales en sentido ascendente activos (denominados conjunto de canales de transmisión de ese CM).

El CM comunica su capacidad máxima de canales en sentido ascendente, así como otras características de su capacidad, al CMTS (cláusula 6.2.25).

El CM DEBE poder funcionar en cada canal del conjunto de canales de transmisión simultáneamente y en cualquier punto de la banda ascendente con sujeción a las restricciones de potencia de transmisión de los canales y a la reconfiguración de determinadas propiedades de la transmisión (véanse las cláusulas 6.2.19 y 6.2.20, y sus correspondientes subcláusulas). El CMTS DEBE poder asignar y recibir cada uno de los canales RF en cualquier punto de la banda ascendente. El CMTS DEBE configurar el número de canales asignados, la frecuencia central de los canales asignados y todos los demás atributos de canal. El CMTS PUEDE cambiar el número de canales asignados y sus atributos. Cada canal RF tiene su propio conjunto de parámetros de descriptor de canal en sentido ascendente (UCD, *upstream channel descriptor*), según se define en la cláusula 6.4.3 de [UIT-T J.222.2].

Acceso múltiple por división de tiempo (TDMA, *time division multiple access*) indica que la transmisión es, por naturaleza, en forma de ráfagas. Un canal RF dado es compartido por múltiples CM mediante la asignación dinámica de intervalos de tiempo. Acceso múltiple por división de código síncrono (S-CDMA, *synchronous code division multiple access*) indica que múltiples CM pueden transmitir simultáneamente en el mismo canal RF y durante el mismo intervalo de tiempo TDMA, al estar separados por códigos ortogonales diferentes.

En esta Recomendación se aplican los siguientes convenios. Para TDMA, el término "velocidad de modulación" se refiere a la velocidad de símbolos de canal RF (160 a 5 120 ksímbolo/s). Para S-CDMA, el término "velocidad de modulación" se refiere a la "velocidad de chip", que es la velocidad (1 280 a 5 120 kHz) de cada uno de los elementos (chips) del código de ensanche S-CDMA. La velocidad de modulación se expresa en "Hz" y denota el número de símbolos por segundo en modo TDMA o el número de chips por segundo en modo S-CDMA. El intervalo de modulación es el periodo de símbolo (modo TDMA) o el periodo de chip (modo S-CDMA) y es la inversa de la velocidad de modulación. A la salida del ensanchador, un grupo de 128 chips que forma un solo código de ensanche S-CDMA, y es el resultado de ensanchar un solo símbolo de información (constelación QAM), se designa por "símbolo de ensanche". El periodo de un símbolo de ensanche (128 chips) se designa por "intervalo de ensanche". Una "ráfaga" es una transmisión RF física que contiene un preámbulo y datos, y (cuando no existen ráfagas precedentes ni siguientes) presenta rampas ascendentes y descendentes de energía RF.

En algunos casos se utilizan ceros o unos lógicos para rellenar bloques de datos; esto indica datos con elementos binarios de valor cero o de valor uno, lo que da por resultado que se transmita una energía RF diferente de cero. En otro caso se utiliza un cero numérico; esto indica, por ejemplo, símbolos que dan por resultado la transmisión de una energía RF nula (habida cuenta de las rampas ascendentes y descendentes).

El formato de modulación incluye la conformación de impulsos con miras a la eficiencia espectral, es ágil en lo que respecta a la frecuencia portadora, y su nivel de potencia de salida es seleccionable.

Cada ráfaga permite un orden de modulación, velocidad de modulación, preámbulo, aleatorización de la cabida útil flexibles, y una codificación FEC programable.

Todos los parámetros de transmisión en sentido ascendente relacionados con salidas de transmisiones del CM en forma de ráfaga pueden ser configurados por el CMTS mediante mensajes MAC. Muchos de los parámetros son programables ráfaga por ráfaga.

La subcapa PMD puede soportar un modo de transmisión casi continua, en el que a la rampa descendente de una ráfaga PUEDE superponerse la rampa ascendente de la ráfaga siguiente, por lo que la envolvente transmitida nunca es nula. En modo TDMA, la temporización sistema de las transmisiones TDMA desde los diversos CM DEBE prever que el centro del último símbolo de una ráfaga y el centro del primer símbolo del preámbulo de la ráfaga inmediatamente siguiente estén separados por un lapso no menor que la duración de cinco símbolos. La banda de guarda DEBE ser mayor o igual que la duración de cinco símbolos más el máximo error de temporización. Tanto el CM como el CMTS contribuyen al error de temporización. Las características de la temporización del CM se especifican en la cláusula 6.2.20.1. El máximo error de temporización y la banda de guarda pueden variar en el caso de CMTS adquiridos de diferentes vendedores. El término tiempo de guarda se asemeja al de banda de guarda a excepción de que se mide desde el final del último símbolo de una ráfaga al principio del primer símbolo del preámbulo de la ráfaga inmediatamente posterior. Así, el tiempo de guarda es igual a la banda de guarda – 1.

Cuando se utiliza S-CDMA, la subcapa PMD también soporta un modo de transmisión síncrono en el que a la rampa descendente de una ráfaga PUEDE superponerse completamente la rampa ascendente de la ráfaga siguiente, por lo que la envolvente transmitida nunca es nula. No hay tiempo de guarda para la transmisión por canales S-CDMA. La temporización sistema de las transmisiones S-CDMA desde los diversos CM DEBEN proporcionar una exactitud de temporización adecuada, a fin de que CM diferentes no se interfieran sensiblemente unos a otros. El S-CDMA utiliza una sincronización precisa por lo que varios CM pueden transmitir simultáneamente.

El modulador en sentido ascendente forma parte del módem de cable que interconecta con la red de cable. Este modulador tiene la función modulación del nivel eléctrico y la función procesamiento de las señales digitales; esta última realiza la corrección intrínseca de errores, inserción de preámbulo, correspondencia de símbolos y otras operaciones de procesamiento.

En el desmodulador sucede lo mismo que en el modulador; hay dos funciones básicas: la función desmodulación y la función procesamiento de las señales. El desmodulador está emplazado en el CMTS y hay una función desmodulación (no necesariamente un desmodulador físico real) para cada frecuencia portadora que se está utilizando. La función desmodulación recibe todas las ráfagas a una frecuencia dada.

La función desmodulación del desmodulador acepta una señal de nivel variante centrada alrededor de un nivel de potencia gobernado, y realiza operaciones de temporización de símbolos y de recuperación y rastreo de portadora, recepción de ráfaga, y desmodulación. Además, la función desmodulación proporciona una estimación de la temporización de ráfaga con relación a un borde de referencia, una estimación de la potencia de señal recibida, puede proporcionar una estimación de la relación señal/ruido, y puede realizar igualación adaptativa para mitigar los efectos de:

- a) ecos en la planta de cable;
- b) ingreso en banda estrecha; y
- c) retardo de grupo.

La función procesamiento de las señales en el desmodulador realiza el procesamiento inverso de la función de procesamiento de las señales en el modulador. Incluye la aceptación del tren de datos en ráfaga desmodulados y la decodificación, etc. La función procesamiento de las señales también proporciona la referencia de temporización de borde y la señal de habilitación de la introducción por puerta al desmodulador para activar la recepción de ráfaga para cada intervalo de ráfaga asignado. La función procesamiento de las señales puede también proporcionar una indicación de decodificación realizada con éxito, decodificación realizada con error, o decodificación no realizada, para cada palabra de código, y el número de símbolos Reed-Solomon corregidos en cada palabra de código. Para cada ráfaga en sentido ascendente, el CMTS tiene un conocimiento previo de la longitud exacta de las ráfagas en los intervalos de modulación (véanse las cláusulas 6.2.5.1, 6.2.5.2, 6.2.6, 6.2.20, y la cláusula A.2, ID del servicio MAC, de [UIT-T J.222.2]).

6.2.2 Requisitos del procesamiento de las señales

El orden de procesamiento de las señales para cada tipo de paquete transmitido en ráfaga DEBE ser compatible con la secuencia mostrada en la Figura 6-1. En modo TDMA, el orden de procesamiento de las señales para cada tipo de paquete transmitido en ráfaga DEBE seguir el orden de los pasos indicados en la Figura 6-2. En modo S-CDMA, el orden de procesamiento de las señales para cada tipo de paquete transmitido en ráfaga DEBE seguir el orden de los pasos indicados en la Figura 6-3.

Los bloques utilizados únicamente en S-CDMA son el codificador TCM, el formador de tramas S-CDMA y el ensanchador S-CDMA. El codificador TCM se ocupa de la codificación de modulación en retícula de los símbolos de datos y se describe en la cláusula 6.2.9. El formador de tramas S-CDMA establece la correspondencia entre miniintervalos y recursos de código, intercala símbolos de datos y se describe en la cláusula 6.2.12.2. El ensanchador S-CDMA ensancha los símbolos en tramas S-CDMA para la transmisión y se describe en la cláusula 6.2.15, "Ensayador S-CDMA".

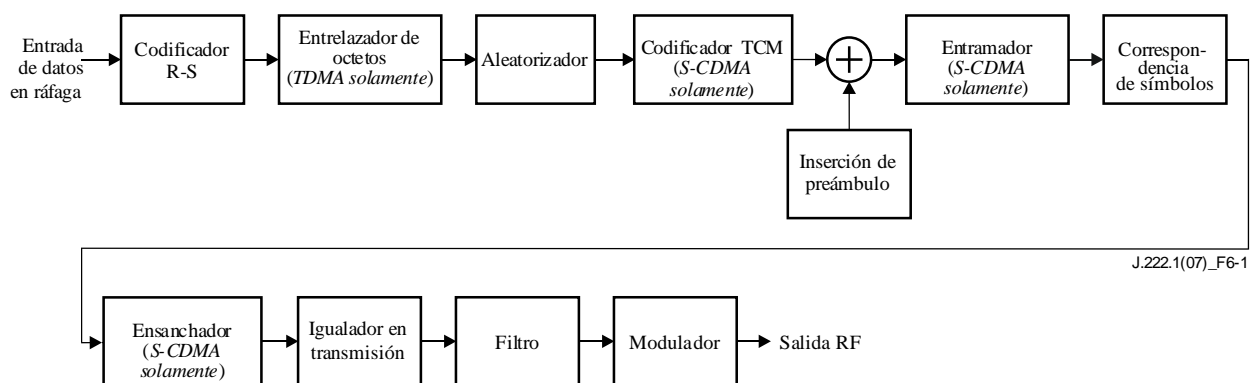


Figura 6-1 – Secuencia de procesamiento de las señales en sentido ascendente

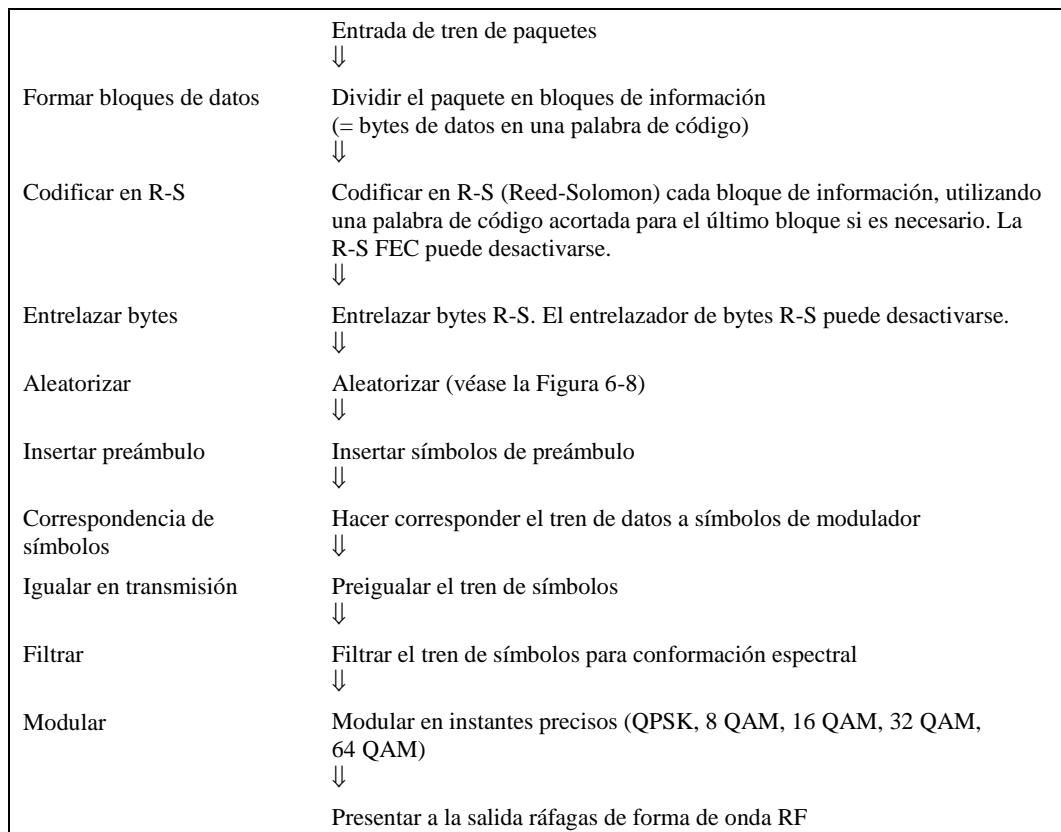


Figura 6-2 – Procesamiento de la transmisión en sentido ascendente en TDMA

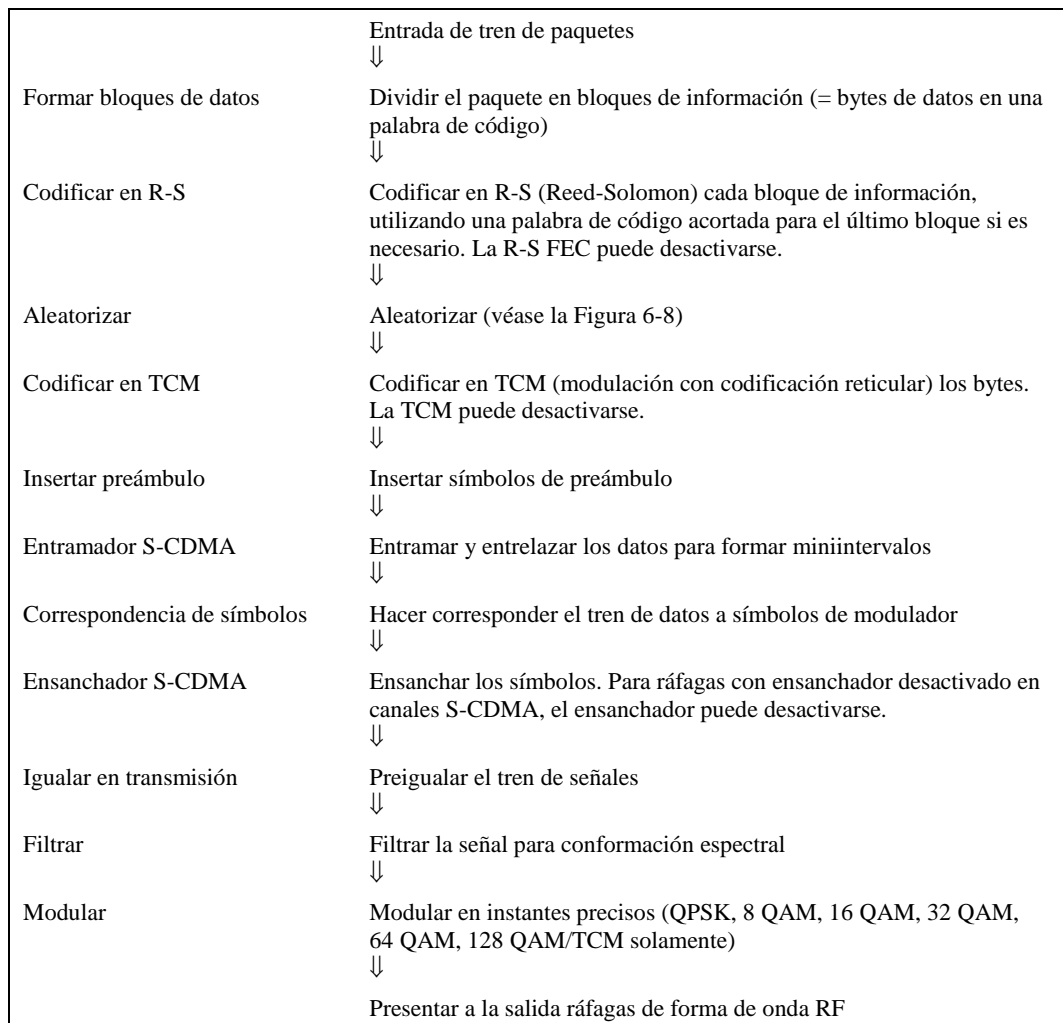


Figura 6-3 – Procesamiento de la transmisión en sentido ascendente en S-CDMA

6.2.3 Formatos de modulación

El modulador en sentido ascendente DEBE proporcionar modulaciones QPSK y 16 QAM con codificación diferencial para TDMA.

El modulador en sentido ascendente DEBE proporcionar modulaciones QPSK, 8 QAM, 16 QAM, 32 QAM, y 64 QAM para canales TDMA y S-CDMA.

El modulador en sentido ascendente DEBE proporcionar modulaciones QPSK, 8 QAM, 16 QAM, 32 QAM, 64 QAM y 128 QAM codificadas en TCM para canales S-CDMA.

El desmodulador de trenes en sentido ascendente PUEDE soportar modulación diferencial QPSK y 16 QAM para TDMA.

El desmodulador de trenes en sentido ascendente DEBE soportar modulaciones QPSK, 16 QAM, y 64 QAM para canales TDMA y S-CDMA.

El desmodulador en sentido ascendente PUEDE soportar modulaciones 8 QAM y 32 QAM para canales TDMA y S-CDMA.

El desmodulador en sentido ascendente PUEDE soportar modulaciones QPSK, 8 QAM, 16 QAM, 32 QAM, 64 QAM, 128 QAM codificadas en TCM para canales S-CDMA.

6.2.4 Codificación R-S

6.2.4.1 Modos de codificación R-S

El modulador en sentido ascendente DEBE poder seleccionar: códigos Reed-Solomon por GF(256) con $T = 1$ a 16 o ausencia de codificación Reed-Solomon.

El siguiente polinomio generador Reed-Solomon DEBE estar soportado:

$$g(x) = (x + \alpha^0)(x + \alpha^1)\dots(x + \alpha^{2T-1}) \text{ donde el elemento primitivo alfa es } 0x02 \text{ hex}$$

El siguiente polinomio primitivo Reed-Solomon DEBE estar soportado:

$$p(x) = x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$$

El modulador en sentido ascendente DEBE proporcionar palabras de código desde un tamaño mínimo de 18 bytes (16 bytes de información [k] más dos bytes de paridad para corrección de errores con $T = 1$) hasta un tamaño máximo de 255 bytes (bytes k más bytes de paridad). El tamaño mínimo de palabra no codificada DEBE ser un octeto.

En el modo última palabra acortada, el CM DEBE proporcionar la última palabra de una ráfaga, acortada con respecto a la longitud asignada de k bytes de datos por palabra de código, como se describe en las cláusulas 6.2.5.1.3 y 6.2.6.

El valor de T DEBE configurarse atendiendo al descriptor de canal en sentido ascendente procedente del CMTS.

6.2.4.2 Ordenación de bit a símbolo R-S

Desde el punto de vista lógico, la entrada del codificador Reed-Solomon es un tren de bits en serie procedente de la capa MAC del CM, y el primer bit del tren DEBE hacerse corresponder con el MSB del primer símbolo Reed-Solomon que entra en el codificador. El MSB del primer símbolo que sale del codificador DEBE hacerse corresponder con el primer bit introducido en el aleatorizador.

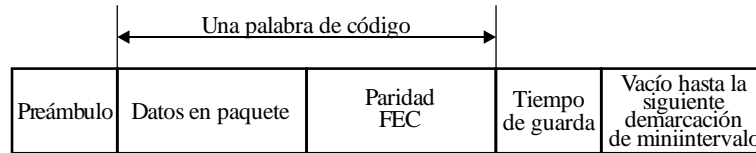
NOTA – El convenio relativo a los bytes MAC que forman un tren de bits en serie requiere que el LSB del octeto se haga corresponder con el primer bit del tren de bits en serie.

6.2.5 Estructura de trama R-S ascendente con modo canal de transmisión múltiple DOCSIS 3.0 activado

Esta cláusula se aplica a los CM que funcionan en modo canal de transmisión múltiple DOCSIS 3.0 en sentido ascendente.

La Figura 6-4 muestra dos ejemplos de la estructura de trama R-S: uno en el que la longitud de paquete es igual al número de bytes de información en una palabra de código, y otro en el que la longitud de paquete es mayor que el número de bytes de información en una palabra de código, pero menor que el número de bytes de información en dos palabras de código. El ejemplo 1 ilustra el modo palabra de código de longitud fija, y el ejemplo 2 ilustra el modo última palabra de código acortada. Estos modos se definen en la cláusula 6.2.5.1.

Ejemplo 1: Longitud de paquete = número de octetos de información en la palabra de código = k



Ejemplo 2: Longitud de paquete = k + octetos de información restantes en la 2ª palabra de código = k + k' ≤ k + k'' ≤ 2k

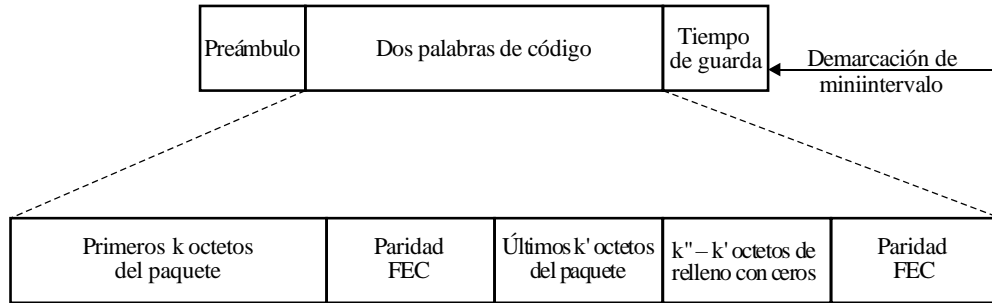


Figura 6-4 – Ejemplos de estructuras de trama en modo longitud de ráfaga flexible DOCSIS 3.0

6.2.5.1 Longitud de palabra de código R-S

Cuando la corrección intrínseca de errores Reed-Solomon (R-S FEC) está habilitada, el CM funciona en el modo palabra de código de longitud fija, o en el modo última palabra de código acertada. El número mínimo de bytes de información en una palabra de código en cualquiera de estos dos modos es 16. El modo última palabra de código acertada sólo ofrece ventajas cuando el número de bytes en una palabra de código es mayor que el mínimo de 16 bytes.

Las siguientes subcláusulas tienen por finalidad definir reglas y convenios a fin de que la capa física (PHY) del CMTS sepa a qué atenerse en lo que respecta al entramado R-S FEC, tanto en el modo palabra de código de longitud fija como en el modo última palabra de código acertada. El modo última palabra de código acertada NO DEBE utilizarse para mantenimiento inicial (difusión o unidifusión).

6.2.5.1.1 Tamaño de ráfaga

A la hora de atribuir miniintervalos (tanto en la región de contienda como de no contienda), se aplican los requisitos de las cláusulas 6.2.5.1.2 y 6.2.5.1.3 a las ráfagas transmitidas en esa atribución. Independientemente del tamaño de la atribución, el tamaño de las ráfagas DEBE ser el especificado en el Cuadro 6-1 siguiente.

Cuadro 6-1 – Tamaño de ráfaga

IUC	Tamaño de ráfaga
1, 3	Mínimo número de miniintervalos necesarios para la transmisión del mensaje, incluida la tara de ráfaga. La tara de ráfaga incluye el preámbulo, los bits de paridad R-S, los bits retorno a cero TCM y el tiempo de guarda, si procede.
2	Número de miniintervalos especificado en un SID de multidifusión reconocido.
4-6, 9-11	Número de miniintervalos atribuidos.

6.2.5.1.2 Palabra de código de longitud fija

Con las palabras de código de longitud fija, una vez codificados todos los datos, el relleno con unos DEBE producirse en la palabra de código en cuestión, si es necesario para alcanzar los k bytes de datos asignados por palabra de código. Además, el relleno con unos DEBE continuar hasta un punto tal en que no puedan insertarse palabras de código de longitud fija adicionales antes del final de la ráfaga especificada en el Cuadro 6-1 anterior, teniendo en cuenta el preámbulo, la paridad FEC, los bits retorno a cero y los símbolos de tiempo de guarda (de haberlos).

6.2.5.1.3 Última palabra de código acertada

Como se muestra en la Figura 6-4, sea k' = el número de bytes de información que quedan después de dividir los bytes de información de la ráfaga en palabras de código de longitud nominal (k bytes de datos en ráfaga). El valor de k' es menor que k . Dado el funcionamiento en el modo última palabra de código acertada, sea k'' = el número de bytes de datos en ráfaga más los bytes de relleno con unos en la última palabra de código acertada. En el modo palabra de código acertada, el CM DEBE codificar los bytes de datos de la ráfaga (incluido el encabezamiento MAC) utilizando el tamaño de palabra de código asignado (k bytes de información por palabra de código hasta que:

- 1) todos los datos estén codificados; o
- 2) el número de bytes de datos restantes sea menor que k .

Las últimas palabras de código acertadas NO DEBEN tener menos de 16 bytes de información, y esto debe tomarse en consideración cuando los CM hagan peticiones de miniintervalos. En el modo última palabra de código acertada, el CM DEBE rellenar los datos con unos, si es necesario, hasta alcanzar el tamaño de ráfaga especificado en el Cuadro 6-1 anterior, teniendo en cuenta el preámbulo, la paridad FEC, los bits retorno a cero y los símbolos de tiempo de guarda (de haberlos). Por consiguiente, en muchos casos sólo se necesitan $k'' - k'$ bytes de relleno con unos con $16 \leq k'' \leq k$ y $k' \leq k''$.

Por norma general, el CM DEBE rellenar los datos con unos hasta un punto tal en que no puedan insertarse palabras de código de longitud fija adicionales antes del final de la ráfaga especificada en el Cuadro 6-1 anterior, teniendo en cuenta el preámbulo, la paridad FEC, los bits retorno a cero y los símbolos de tiempo de guarda (de haberlos). Después, si es posible, se DEBE insertar una última palabra de código acertada de relleno con unos que se ajuste al último miniintervalo.

Si después del relleno con unos de palabras de código adicionales que contienen k bytes de información quedan menos de 16 bytes antes del final de la ráfaga especificada en el Cuadro 6-1 anterior, teniendo en cuenta el preámbulo, la paridad FEC, los bits retorno a cero y los símbolos de tiempo de guarda (de haberlos), el CM NO DEBE crear esta última palabra de código acertada.

6.2.5.2 R-S FEC desactivada

Cuando $T = 0$ (no hay bytes de paridad FEC), el CM DEBE rellenar con unos los bytes hasta el final de la ráfaga especificada en la cláusula 6.2.5.1.1 anterior, teniendo en cuenta el preámbulo, los bits retorno a cero y los símbolos de tiempo de guarda (de haberlos).

6.2.6 Estructura de trama R-S ascendente con modo canal de transmisión múltiple DOCSIS 3.0 desactivado

Cuando no se activa el modo canal de transmisión múltiple, son de aplicación todos los requisitos de la cláusula 6.2.5 para la estructura de trama R-S en modo canal de transmisión múltiple a excepción de que se DEBE utilizar el relleno con ceros, en lugar del relleno con unos, en las cláusulas 6.2.5.1.2, 6.2.5.1.3, 6.2.5.2 y en la Figura 6-4.

6.2.7 Entrelazador de bytes TDMA

El entrelazado de palabras de código R-S en un formato de octeto (símbolo R-S) DEBE realizarse después de la codificación R-S en un canal TDMA. El entrelazador de bytes cambia el orden de los bytes a la salida del codificador R-S, es decir, realiza una operación de permutación de bytes. En el lado receptor, el orden inicial de los bytes se restablece antes de la decodificación R-S. Por tanto, si algunos bytes consecutivos fueron corrompidos por ruido en ráfaga, esos bytes son dispersados entre diversas palabras de código R-S, con lo que se promedia el número de bytes con error en cada palabra de código. El entrelazador es de tipo entrelazador de bloques, es decir, la permutación se realiza llenando una tabla fila por fila (una fila para cada palabra de código R-S), y leyéndola columna por columna. El tamaño de memoria total atribuido a la tabla es de 2048 bytes.

El entrelazador de bytes se inhabilita cuando se desactiva el codificador R-S ($T = 0$).

6.2.7.1 Parámetros del entrelazador de bytes

Los parámetros de funcionamiento del entrelazador descritos en el Cuadro 6-2 determinan el funcionamiento del entrelazador para cada ráfaga.

Cuadro 6-2 – Parámetros de funcionamiento del entrelazador

Parámetro	Definición	Valores permitidos
N_r	Anchura del entrelazador (longitud de palabra de código R-S, $k + 2*T$)	18 a 255
I_r	Profundidad del entrelazador	0: Modo dinámico 1: Sin entrelazado 2 hasta un pedestal ($2048/N_r$) para el modo fijo
B_r	Tamaño de bloque del entrelazador	$2*N_r$ a 2048
N_f	Tamaño de paquete (en bytes, incluida FEC)	≥ 18 bytes

El CMTS y el CM DEBEN utilizar los valores permitidos de los parámetros del entrelazador indicados en el Cuadro 6-2 con las siguientes restricciones adicionales:

- 1) N_r e I_r DEBEN elegirse de manera que $N_r I_r \leq 2048$ (es decir, para un N_r dado, el valor máximo de I_r es $I_{r,max} = \text{pedestal} (2048/N_r)$).
- 2) N_r DEBE ser idéntico a la longitud de palabra de código R-S (es decir, $k + 2T$).
- 3) B_r sólo es aplicable cuando $I_r = 0$. Este modo se denomina modo dinámico.
- 4) Cuando $I_r = 1$, el entrelazado está inhabilitado.

N_r , I_r y B_r se especifican en el perfil de ráfaga, y N_f está implícito en el mensaje MAP.

6.2.7.2 Modos de funcionamiento del entrelazador

El entrelazado DEBE soportar tanto un modo de funcionamiento en el que el tamaño de bloque es fijo, como un modo dinámico en el que la profundidad del entrelazador se determina atendiendo al tamaño de la ráfaga.

6.2.7.2.1 Modio fijo

Los bytes de datos codificados en R-S del paquete se dividen primeramente en bloques de entrelazador de $N_r I_r$ bytes (es decir, cada bloque está formado por I_r palabras de código R-S). El tamaño del último bloque de entrelazador puede ser menor cuando la longitud de paquete no es un múltiplo entero de $N_r I_r$. Cada bloque de entrelazador se entrelaza separadamente.

Cada bloque de entrelazador se inserta en una tabla con I_r filas y N_r columnas. Los datos se escriben fila por fila (de izquierda a derecha). Por tanto, cada fila corresponde a una palabra de código R-S. Los bytes se leen columna por columna (de arriba a abajo). El funcionamiento del entrelazador se muestra en la Figura 6-5.

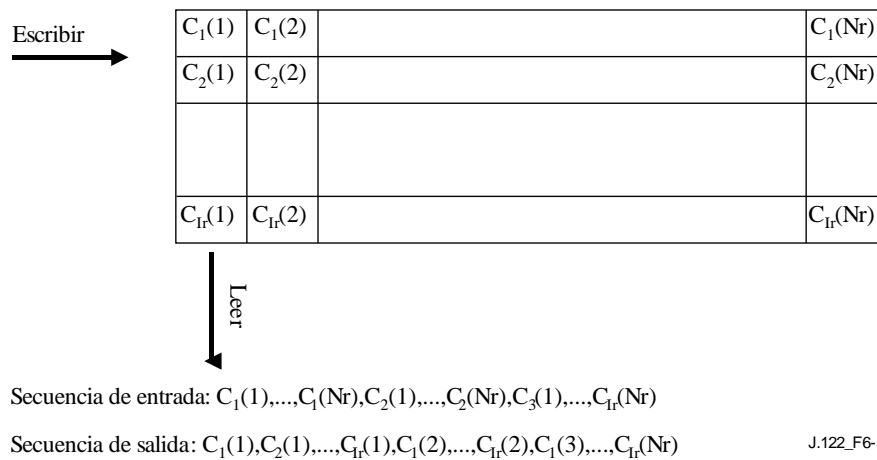


Figura 6-5 – Funcionamiento del entrelazador de bytes

El último bloque de entrelazador podría tener un número menor de filas que I_r . Si se aplica el modo última palabra de código acortada, la última fila podría tener un número de elementos menor que N_r . En estos casos, la tabla del entrelazador se lee columna por columna, saltando los elementos vacíos de la tabla. El funcionamiento del entrelazador en el caso del último bloque de entrelazador se muestra en la Figura 6-6.

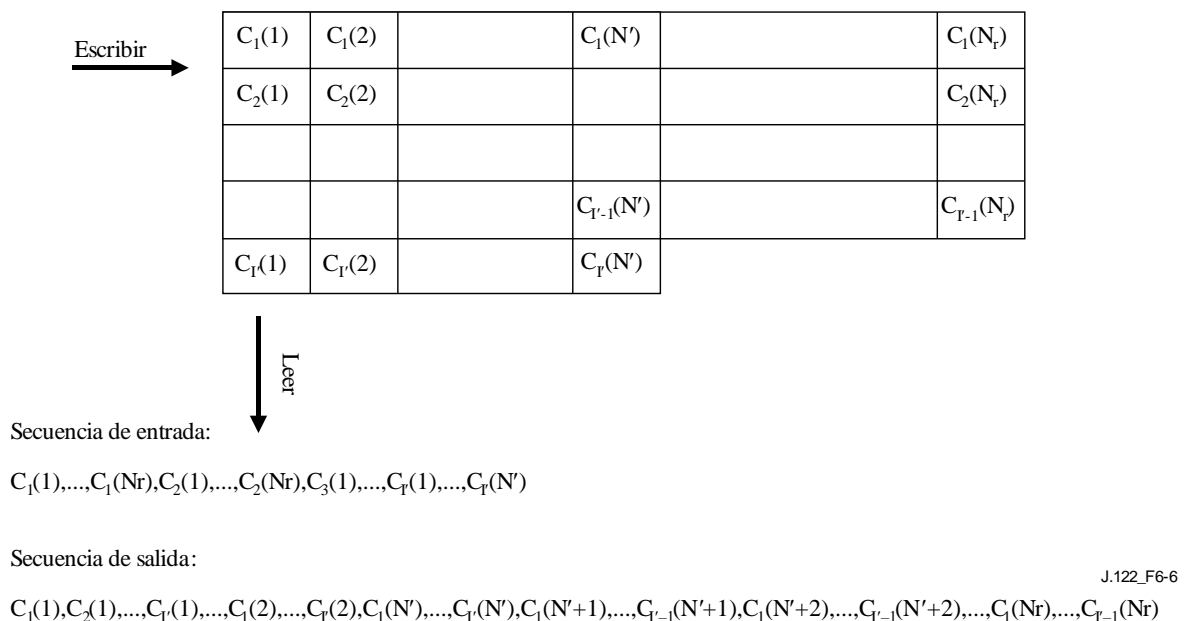


Figura 6-6 – Funcionamiento del entrelazador del último bloque de entrelazador (con palabra de código acortada)

6.2.7.2.2 Modo dinámico

En el modo fijo, la profundidad del entrelazador del último bloque de entrelazado de un paquete (I en la Figura 6-6) puede tener un valor pequeño, incluso de sólo uno, como resultado de lo cual este bloque tendría un bajo grado de inmunidad contra el ruido en ráfaga. En el modo dinámico, las profundidades de los bloques de entrelazador se eligen de manera que todos los bloques tengan aproximadamente la misma profundidad, a fin de alcanzar el mismo grado de inmunidad, casi óptima, contra el ruido en ráfaga (para el tamaño de bloque dado).

Los bytes de datos codificados en R-S del paquete se dividen primeramente entre N_s^0 bloques de entrelazador. El tamaño del i -ésimo bloque de entrelazador es $N_r * I_r^{(i)}$ bytes (es decir, un bloque de $I_r^{(i)}$ palabras de código R-S). El tamaño del último bloque de entrelazador puede ser menor en el modo última palabra de código acertada. Cada bloque de entrelazador se entrelaza separadamente (véanse las ecuaciones para N_s^0 e $I_r^{(i)}$ en la cláusula 6.2.7.2.2.1).

El i -ésimo bloque de entrelazador se inserta en una tabla con $I_r^{(i)}$ filas y N_r columnas. Los datos se escriben fila por fila (de izquierda a derecha). Por tanto, cada fila corresponde a una palabra de códigos. Los bytes se leen columna por columna (de arriba a abajo). El funcionamiento del entrelazador se muestra en la Figura 6-5 (con la diferencia de que el número de filas es $I_r^{(i)}$ y no I).

Si se aplica el modo última palabra de código acertada, la última fila podría tener un número de elementos menor que N_r . En este caso, la tabla del entrelazador se lee columna por columna, saltando los elementos vacíos de la tabla. El funcionamiento del entrelazador para el último bloque de entrelazador se muestra en la Figura 6-6 (con la diferencia de que el número de filas es $I_r^{(N_s^0)}$ y no I).

6.2.7.2.2.1 Cálculos de modo dinámico

A continuación se ilustran los cálculos de modo dinámico. N_s^0 e $I_r^{(i)}$ se determinan por las siguientes ecuaciones:

Número total de filas del entrelazador:	$I_{tot}^0 = \text{ceil}(N_f / N_r)$
Número máximo de filas por segmento:	$I_{r,max} = \text{floor}(B_r / N_r)$
Número de segmentos:	$N_s^0 = \text{ceil}(I_{tot}^0 / I_{r,max})$
Profundidad de entrelazador del primer bloque:	$I_r^1 = \text{floor}(I_{tot}^0 / N_s^0)$
Número de bloques con profundidad de I_r^1 :	$M = N_s^0 \cdot (I_r^1 + 1) - I_{tot}^0$
Entonces, para el segmento i , $I_r^{(i)}$ se calcula como sigue ($i = 1 \dots N_s^0$):	$I_r^{(i)} = \begin{cases} I_r^1, & i = 1, \dots, M \\ I_r^1 + 1, & i = M + 1, \dots, N_s^0 \end{cases}$

Figura 6-7 – Cálculos de modo T

6.2.8 Aleatorizador

El modulador en sentido ascendente DEBE implementar un aleatorizador (representado en la Figura 6-8) donde el valor de la semilla de 15 bits se programa en forma arbitraria.

Al principio de cada ráfaga, se libera el registro y se carga el valor de la semilla. El valor de la semilla DEBE utilizarse para calcular el bit de aleatorizador que se combina mediante el operador lógico O exclusivo (XOR) con el primer bit de datos de cada ráfaga (que es el MSB del primer símbolo que sigue al último símbolo del preámbulo).

La semilla del aleatorizador DEBE configurarse atendiendo al descriptor de canal en sentido ascendente procedente del CMTS.

El polinomio DEBE ser $x^{15} + x^{14} + 1$.

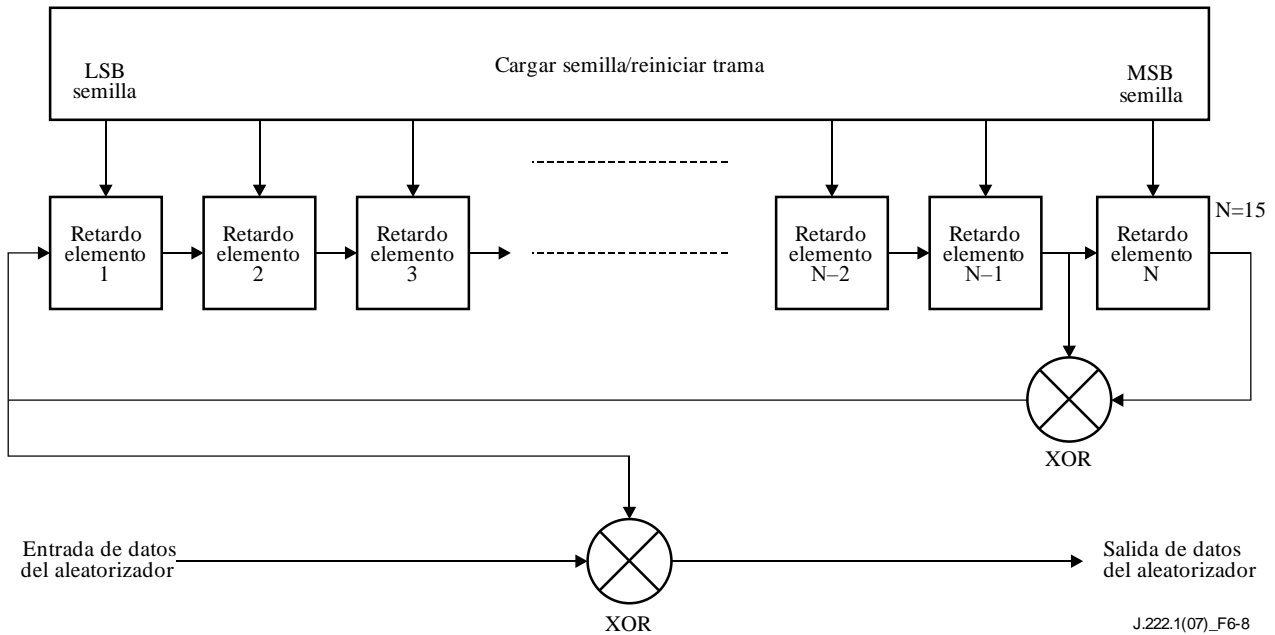


Figura 6-8 – Estructura de aleatorizador

6.2.9 Codificador TCM

El entrelazado de símbolos R-S suele incluirse entre los bloques TCM y R-S para preservar la ganancia de codificación en presencia de ráfagas de errores producidos a la salida del decodificador TCM. Este entrelazador no se incluyó en la propuesta original de S-CDMA fundamental con el fin de reducir la memoria requerida, a expensas de la ganancia de codificación.

En el modo S-CDMA, el CM DEBE soportar la modulación con codificación reticular (TCM, *trellis coded modulation*) para la transmisión de $m = 1, 2, 3, 4, 5$ y 6 bits por símbolo con constelaciones QPSK0, 8 QAM, 16 QAM, 32 QAM, 64 QAM, y 128 QAM, respectivamente. El soporte de TCM en el CMTS es facultativo.

La Figura 6-9 muestra el codificador TCM de 8 estados utilizado. La operación de codificación hace que m bits de entrada correspondan a $m+1$ bits de salida para la entrada en el bloque de correspondencia de símbolos. El codificador convolucional sistemático añade el bit codificado $x^1 = s^0$ a los bits de entrada i^m, i^3, i^2, i^1 . Para $m = 1$, sólo se utiliza el bit de entrada i^1 ($i^2 = 0$), y la tasa de codificación se reduce a $1/2$.

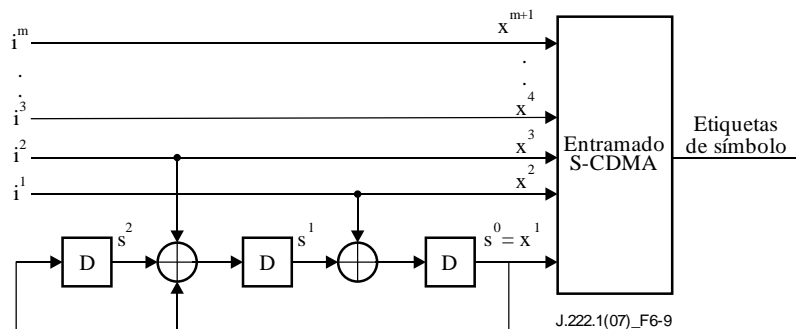


Figura 6-9 – Codificador convolucional

El estado inicial del codificador TCM DEBE ser el estado cero. El estado cero DEBE volver a alcanzarse con el último símbolo codificado.

Para retornar al estado cero desde todos los trayectos reticulares posibles, si $m = 1$ (QPSK), DEBEN generarse tres símbolos finales ($n_t = 3$) con el bit de entrada i^1 fijado a $i^1 = s^1$. Como puede verse en la Figura 6-9, después de tres símbolos, los bits de estado s^2 , s^1 , y $s^0 = x^1$ serán cero. Los símbolos finales son símbolos suplementarios que no contienen información.

Si $m = 2$, para retornar al estado cero desde todos los trayectos reticulares posibles DEBEN generarse dos símbolos finales ($n_t = 2$). Los bits de entrada i^2 i^1 DEBEN fijarse de manera que el estado cero se alcance después de dos símbolos. Si se fija el primer símbolo a $i^2 = 0$, $i^1 = s^1$, y el segundo símbolo (final) a $i^2 = s^2$, $i^1 = s^1$, después de estos dos símbolos los bits de estado s^2 , s^1 , y $s^0 = x^1$ serán cero.

Si $m > 3$, los bits no codificados i^m, \dots, i^3 DEBEN utilizarse para codificación de información, cuando sea posible. De lo contrario, los bits no codificados DEBEN ponerse a cero. El número de símbolos finales que no contienen información depende de las condiciones de terminación y puede variar entre cero y dos ($0 \leq n_t \leq 2$).

6.2.9.1 Correspondencia de bytes a símbolos TCM

La correspondencia de bytes a símbolos en TCM se efectúa de tal manera que cada octeto se hace corresponder totalmente a los bits no codificados i^m, \dots, i^3 , o totalmente a los bits de entrada del codificador convolucional i^2 i^1 . La decisión al respecto se toma secuencialmente para cada octeto siguiendo la regla de que la asignación de bytes debería conducir al paquete más corto de símbolos, incluidos los símbolos finales, si el octeto actual fuera el último octeto que debiera codificarse. Esta regla produce los patrones repetitivos de asignaciones de bytes a bits de etiqueta mostrados en la Figura 6-10 para $m = 1$ a 6. En la figura, el bit i^m está en la parte superior y el bit i^1 en la parte inferior.

El MSB (i^m) DEBE ser el primer bit de los datos en serie introducidos en los bits de entrada no codificados (es decir, i^m a i^3). El MSB (i^2) DEBE ser el primer bit de los datos en serie introducidos en los bits de entrada codificados.

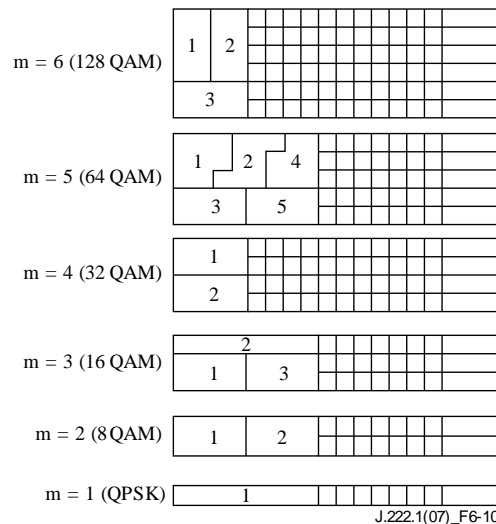


Figura 6-10 – Patrones repetitivos de la correspondencia de bytes a bits de mapa de símbolo para TCM

Los dos ejemplos de la Figura 6-11 ilustran las asignaciones de bytes para la modulación 64 QAM con codificación reticular. Obsérvese que los bytes se asignan en patrones de cinco bytes. En el primer ejemplo, N_f es divisible por cinco. En este caso se añaden dos símbolos finales. En el segundo ejemplo, N_f no es divisible por cinco y no se requieren símbolos finales. Los bits que se necesitan para retornar al estado cero están disponibles en símbolos que aún contienen información.

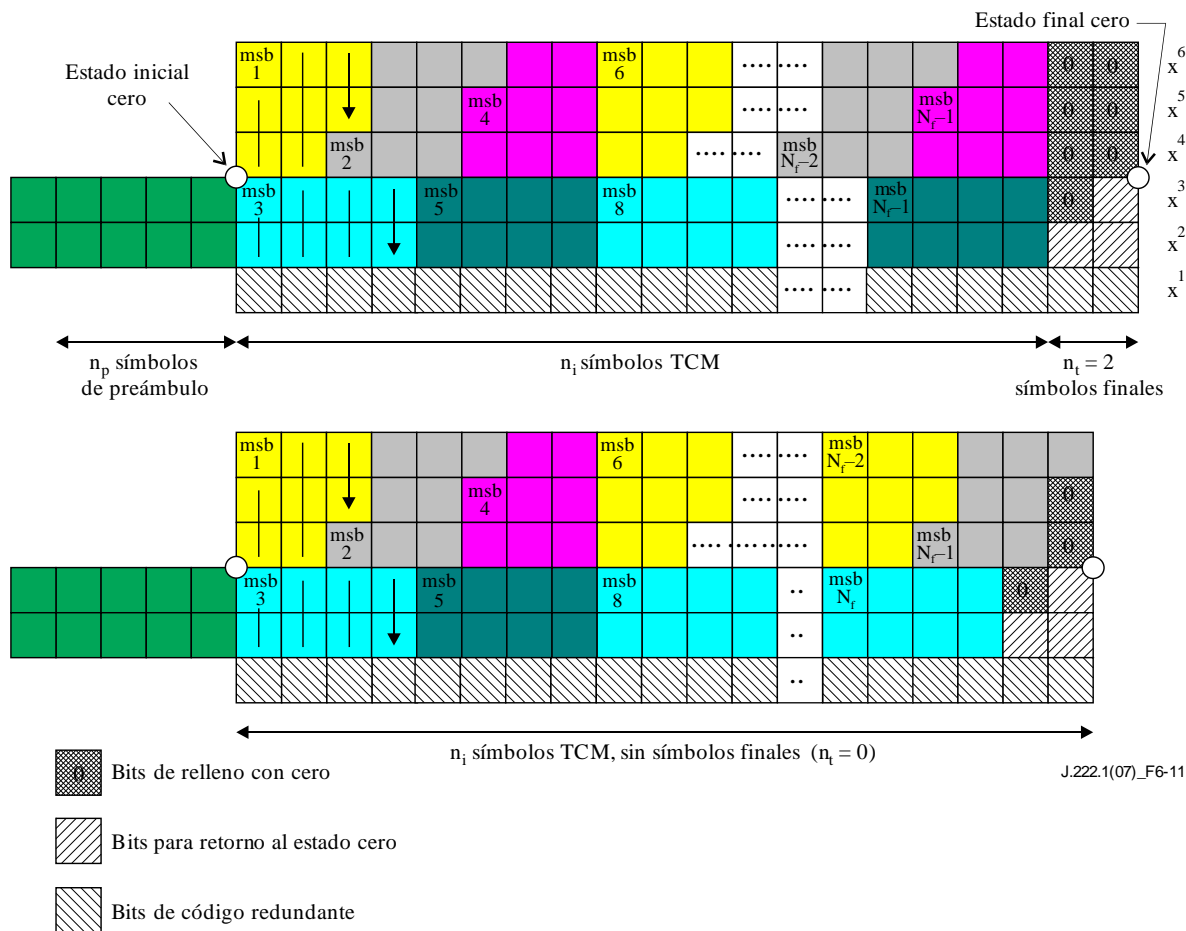


Figura 6-11 – Ejemplo de asignación de octeto a bits para 64 QAM

El CM DEBE colocar los bits retorno a cero inmediatamente después del último subsímbolo de datos codificado TCM, es decir, el último subsímbolo codificado correspondiente a los bits de paridad de la última palabra de código R-S de longitud fija o acortada, incluidas las palabras de código R-S rellenas con ceros (para el funcionamiento en modos distintos de MTC) o rellenas con unos (para el funcionamiento en modo MTC) de la concesión. Los restantes bits codificados TCM DEBEN rellenarse con ceros.

La Figura 6-12 ilustra la colocación de los bits ascendente a cero para 64 QAM cuando el último octeto transmitidos es el #1. Los primeros dos pares de x^2 y x^3 son los bits ascendente a cero, y el último par codificado vacío se rellena con ceros o con unos.

i^5	u	u	u	x^6
i^4	u	u	u	x^5
i^3	u	u	0	x^4
i^2	0	r	0	x^3
i^1	r	r	0	x^2
				x^1

u	Bits no codificados
0	Bits de relleno con cero
r	Bits para retornar al estado cero

Figura 6-12 – Ejemplo de bits ascendente a cero seguidos de "0"

6.2.10 Inserción de preámbulo

La subcapa PMD en sentido ascendente DEBE soportar un campo preámbulo de longitud variable que se inserta al principio de los datos, después de haberlos aleatorizado, codificado en Reed-Solomon y descodificado en TCM.

El primer bit del patrón de preámbulo es el primer bit introducido en el dispositivo de correspondencia de símbolos (véase la cláusula 6.2.14). El primer bit del patrón de preámbulo se designa por el desplazamiento del valor de preámbulo. El preámbulo es entrelazado por el formador de tramas en modo S-CDMA.

La secuencia de preámbulo DEBE ser programable. En el caso de ráfagas DOCSIS 2.0/3.0 (ráfagas codificadas utilizando un descriptor de ráfaga tipo 5), el preámbulo DEBE utilizar la constelación QPSK0 o QPSK1 (según las Figuras 6-20 y 6-21) con una longitud de preámbulo de 0, 2, 4, 6,..., o 1536 bits (768 símbolos QPSK como máximo). En el caso de ráfagas compatibles con DOCSIS 1.x (descriptor de ráfaga tipo 4) que utilizan modulación QPSK, el preámbulo y los datos DEBEN utilizar la constelación QPSK0 con una longitud de preámbulo de 0, 2, 4, 6,..., o 1024 bits (512 símbolos QPSK como máximo). En el caso de ráfagas compatibles con DOCSIS 1.x (descriptor de ráfaga tipo 4) que utilizan modulación 16 QAM, el preámbulo y los datos DEBEN utilizar la constelación 16 QAM con una longitud de preámbulo de 0, 4, 8, 12,..., o 1024 bits (256 símbolos 16 QAM como máximo).

La longitud y el valor del preámbulo DEBEN configurarse atendiendo al mensaje descriptor de canal en sentido ascendente transmitido por el CMTS.

6.2.11 Velocidades de modulación

6.2.11.1 Velocidades de modulación DOCSIS 3.0

En los modos TDMA y S-CDMA, el modulador en sentido ascendente del CM DEBE proporcionar todas las modulaciones a 1 280, 2 560 y 5 120 kHz.

En los modos TDMA y S-CDMA, el desmodulador en sentido ascendente del CM DEBE poder soportar todas las desmodulaciones a 1 280, 2 560 y 5 120 kHz.

Esta diversidad de velocidades de modulación, y la flexibilidad para establecer frecuencias portadoras en sentido ascendente, permite a los operadores situar las portadoras en brechas del patrón de ingreso en banda estrecha.

La velocidad de modulación para cada canal en sentido ascendente se define en un mensaje MAC Descriptor de canal en sentido ascendente (UCD, *upstream channel descriptor*). Todos los CM que utilizan ese canal en sentido ascendente DEBEN utilizar la velocidad de modulación definida para transmisiones en sentido ascendente.

6.2.11.2 Velocidades de modulación para la retrocompatibilidad

Si se utiliza un CMTS DOCSIS 1.x o DOCSIS 2.0, o un CMTS que funciona en alguno de estos modos, en los modos TDMA y S-CDMA el modulador ascendente del CM DEBE ofrecer todas las modulaciones a 1 280, 2 560 y 5 120 kHz.

Además, si se trata de un CMTS anterior a DOCSIS 3.0, en el modo TDMA el modulador ascendente del CM PUEDE ofrecer todas las modulaciones a 160, 320 y 640 kHz.

Si se utilizan CMTS anteriores a DOCSIS 3.0, en los modos TDMA y S-CDMA, el desmodulador ascendente del CMTS DEBE poder soportar la desmodulación a 1 280, 2 560 y 5 120 kHz. En el caso de CMTS anteriores a DOCSIS 3.0, en el modo TDMA el desmodulador ascendente del CMTS PUEDE soportar la desmodulación a 160, 320 y 640 kHz.

6.2.12 Entramador y entrelazador S-CDMA

6.2.12.1 Consideraciones sobre el entramado S-CDMA

El modo S-CDMA de la capa PHY acepta datos procedentes de la capa MAC que se le presentan para su transmisión. Estos datos se presentan como ráfagas de n miniintervalos. Estas ráfagas se hacen corresponder, en la capa PHY, a una combinación de códigos de ensanche e intervalos de tiempo, con el fin de aprovechar el ensanche multidimensional de información por el modo S-CDMA.

En los parámetros de canal en sentido ascendente y en los atributos de ráfaga en sentido ascendente hay diversos parámetros ajustables que permiten controlar la correspondencia de miniintervalo a capa física, así como la sintonización del canal para satisfacer una diversidad de requisitos relativos a las condiciones de canal, características de ruido, capacidades, niveles de fiabilidad, y latencia.

En el caso de funcionamiento en el modo S-CDMA, los datos se transmiten en dos dimensiones: códigos y tiempo. Por esta razón, los datos que han de transmitirse se agrupan en tramas rectangulares bidimensionales, antes de la transmisión.

En la capa física, los datos se envían en forma de una matriz de hasta 128 códigos de ensanche. Hay un número programable de *intervalos de ensanche* por trama, como se muestra en la Figura 6-13 siguiente. Un *intervalo de ensanche* es el tiempo requerido para transmitir un símbolo por código a través de los 128 códigos en modo S-CDMA. Obsérvese que los códigos concretos que se utilizan y los detalles de la operación de ensanche se describen específicamente en la cláusula 6.2.15.

Una ráfaga procedente de un determinado CM puede transmitirse en dos o más códigos dentro de una o más tramas. Una trama puede contener ráfagas que se transmiten simultáneamente desde múltiples CM (cada una en un subconjunto dado de los códigos) como se define por el mensaje MAP.

6.2.12.2 Numeración de los miniintervalos

En funcionamiento normal, el control MAC pedirá a PHY que transmita una ráfaga con una longitud de n miniintervalos, empezando por el miniintervalo m , como se define en el mensaje MAP. Todos los CM y el CMTS DEBEN tener un protocolo común que establece la forma en que se numeran los miniintervalos, y la forma en que se hacen corresponder a la estructura de trama de la capa física. Este protocolo común se obtiene a partir de la información contenida en los mensajes de sincronización (SYNC) y del descriptor de canal en sentido ascendente (UCD).

Los miniintervalos se hacen corresponder a tramas empezando por el primer código activo, se numeran secuencialmente en el resto de la trama, y después se pasa a la trama que sigue en la secuencia (véanse en la cláusula 6.2.12.2.2 ejemplos de numeración de miniintervalos). Los miniintervalos se hacen corresponder a un grupo de códigos consecutivos.

El CMTS y los CM requieren un protocolo común para la numeración de los miniintervalos. En el caso del funcionamiento por un canal TDMA, esto sólo se consigue mediante la recuperación de la indicación de tiempo. Puesto que la duración de una trama S-CDMA no es necesariamente un múltiplo potencia de dos de la referencia 10,24 MHz, el recomienzo de la indicación de tiempo

(cuando la cuenta llega a 2^{32}) no se produce necesariamente en una demarcación de trama S-CDMA. Por tanto, se requiere un paso de sincronización adicional.

Es necesario que el CMTS identifique periódicamente las demarcaciones de trama con relación a la cuenta de las indicaciones de tiempo. El resultado de esto se denomina la *instantánea de indicación de tiempo* y debe enviarse en el UCD para cada canal S-CDMA en sentido ascendente.

Es necesario que el CMTS mantenga un contador de tramas y un contador de miniintervalos. El CMTS debe muestrear estos valores junto con la indicación de tiempo, en una demarcación de trama, como se muestra en la Figura 6-13 siguiente. Es necesario que el CMTS obtenga una nueva muestra antes de enviar cada mensaje UCD.

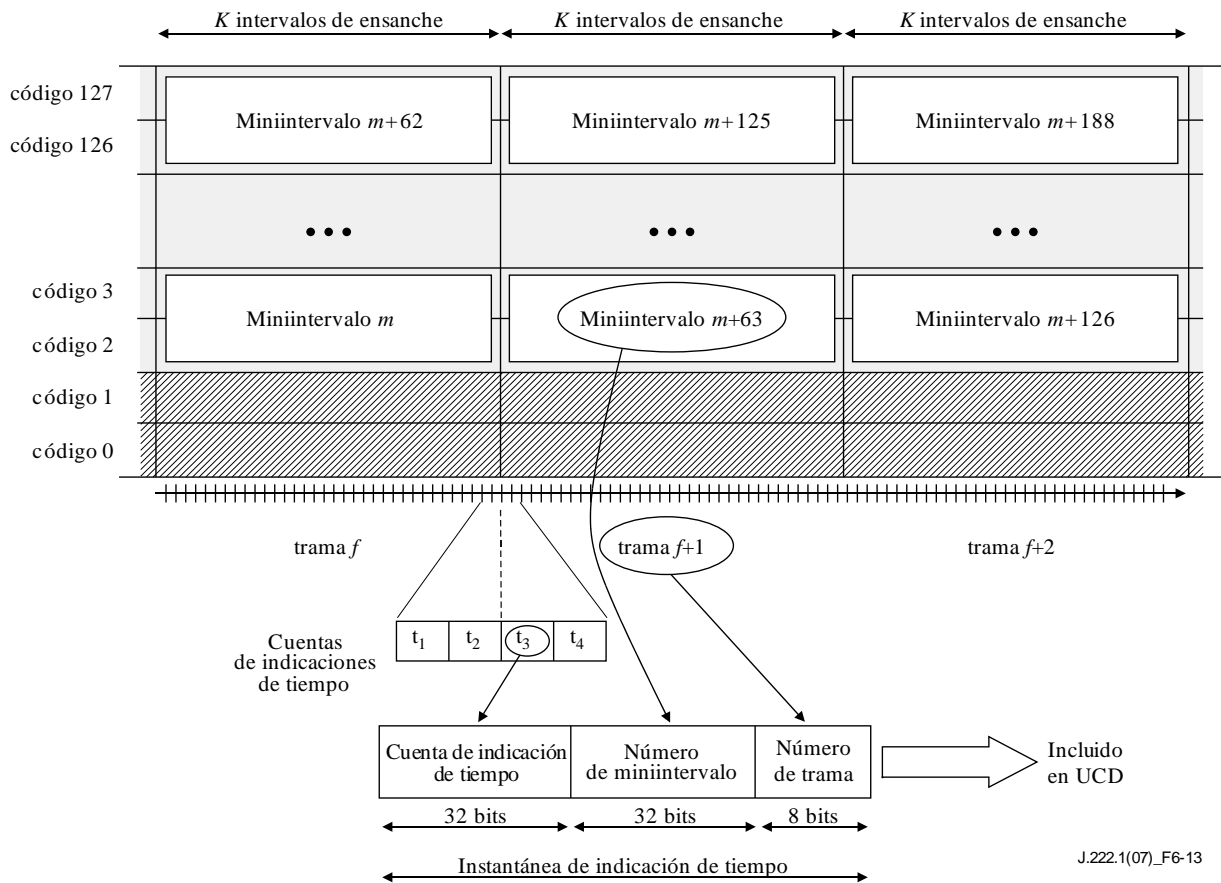


Figura 6-13 – Instantánea de indicación de tiempo

Cada CM DEBE mantener un contador de indicaciones de tiempo, un contador de miniintervalos, y un contador de tramas funcionalmente idénticos a los del CMTS.

Mediante el mensaje UCD, el CM recibe la instantánea de las indicaciones de tiempo del CMTS y parámetros a partir de los cuales puede calcular el número de cuentas de tiempo por trama S-CDMA. Utilizando una aritmética de módulo, el CM puede entonces calcular valores exactos para los contadores de indicaciones de tiempo, miniintervalos, y tramas para cualquier punto en el futuro.

Seguidamente, el CM puede actualizar sus contadores locales de miniintervalos y tramas para un valor apropiado del contador de indicaciones de tiempo. En este punto, las representaciones en el CM de los miniintervalos y las tramas están alineadas con las del CMTS.

El CMTS y el CM DEBEN implementar un contador de indicaciones de tiempo de 32 bits, un contador de miniintervalos de 32 bits, y un contador de tramas de 8 bits, de la manera siguiente:

- El contador de miniintervalos DEBE contener el valor del primer miniintervalo de la trama cuando se muestrea. PUEDE ser incrementado por el número de miniintervalos por trama, una vez por cada intervalo de trama. El contador de miniintervalos utilizará los 32 bits, por lo que los números de miniintervalo estarán comprendidos en la gama de 0 a $2^{32} - 1$.
- La única función especificada para el contador de tramas es la de reinicializar la secuencia de saltos de código en la demarcación de la trama 0 (módulo -256), como se define en la cláusula 6.2.15.1.

La mencionada estructura de trama se relaciona con la totalidad de la transmisión en sentido ascendente y no necesariamente con la transmisión desde un solo CM. Los códigos son recursos que se atribuyen a los CM en cada trama S-CDMA. La asignación de códigos a los CM la efectúa el entramador cuando asigna a una ráfaga de símbolos un determinado orden en la matriz bidimensional de códigos y tiempo. Esta secuenciación de símbolos se describe detalladamente en la cláusula 6.2.13.

6.2.12.2.1 Parámetros de numeración de los miniintervalos en el UCD

En el descriptor UCD se especifican tres parámetros que definen la correspondencia de miniintervalos: *intervalos de ensanche por trama*, *códigos por miniintervalo*, y *número de códigos activos*.

Intervalos de ensanche por trama

El número de intervalos de ensanche por trama, K (junto con la velocidad de señalización), $1/T_s$, definen la duración (en tiempo) de una trama S-CDMA, T_{fr} :

$$T_{fr} = K * 128 * T_s$$

Obsérvese que la longitud de código en la anterior ecuación es siempre 128, cualquiera que sea el número de códigos que estén activos en ese momento.

La gama válida del parámetro *intervalos de ensanche por trama* es 1 a 32.

Códigos por miniintervalo

Conjuntamente con el parámetro intervalos de ensanche por trama, el parámetro *códigos por miniintervalo* (C_{ms}) define el número total de símbolos por miniintervalo y por tanto la capacidad de miniintervalos. La capacidad de miniintervalos, S_{ms} , se da en símbolos por la siguiente expresión:

$$S_{ms} = K * C_{ms}$$

El límite inferior de la capacidad de miniintervalos es 16 símbolos. Sin embargo, el miniintervalo tiene que ser lo suficientemente grande para permitir la transmisión de la PDU de datos del mayor tamaño (incluida la tara de la capa física) en 255 miniintervalos. La capacidad de miniintervalos máxima en símbolos viene dada por el producto del número máximo de intervalos de ensanche por trama y el número máximo de códigos por miniintervalo ($32 \times 32 = 1\,024$ símbolos). La gama válida del parámetro *códigos por miniintervalo* es de 2 a 32.

Códigos activos seleccionables (SAC, selectable active codes)

El parámetro número de códigos activos, N_a , permite que el número de códigos utilizados para transportar datos sea menor o igual que 128. Cuando $N_a < 128$, el número de códigos activos puede escogerse utilizando los dos modos siguientes.

Modo 1 de *códigos activos seleccionables*: los códigos con números bajos a partir del código 0 no se utilizan, como se muestra en la Figura 6-15 siguiente (un ejemplo de 126 códigos activos y salto de código desactivado).

Modo 2 de códigos activos seleccionables: los códigos activos se seleccionan por medio de una cadena de 128 bits. El primer elemento de la cadena corresponde al código 0 (código todo unos). Un elemento "1" en la cadena señala un código activo y un elemento "0" señala un código no utilizado.

Puede ser conveniente reducir el número de códigos activos por varias razones:

- El código 0 no tiene las mismas propiedades de ensanche que los otros códigos, por lo que, en ciertas condiciones, el ruido coloreado degradará la calidad de funcionamiento.
- En el caso de plantas en que suelen presentarse condiciones extremas de ruido, una reducción del número de códigos activos (con el consiguiente aumento en la potencia de cada uno de los códigos restantes), puede permitir un funcionamiento fiable con capacidades reducidas. Una reducción de los códigos activos de 128 a 64 se traduce por una mejora de 3 dB en la relación señal/ruido.
- El número de miniintervalos por trama S-CDMA DEBE ser un número entero. Por tanto, los parámetros códigos por miniintervalo y número de códigos activos DEBEN elegirse de manera que den un número entero de miniintervalos por trama.

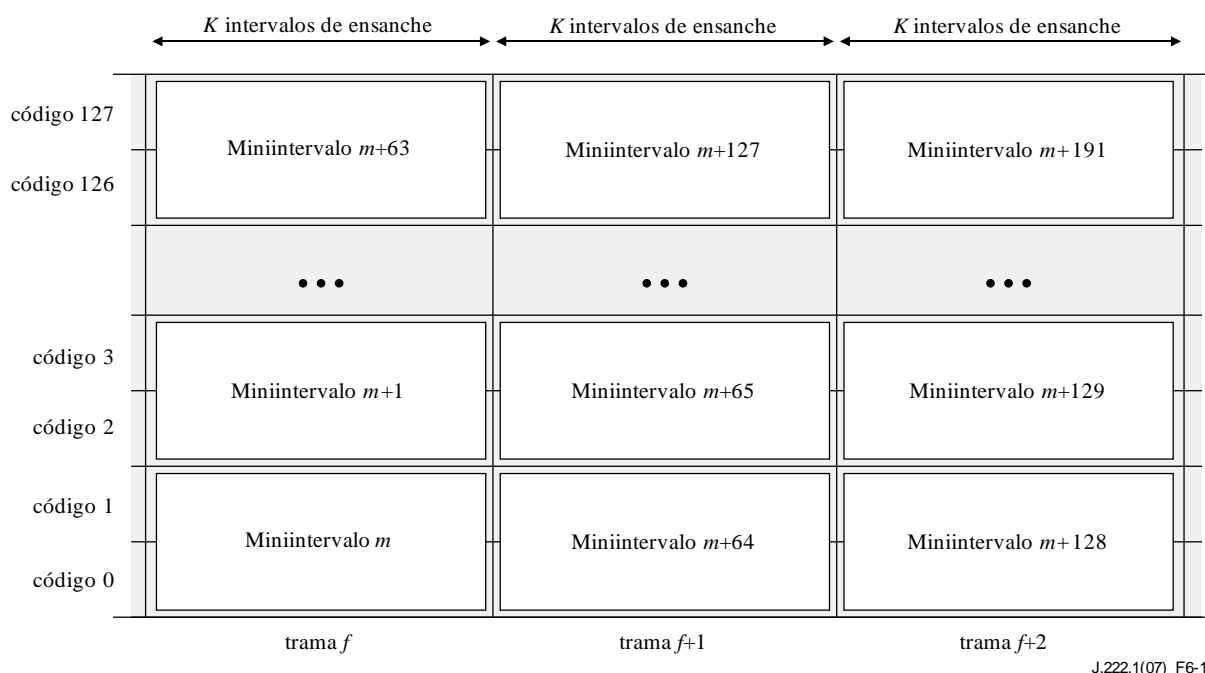
Cuando $N_a \geq 64$, la trama S-CDMA consta de más de un miniintervalo, pues el número de códigos por miniintervalo está en la gama 2 a 32. Esto implica que N_a no es un número primo. Los números primos entre 64 y 128 son {67, 71, 73, 79, 83, 89, 97, 101, 103, 107, 109, 113, y 127}.

El CM DEBE soportar cualquier número no primo de códigos activos en la gama $64 \leq N_a \leq 128$. El CM DEBE soportar el modo 1 de códigos activos seleccionables. El CM DEBERÍA soportar el modo 2 de códigos activos seleccionables.

El CMTS DEBE soportar 126 y 128 códigos activos. El CMTS DEBE soportar el modo 1 de códigos activos seleccionables. El CMTS PUEDE soportar el modo 2 de códigos activos seleccionables.

6.2.12.2.2 Ejemplos de numeración de los miniintervalos

En la Figura 6-14 se presenta un ejemplo típico de numeración de miniintervalos con $N_a = 128$ códigos activos y salto de código desactivado. En este ejemplo se han definido dos códigos por miniintervalo. El número de códigos por miniintervalo es un parámetro ajustable (mediante el UCD) que da flexibilidad para la determinación de la capacidad efectiva de cada miniintervalo.



J.222.1(07)_F6-14

Figura 6-14 – Correspondencia de miniintervalos con dos códigos por miniintervalo, 128 códigos activos

En la Figura 6-15 se presenta un segundo ejemplo en el que se utilizan tres códigos por miniintervalo y el salto de código está desactivado. Como tiene que haber un número entero de miniintervalos por trama, el número de códigos activos, N_a , se ha limitado a 126 códigos utilizando el modo 1 o el modo 2 de códigos activos seleccionables. En este ejemplo se ha recurrido a una solución transaccional por la cual se obtiene una mayor flexibilidad en la correspondencia a expensas de la capacidad de canal, que sufre una ligera reducción (la relación 2/128).

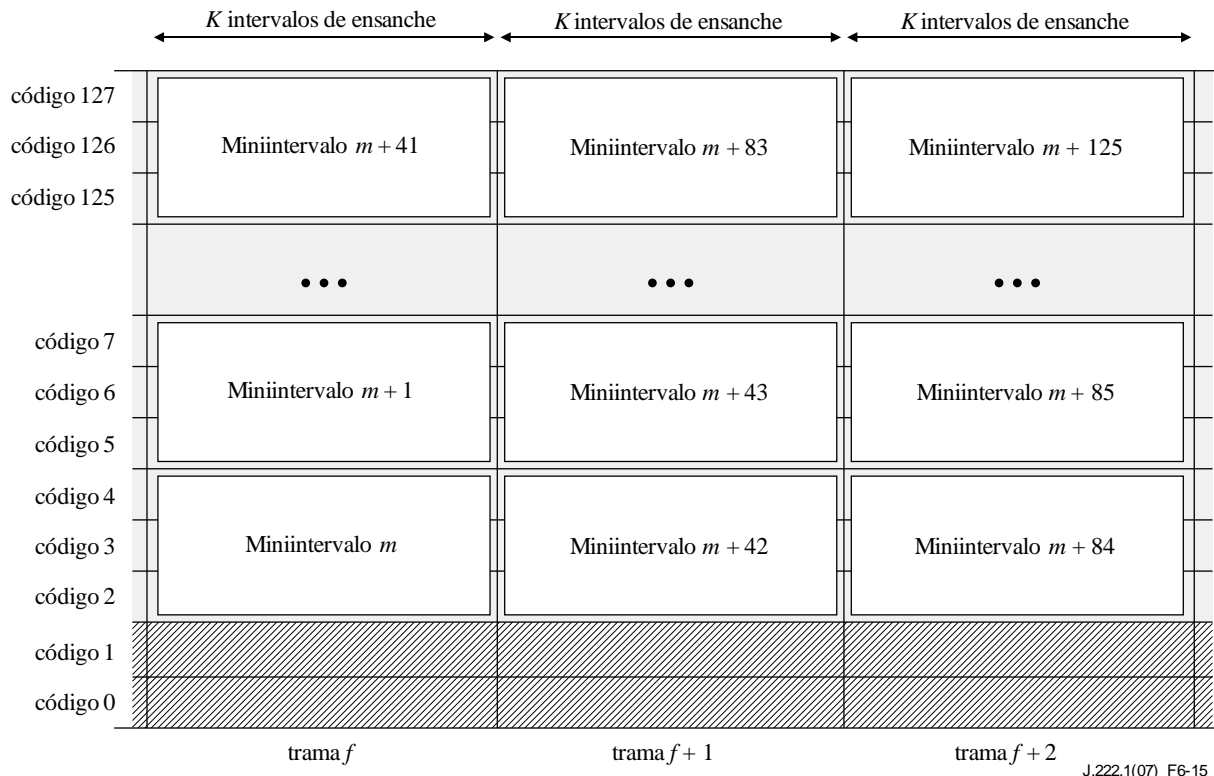
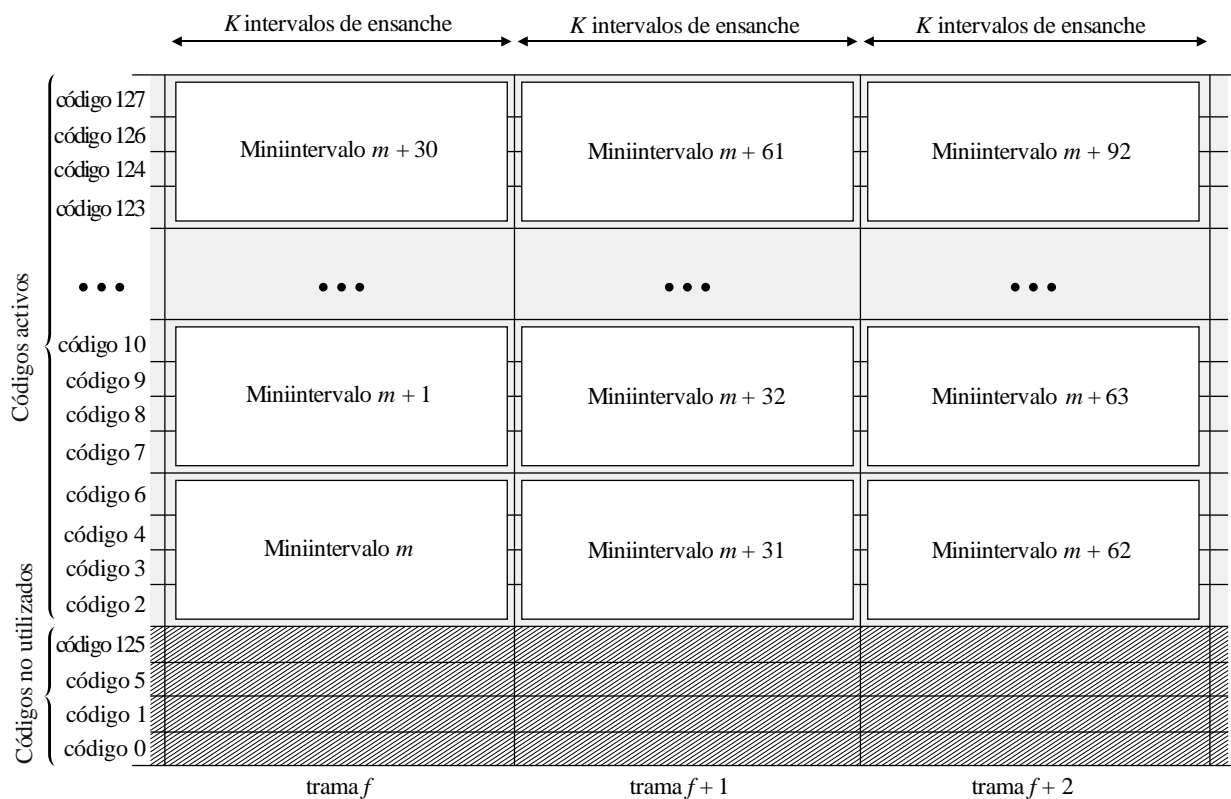


Figura 6-15 – Correspondencia de miniintervalos con tres códigos por miniintervalo, 126 códigos activos

En la Figura 6-16 se muestra un ejemplo de $N_a = 124$ códigos activos con los códigos 0, 1, 5 y 125 no utilizados, el modo 2 de códigos activos seleccionables y el salto de código desactivado. La matriz de código de ensanche tradicional se ha reorganizado de manera que los códigos no utilizados se trasladan a las filas de abajo. Los códigos activos se organizan en la matriz en orden creciente de abajo a arriba, al igual que los códigos no utilizados. Los miniintervalos se definen únicamente en los códigos activos, como se muestra en la Figura 6-16.



J.222.1(07)_F6-16

Figura 6-16 – Correspondencia de miniintervalos con cuatro códigos por miniintervalo, 124 códigos activos, los códigos 0, 1, 5 y 125 no utilizados y el modo 2 de códigos activos seleccionables

No se implica que el procesamiento de capa física se efectúe miniintervalo por miniintervalo. Al igual que en el caso del canal TDMA, la capa física sólo tiene a su cargo el instante de comienzo de la ráfaga (número del miniintervalo) y la longitud de la ráfaga.

6.2.12.3 Tiempo de transmisión

En el caso ideal, todos los miniintervalos contenidos en una trama S-CDMA se reciben simultáneamente. Estos miniintervalos pueden transmitirse desde un solo CM o desde múltiples CM, según se haya definido por el mensaje MAP de atribución de ancho de banda y los valores de la configuración de la correspondencia de miniintervalos (procedentes del UCD). Obsérvese que un CM dado puede tener activas más de una atribución de ancho de banda en una sola trama S-CDMA.

6.2.12.4 Consideraciones sobre la latencia

La temporización de la trama S-CDMA se obtiene directamente del reloj director del CMTS de 10,24 MHz (es decir, está enganchada en fase a dicho reloj). En base a las velocidades de modulación admisibles y al hecho de que hay 128 intervalos de modulación (chips) en un intervalo de ensanche, la duración de la trama S-CDMA DEBE ser siempre un múltiplo de 25 μ s.

El número de intervalos de ensanche por trama y la velocidad de modulación definen exactamente la duración de la trama S-CDMA. Como un ejemplo concreto, un perfil de ráfaga definido con 10 intervalos de ensanche por trama con una velocidad de modulación de 2,56 MHz daría por resultado una duración de trama de 500 μ s.

La latencia adicional en sentido ascendente debida al uso del modo S-CDMA es aproximadamente de una trama S-CDMA; el valor exacto se indica en la cláusula 6.2.18.

6.2.12.5 Ráfagas con ensanchador desactivado para mantenimiento en un canal S-CDMA

Las ráfagas con ensanchador desactivado se definen como ráfagas transmitidas por un canal S-CDMA con atributos que especifican la desactivación del ensanchador. Para una ráfaga con ensanchador desactivado, tanto el entramador S-CDMA como el ensanchador S-CDMA son contorneados. El tipo de ráfaga mantenimiento inicial DEBE especificarse (mediante UCD) para el uso de ráfagas con ensanchador desactivado. El tipo de ráfaga mantenimiento de estación PUEDE especificarse (mediante UCD) para el uso de ráfagas con ensanchador desactivado o con ensanchador activado. El CM DEBE soportar tanto el modo ensanchador activado como el modo ensanchador desactivado para las ráfagas tipo mantenimiento de estación. Todos los tipos de ráfagas IUC restantes DEBEN especificarse (mediante UCD) para el uso de ráfagas con ensanchador activado. El canal S-CDMA será programado (mediante UCD) para C_{ms} códigos por miniintervalo, p número de códigos activos, K intervalos de ensanche por trama S-CDMA, y un número resultante s de miniintervalos por trama, donde $s = p/C_{ms}$.

Entonces, cada trama S-CDMA, en la que habrá de producirse una transmisión con el ensanchador desactivado, contendrá exactamente s miniintervalos, y cada miniintervalo comprenderá $C_{ms} * K$ símbolos, como se muestra en la Figura 6-17.

Cuando el número de códigos activos (p) es menor que 128 la trama contendrá exactamente s miniintervalos, donde cada miniintervalo comprende $C_{ms} * K$ símbolos. El primer miniintervalo de una trama comenzará con el primer símbolo de la trama. Si una ráfaga abarca varias tramas, comenzará con relación a la primera trama y continuará sin interrupción hasta pasar a la trama siguiente.

Las ráfagas con ensanchador desactivado para regiones de mantenimiento de estación (IUC4) DEBEN rellenarse con símbolos de datos cero desde el final de los datos codificados en R-S hasta el final de la ráfaga, como se define en los límites de ráfaga de la cláusula 6.2.5.1.1. Las ráfagas con ensanchador desactivado para regiones de mantenimiento inicial (IUC3) DEBEN rellenarse con símbolos de datos cero desde el final de los datos codificados en R-S hasta el final de la ráfaga, como se define en los límites de ráfaga de la cláusula 6.2.5.1.1. La codificación diferencial y el entrelazo de bytes R-S NO DEBEN utilizarse con ráfagas con ensanchador desactivado en canales S-CDMA.

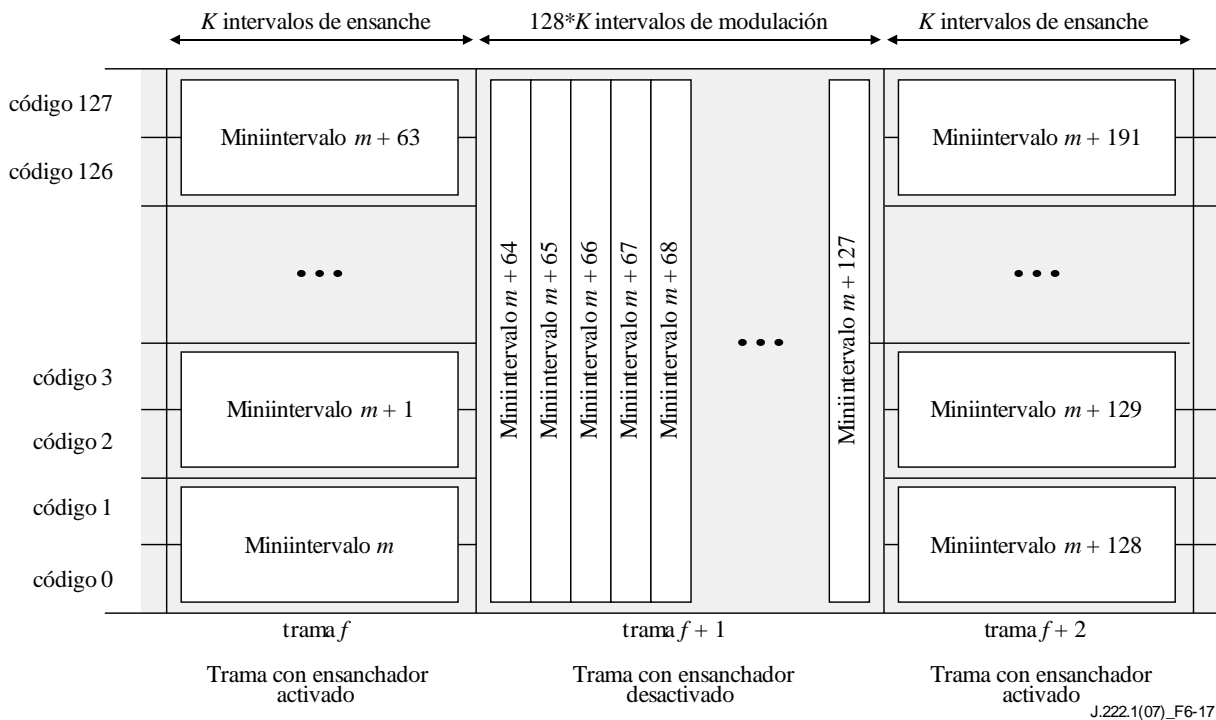


Figura 6-17 – S-CDMA en intervalos con ensanchador activado e intervalos con ensanchador desactivado

El calendarizador CMTS DEBE asegurarse de que el intervalo con ensanchador desactivado está alineado con el comienzo de una trama S-CDMA y se produce completamente dentro de una o más tramas S-CDMA, y DEBE asegurarse de que ninguna ráfaga con ensanchador activado está calendarizada para que se produzca durante estas mismas tramas. El calendarizador CMTS DEBE conceder, como máximo, una ráfaga con ensanchador desactivado por cada trama de CM. Incumbe al CMTS atribuir al SID NULL los miniintervalos que sean necesarios para evitar la interferencia entre ráfagas (es decir, antes y después de ráfagas con ensanchador desactivado, cuando el CM pudiera no estar suficientemente sincronizado). Concretamente, el CMTS DEBE emitir una concesión NULL (al SID NULL) de un miniintervalo inmediatamente antes de cada ráfaga con ensanchador desactivado, lo que corresponde al mantenimiento de estación o el mantenimiento inicial de unidifusión. El CMTS también DEBE emitir una concesión NULL (al SID NULL) de un miniintervalo o garantizar un miniintervalo de silencio (tiempo muerto) inmediatamente después de esas ráfagas y antes de que empiece un intervalo con ensanchador activado.

Durante ráfagas con ensanchador desactivado en canales S-CDMA cuando se están utilizando menos de 128 códigos activos, la trama con ensanchador desactivado contendrá un número de miniintervalos de silencio (tiempo muerto) igual al número de códigos inactivos.

6.2.12.6 Límite del número de códigos asignados a un CM

En determinadas situaciones puede resultar útil al CMTS limitar el número de códigos que un único CM tiene que transmitir simultáneamente. Así, el CM puede dividir su potencia de transmisión entre un menor número de códigos, lo que da como resultado una mayor potencia por código. Esta opción puede ser particularmente útil cuando varios CM se ven sometidos a una atenuación en sentido ascendente inusualmente alta, de manera que transmiten a la potencia de transmisión total máxima. Cuando se determina que el valor máximo de códigos calendarizados sea inferior al número de códigos activos, el CMTS DEBE garantizar que cada CM conforme no rebasará, mediante concesiones calendarizadas o IE multidifusión con IUC = 1, el límite de transmisión de códigos calendarizados máximo en cualquier trama S-CDMA. Para ello, el CMTS debe evitar situaciones que puedan hacer que el CM intente transmitir más códigos de los que permite el límite máximo de códigos calendarizados. Por ejemplo, el CMTS debe gestionar el número de códigos asignados a los IE contienda con IUC = 1 en todas las tramas. En las tramas donde el CMTS no puede insertar IE con IUC = 1 a causa del límite de códigos calendarizados del CM, el CMTS PUEDE facilitar IE multidifusión con IUC = 2 para dar oportunidades de pedir contiendas. Los CM con el límite máximo de códigos calendarizados activado DEBEN poder configurarse a través del SNMP para controlar la utilización de IE con IUC = 2 [SCTE 135-4]. Por defecto, los CM con el límite máximo de códigos calendarizados activado NO DEBEN utilizar IE con IUC = 2. El límite máximo de códigos calendarizados DEBE ser equivalente a un número entero de miniintervalos.

Un CM NO DEBE concatenar paquetes más allá del tamaño permitido por el límite máximo de códigos calendarizados S-CDMA, si el número máximo de códigos calendarizados especificados en RNG-RSP no es 0. El objetivo es reducir la tara de fragmentación, que puede ampliarse al reducirse el número de códigos. Un CM que reciba un valor máximo de códigos calendarizados DEBE ser capaz de fragmentar cualquier trama MAC, incluidas las tramas transmitidas antes de completar el proceso de registro. Para soportar los ficheros de configuración de tipo 1.0, los CM y CMTS que utilicen el valor máximo de códigos calendarizados DEBERÍAN soportar la fragmentación en modo 1.0.

Si se solicita un flujo UGS para lograr una concesión no solicitada de tamaño mayor al valor permitido por el límite máximo de códigos calendarizados, el CMTS DEBE rechazar la solicitud de flujo UGS o modificar el límite máximo de códigos calendarizados del CM a fin de permitir las concesiones UGS.

6.2.13 Entramador S-CDMA

El entramador S-CDMA hace corresponder miniintervalos a códigos de ensanche e intervalos de ensanche disponiéndolos como símbolos dentro de una trama S-CDMA. También realiza una función de entrelazado, para dar protección contra el ruido impulsivo. La función, del entramador S-CDMA, de correspondencia de miniintervalos a códigos de ensanche e intervalos de ensanche se ilustra en la cláusula 6.2.12. Como se ha descrito anteriormente, una trama S-CDMA se define por el número de intervalos de ensanche por trama, el número de códigos por miniintervalo, y el número de códigos activos. El entramador utiliza esta información para hacer corresponder los miniintervalos de una transmisión a tramas. El entramador hace corresponder concesiones completas, de modo que cualquier entrelazado que se efectúe no está limitado por demarcaciones de miniintervalo individuales. El entramador DEBE alinear transmisiones de manera que comiencen y terminen en demarcaciones de miniintervalo. Dentro de una transmisión, el entramador numera los símbolos o bits y los atribuye a códigos e intervalos de ensanche independientes de la correspondencia de miniintervalos. Cuando se utiliza la codificación TCM, los símbolos codificados en TCM procedentes del codificador TCM se dividen en dos subsímbolos: el subsímbolo codificado, formado por los dos bits y la paridad generada por el codificador convolucional, y el subsímbolo no codificado, constituido por el resto de los bits. Cuando la TCM está desactivada, la salida del aleatorizador se trata como un tren continuo de bits sin tener en cuenta las demarcaciones de octeto, como se especifica en la cláusula 6.2.14.

6.2.13.1 Definición de subtrama

El entramador S-CDMA realiza el entrelazado independientemente de los miniintervalos. El entrelazado está limitado por las demarcaciones de subtrama, donde una subtrama es un subconjunto rectangular de una trama S-CDMA en el cual se efectúa el entrelazado. Normalmente, una subtrama es un número entero de palabras de código Reed-Solomon para mejorar la protección contra el ruido impulsivo.

Dada una trama S-CDMA de N_a códigos activos por K intervalos de ensanche, una subtrama es, por definición, un grupo de R filas contiguas, siendo R un entero en la gama de 1 a N_a . Asimismo, por definición, una subtrama está situada, íntegramente, dentro de una sola trama y no puede abarcar varias tramas. Cada subtrama contiene $R \cdot K$ ubicaciones y cada ubicación contiene un símbolo utilizado para correspondencia y ensanche. Cada transmisión DEBE comenzar con una nueva subtrama. La última subtrama de una trama DEBE acortarse de manera que quede situada, íntegramente, dentro de una sola trama S-CDMA, y la última subtrama de una transmisión DEBE acortarse de manera que quepa dentro de los miniintervalos concedidos. En ambos casos, la subtrama tendrá sólo R' filas y no R filas, siendo $R' \leq R$. La Figura 6-18 representa una subtrama constituida por R filas y K intervalos de ensanche dentro de una trama S-CDMA.

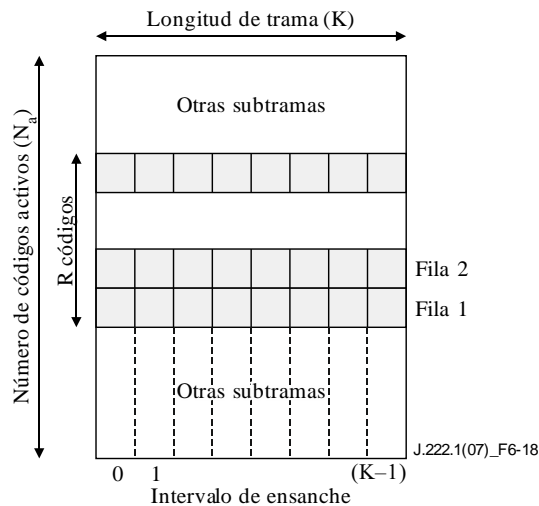


Figura 6-18 – Estructura de subtrama

Los parámetros que definen una subtrama y la numeración en una subtrama son *códigos por subtrama* y *tamaño de escalón de entrelazador*. Estos dos parámetros se especifican como parte de los atributos de ráfaga y pueden variar de un perfil de ráfaga a otro. Estos parámetros determinan el tamaño de la subtrama y también la forma de llenar la subtrama con símbolos. La gama válida para *códigos por subtrama* es de uno al número de códigos activos que se están utilizando. El parámetro *tamaño de escalón de entrelazador* se utiliza cuando se introducen símbolos codificados en TCM y símbolos de preámbulo en la trama. Estos dos tipos de símbolos se introducen en las subtramas primero a lo largo de una fila, y el parámetro *tamaño de escalón de entrelazador* indica el incremento de intervalo de ensanche que habrá de utilizarse cuando se introducen los símbolos.

6.2.13.2 Funcionamiento del entramador

Los símbolos que entran en el entramador DEBEN colocarse en el entramador de acuerdo con los siguientes conjuntos de reglas. Hay dos conjuntos de reglas aplicables a diferentes tipos de símbolos de entrada. Los símbolos de preámbulo y los subsímbolos TCM codificados siguen el primer conjunto de reglas, mientras que los subsímbolos codificados por un procedimiento diferente de TCM y los subsímbolos TCM no codificados siguen el segundo conjunto de reglas. Las reglas se especifican en las siguientes cláusulas.

6.2.13.2.1 Reglas para el preámbulo y los subsímbolos TCM codificados

El preámbulo CM (esté o no activada la TCM) y los subsímbolos TCM codificados DEBEN introducirse en la trama de acuerdo con las reglas siguientes:

- 1) El primer símbolo o subsímbolo DEBE colocarse en el primer intervalo de ensanche de la primera fila del miniintervalo concedido. En la Figura 6-18 esta sería la fila 1, intervalo de ensanche 0, suponiendo que este es el comienzo del primer miniintervalo de la concesión.
- 2) Los subsímbolos subsiguientes DEBEN colocarse en el siguiente intervalo de ensanche disponible, a una distancia igual al tamaño de escalón del entrelazador respecto al precedente. Por ejemplo, si el anterior símbolo se había colocado en el intervalo de ensanche X, el siguiente símbolo se coloca en $X + \text{tamaño de escalón del entrelazador}$.
- 3) Si, al sumar el tamaño de escalón del entrelazador, la ubicación siguiente cae más allá del final de la trama, la ubicación siguiente DEBE determinarse de modo que sea módulo la longitud de trama. Por ejemplo, si $J + \text{tamaño de escalón del entrelazador} = K+1$, la ubicación siguiente sería el intervalo de ensanche 1.

- 4) Si la ubicación siguiente ya está ocupada, el intervalo de ensanche DEBE incrementarse en una unidad hasta que se localice el siguiente intervalo de ensanche no ocupado. Por ejemplo, si la ubicación deseada es el intervalo de ensanche X y dicho intervalo de ensanche X está ocupado, pero el intervalo de ensanche X+1 no está ocupado, se utilizaría entonces X+1.
- 5) Una vez introducidos todos los intervalos de ensanche de una sola fila, se repite la operación con la fila siguiente a partir del anterior paso 1.
- 6) Una vez colocados en la trama todos los símbolos de preámbulo y de datos, los símbolos restantes en la ráfaga, según se define en los límites de trama de la cláusula 6.2.5.1.1, DEBEN rellenarse con símbolos de datos cero que se harán corresponder a una potencia no nula.
- 7) Toda ubicación que sólo tenga un subsímbolo no codificado en TCM DEBE rellenarse con bits cero en la porción de subsímbolo codificado, antes de la correspondencia y el ensanche.

6.2.13.2.2 Reglas para los símbolos no codificados y los subsímbolos TCM no codificados

Los símbolos sin codificación TCM y los subsímbolos TCM no codificados DEBEN introducirse en las subtramas de acuerdo con las reglas siguientes:

- 1) El primer símbolo DEBE colocarse en el primer código disponible del primer intervalo de ensanche disponible de la subtrama después de que el preámbulo ha sido colocado en la trama. Los símbolos se introducen desde la fila 1 hasta la fila R y, después de introducido un intervalo de ensanche, se introduce el siguiente intervalo de ensanche desde la fila 1 hasta la fila R.
- 2) Los símbolos no codificados y la porción no codificada de los símbolos TCM NO DEBEN colocarse en la misma ubicación (intervalo de ensanche, código) que la de un símbolo de preámbulo. Por ejemplo, si hay un símbolo de preámbulo en la fila X, intervalo de ensanche Y, y la fila (X+1), intervalo de ensanche Y no se está utilizando, el símbolo debería colocarse en la fila (X+1), intervalo de ensanche Y.
- 3) Los símbolos subsiguientes DEBEN colocarse en la siguiente fila disponible del primer intervalo de ensanche disponible de la subtrama actual. Esto hace que la subtrama se llene columna por columna, de abajo a arriba y después de izquierda a derecha. Por ejemplo, si las filas de la 1 a la R del intervalo de ensanche X están ya ocupadas, el siguiente símbolo se colocaría en la primera fila disponible del intervalo de ensanche X+1.
- 4) Una vez llenada completamente una subtrama, la subtrama siguiente DEBE comenzar como se especifica en el anterior paso 1.
- 5) El número de filas contenidas en la última subtrama de una trama DEBE reducirse para que quepa totalmente en la trama si no hay un espacio suficiente para una subtrama completa.
- 6) El número de filas contenidas en la última subtrama de una concesión de miniintervalos DEBE reducirse para que quepa completamente dentro de los miniintervalos concedidos si no hay un espacio suficiente para una subtrama completa dentro de la concesión.
- 7) Una vez colocados todos los símbolos de datos en la trama, los símbolos restantes en la ráfaga, según se define en los límites de ráfaga de la cláusula 6.2.5.1.1, DEBEN rellenarse con símbolos de datos cero, que se harán corresponder a una potencia no nula.
- 8) Toda ubicación que sólo tenga un subsímbolo codificado en TCM DEBE rellenarse con bits cero en la porción de subsímbolo no codificado, antes de la correspondencia y el ensanche.

6.1.13.2.3 Ejemplo de subtrama

La siguiente Figura 6-19 muestra un ejemplo en que se siguen las reglas antes citadas. Cada casilla en la figura representa un símbolo que puede contener un símbolo de preámbulo, un símbolo no codificado cuando no se esté utilizando TCM, o un subsímbolo codificado o no codificado cuando se esté usando TCM. En este ejemplo hay nueve intervalos de ensanche en la trama, tres filas para la subtrama, un tamaño de escalón del entrelazador de tres, y el preámbulo está constituido por cuatro símbolos. Sobre la base de estos parámetros, la subtrama se rellenaría como se muestra. Si los datos están codificados en TCM, las C representan las ubicaciones de los subsímbolos codificados, y las U representan las ubicaciones de los subsímbolos no codificados. Si no se utiliza TCM los símbolos se colocarían atendiendo a las U solamente.

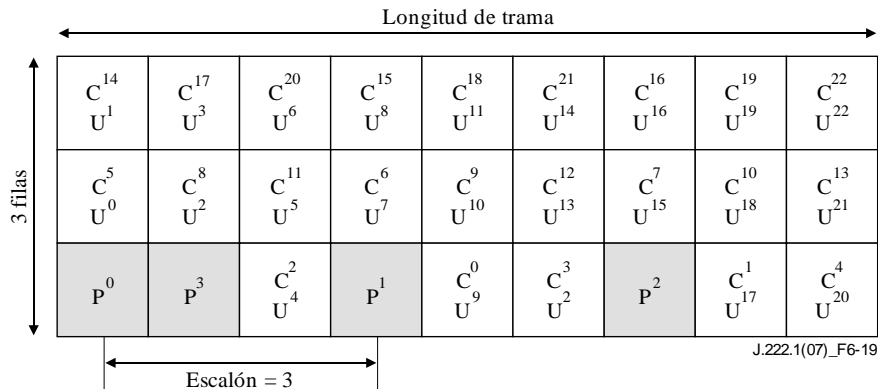


Figura 6-19 – Numeración de símbolos con y sin utilización de TCM

6.2.13.2.4 Transmisión de trama

Una vez completada una trama, y preparada para la transmisión, los símbolos DEBEN hacerse corresponder y ensancharse en el orden de los intervalos de ensanche. Esto significa que el intervalo de ensanche 0, descrito en la Figura 6-18, DEBE ser el primer intervalo de ensanche en el hilo. En el caso de datos codificados en TCM, los subsímbolos codificados y no codificados de cada ubicación en la trama DEBEN combinarse para crear símbolos completos antes del establecimiento de la correspondencia y el ensanche. Esto corresponde a crear un nuevo símbolo cuando la porción codificada del símbolo es C^i y la porción no codificada es U^j . Los símbolos de preámbulo permanecen intactos.

6.2.14 Correspondencia de símbolos

El modo de modulación es configurable mediante mensajes MAC. Las modulaciones QPSK y 16 QAM con codificación diferencial están disponibles para canales TDMA. Las modulaciones QPSK, 8 QAM, 16 QAM, 32 QAM y 64 QAM están disponibles para canales TDMA y S-CDMA. Las modulaciones QPSK, 8 QAM, 16 QAM, 32 QAM, 64 QAM y 128 QAM con codificación TCM están disponibles para canales S-CDMA. Los símbolos transmitidos en cada modo y la correspondencia de los bits de entrada a las constelaciones I y Q DEBEN ser los definidos en el Cuadro 6-3. En ese cuadro, x^1 representa el LSB de cada una de las tablas de correspondencia de símbolos y x^2, x^3, x^4, x^5, x^6 y x^7 representan el MSB para las modulaciones QPSK, 8 QAM, 16 QAM, 32 QAM, 64 QAM, y 128 QAM, respectivamente. El MSB DEBE ser el primer bit de los datos en serie que se introduce en el dispositivo de creación de correspondencia. El MSB DEBE hacerse corresponder al MSB de la tabla de símbolos. El número de bytes de datos puede que no coincida con un número entero de símbolos. En este caso, el último símbolo DEBE rellenarse con bits cero en las ubicaciones de LSB después de que se hayan procesado todos los bits de datos.

Cuadro 6-3 – Correspondencia I/Q

Modo QAM	Definiciones de bits de entrada
QPSK	$x^2 x^1$
8 QAM	$x^3 x^2 x^1$
16 QAM	$x^4 x^3 x^2 x^1$
32 QAM	$x^5 x^4 x^3 x^2 x^1$
64 QAM	$x^6 x^5 x^4 x^3 x^2 x^1$
128 QAM	$x^7 x^6 x^5 x^4 x^3 x^2 x^1$

Todas las constelaciones se definen sobre una cuadrícula común de números enteros en la Figura 6-20. Cada símbolo QAM se define con valores de 5 bits en cada eje (I y Q). Las amplitudes de símbolo relativas definidas por la cuadrícula DEBEN mantenerse a través de todas las constelaciones. Pueden utilizarse diferentes constelaciones, por ejemplo, en diferentes perfiles de ráfaga, en símbolos de preámbulo y de datos dentro de la misma ráfaga, y en la modulación de diferentes códigos de ensanche dentro de una trama.

En la Figura 6-20, E_{av} designa la energía promedio de la constelación para símbolos equiprobables. Para cada constelación se dan los valores enteros de E_{av} y las diferencias en dB, comparadas con 64 QAM, G_{const} . La constelación QPSK0 se emplea para símbolos de preámbulo y de datos QPSK de baja potencia. La utilización de QPSK1 está limitada a símbolos de preámbulo de alta potencia.

Las constelaciones de símbolos en sentido ascendente DEBEN ser las mostradas en la Figura 6-20.

Las correspondencias de símbolos QPSK con codificación Gray y con codificación diferencial en sentido ascendente DEBEN ser las mostradas en la Figura 6-21.

La correspondencia de símbolos 8 QAM en sentido ascendente DEBE ser la mostrada en la Figura 6-22.

La correspondencia de símbolos 16 QAM con codificación Gray sentido ascendente DEBE ser la mostrada en la Figura 6-23.

La correspondencia de símbolos 16 QAM con codificación diferencial en sentido ascendente DEBE ser la mostrada en la Figura 6-23.

La correspondencia de símbolos 32 QAM en sentido ascendente DEBE ser la mostrada en la Figura 6-24.

La correspondencia de símbolos 64 QAM con codificación Gray en sentido ascendente DEBE ser la mostrada en la Figura 6-25.

Las correspondencias de símbolos TCM utilizadas para S-CDMA se muestran en las Figuras 6-26 a 6-28.

La correspondencia de símbolos QPSK con codificación TCM en sentido ascendente DEBE ser la mostrada en la Figura 6-26.

La correspondencia de símbolos 8 QAM con codificación TCM en sentido ascendente DEBE ser la mostrada en la Figura 6-26.

La correspondencia de símbolos 16 QAM con codificación TCM en sentido ascendente DEBE ser la mostrada en la Figura 6-27.

La correspondencia de símbolos 32 QAM con codificación TCM en sentido ascendente DEBE ser la mostrada en la Figura 6-27.

La correspondencia de símbolos 64 QAM con codificación TCM en sentido ascendente DEBE ser la mostrada en la Figura 6-28.

La correspondencia de símbolos 128 QAM con codificación TCM en sentido ascendente DEBE ser la mostrada en la Figura 6-28.

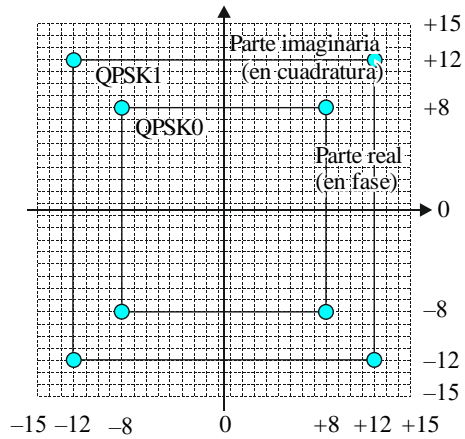
Si la codificación por cuadrante diferencial está habilitada, el cuadrante de símbolos que se transmite en ese momento se obtiene del cuadrante de símbolos transmitido anteriormente y de los actuales bits de entrada, por medio del Cuadro 6-4. Si la codificación por cuadrante diferencial está habilitada, la subcapa PMD en sentido ascendente DEBE aplicar estas reglas de codificación diferencial a todos los símbolos transmitidos (incluidos los que transportan bits de preámbulo). La codificación por cuadrante diferencial sólo está disponible para QPSK y 16 QAM en canales TDMA. En el Cuadro 6-4, I(1)Q(1) hace referencia a x^2x^1 y x^4x^3 del Cuadro 6-3 para los casos de QPSK y 16 QAM, respectivamente.

Cuadro 6-4 – Definición de codificación por cuadrante diferencial

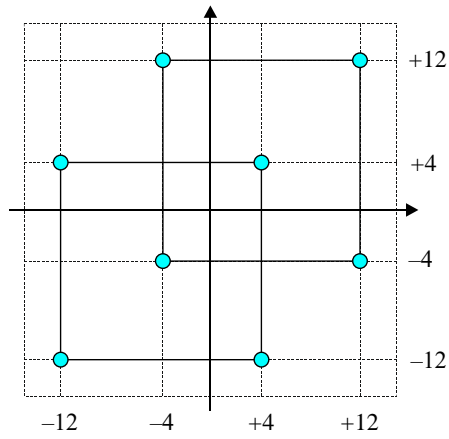
Bits de entrada actuales I(1) Q(1)	Cambio de fase del cuadrante	Bits MSB del símbolo transmitido anteriormente	Bits MSB para el símbolo que se transmite actualmente
00	0	11	11
00	0	01	01
00	0	00	00
00	0	10	10
01	90	11	01
01	90	01	00
01	90	00	10
01	90	10	11
11	180	11	00
11	180	01	10
11	180	00	11
11	180	10	01
10	270	11	10
10	270	01	11
10	270	00	01
10	270	10	00

QPSK0: $E_{av} = 128$ ($G_{const} = -1,18$ dB rel a 64 QAM)

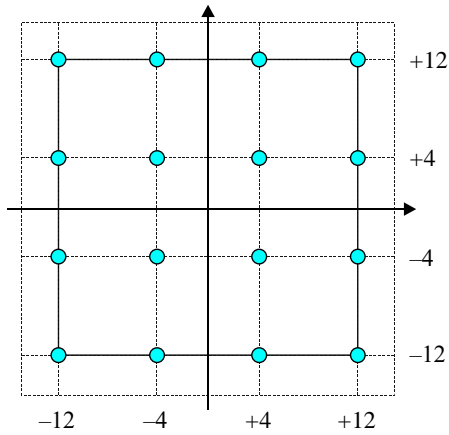
QPSK1: $E_{av} = 288$ ($G_{const} = +2,34$ dB)



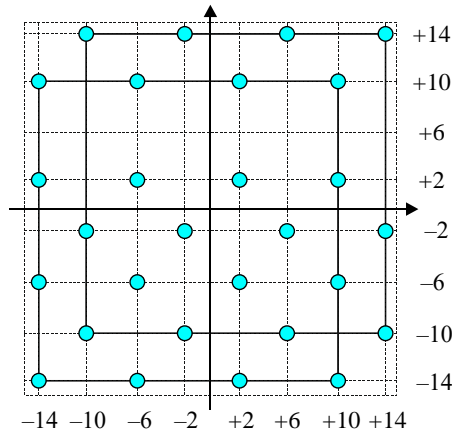
8 QAM-DS: $E_{av} = 160$ ($G_{const} = -0,21$ dB)



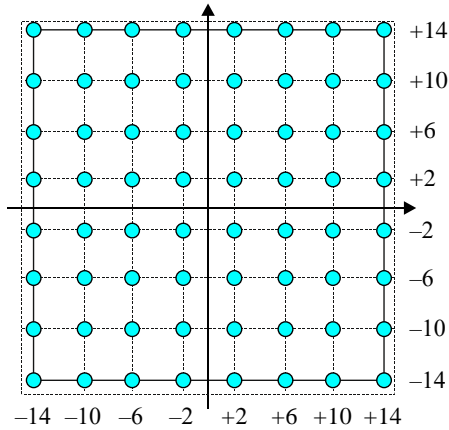
16 QAM-SQ: $E_{av} = 160$ ($G_{const} = -0,21$ dB)



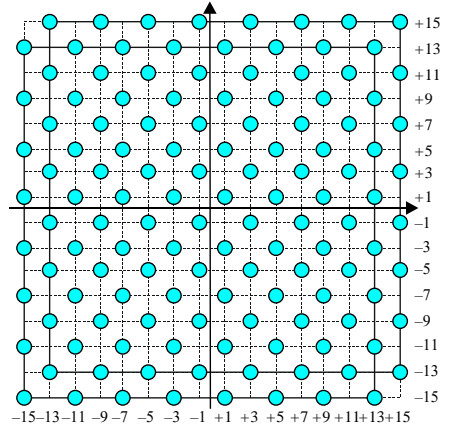
32 QAM-DS: $E_{av} = 168$ ($G_{const} = 0$ dB)



64 QAM-SQ: $E_{av} = 168$ ($G_{const} = 0$ dB)



128 QAM-DS: $E_{av} = 170$ ($G_{const} = 0,05$ dB)



J.222.1(07)_F6-20

Figura 6-20 – Constelaciones de símbolos

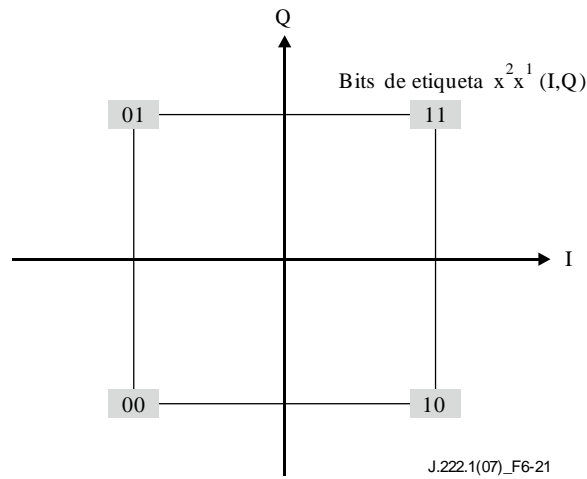


Figura 6-21 – Correspondencia de símbolos QPSK con codificación Gray y con codificación diferencial

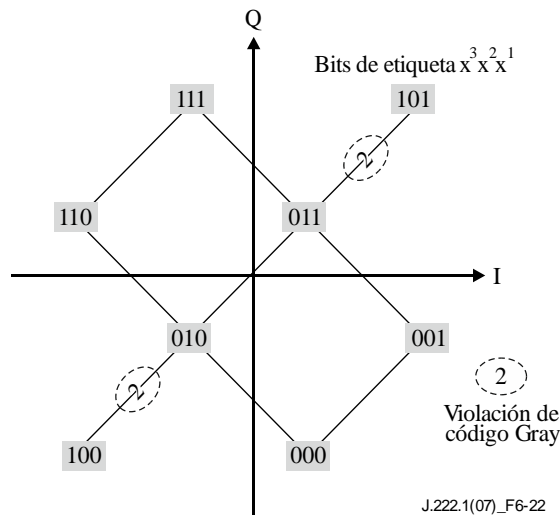
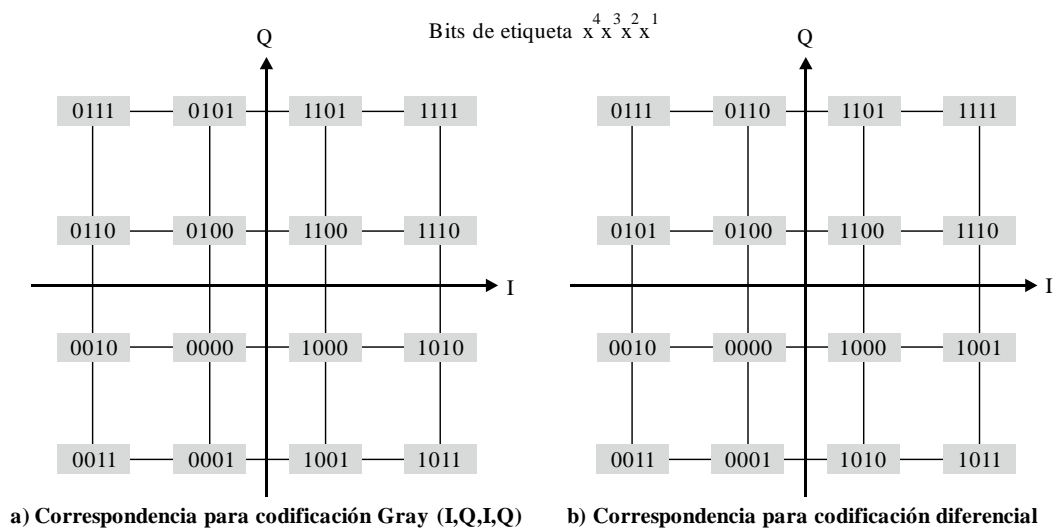


Figura 6-22 – Correspondencia de símbolos 8 QAM



a) Correspondencia para codificación Gray (I,Q,I,Q) b) Correspondencia para codificación diferencial

Figura 6-23 – Correspondencia de símbolos 16 QAM

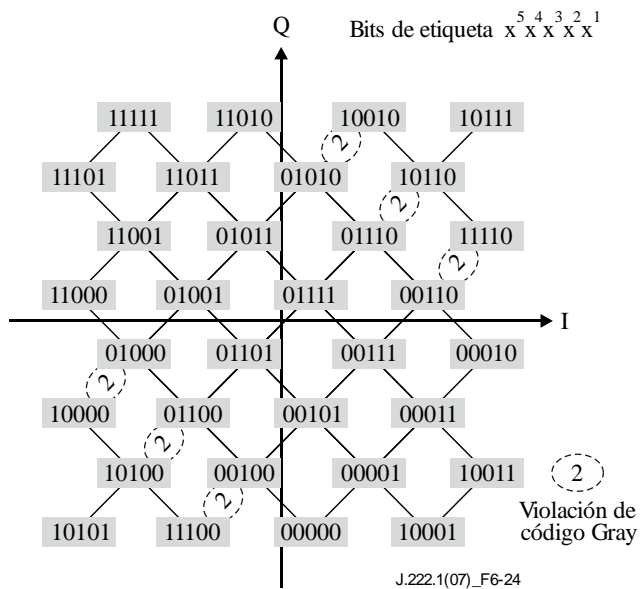


Figura 6-24 – Correspondencia de símbolos 32 QAM

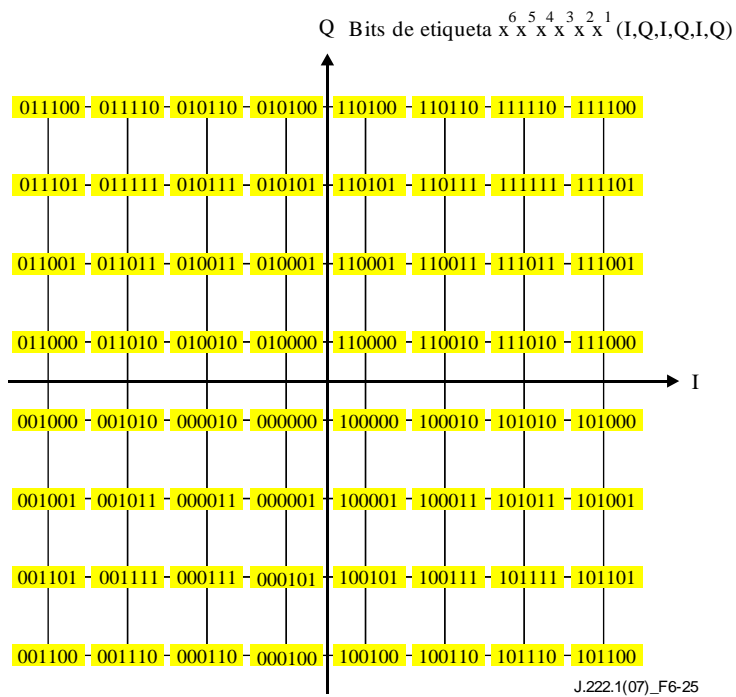


Figura 6-25 – Correspondencia de símbolos 64 QAM

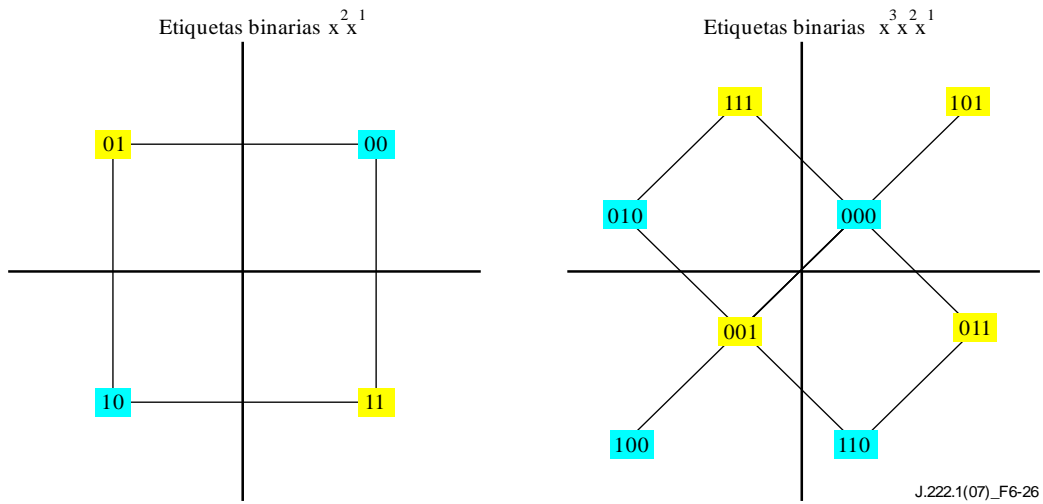


Figura 6-26 – Correspondencia de símbolos QPSK y 8 QAM con codificación TCM

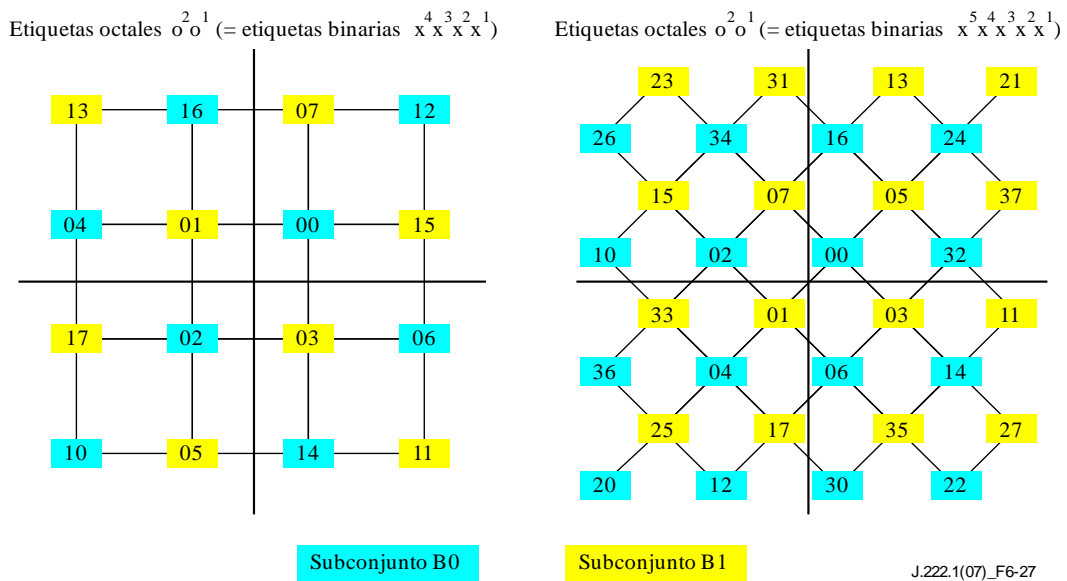


Figura 6-27 – Correspondencia de símbolos 16 QAM y 32 QAM con codificación TCM

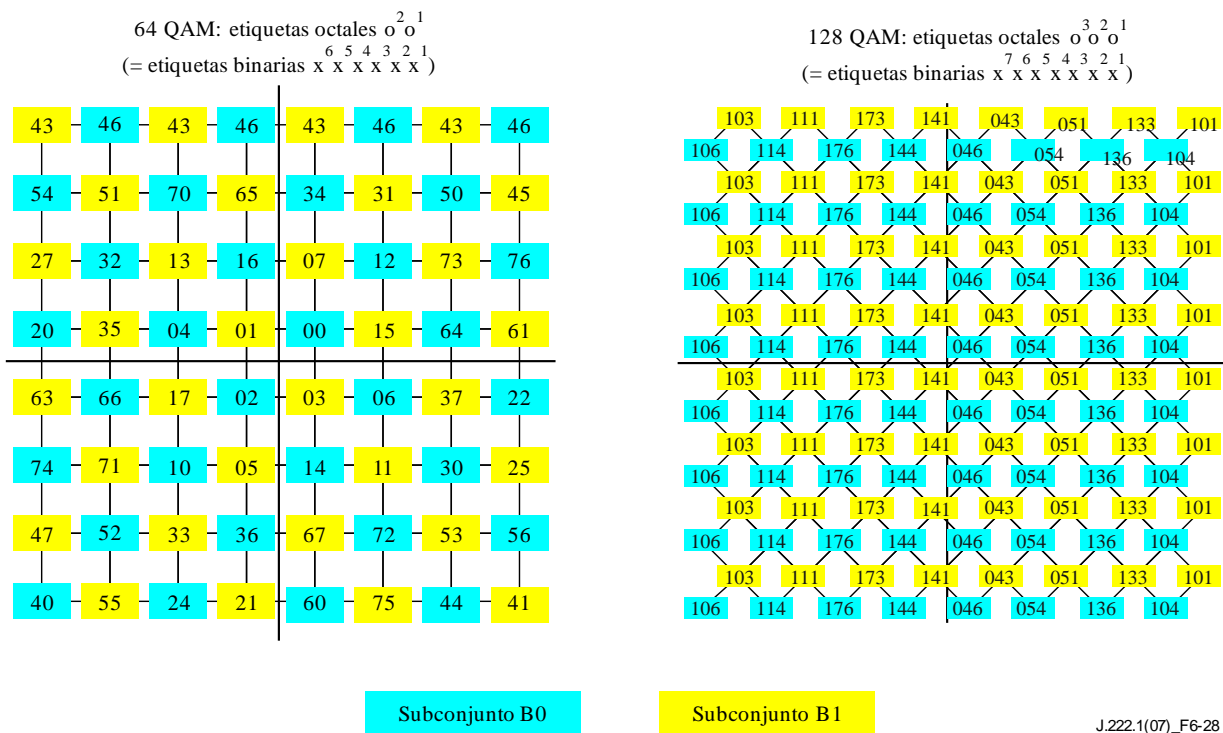


Figura 6-28 – Correspondencia de símbolos 64 QAM y 128 QAM con codificación TCM

6.2.15 Ensanchador S-CDMA

La transmisión de señales con S-CDMA se basa en la modulación de espectro ensanchado con secuencia directa. El S-CDMA emplea una familia de palabras de código digitales ortogonales, denominadas códigos de ensanche, para transmitir simultáneamente hasta 128 símbolos de modulación. En cada intervalo de ensanche se transmite un vector, P_k , de manera que:

$$P_k = S_k * C$$

donde S_k es un vector, $[s_{k,127}, s_{k,126}, \dots, s_{k,0}]$, de símbolos de modulación en la cuadrícula de números enteros de la cláusula 6.2.14 que habrá de transmitirse en el intervalo de ensanche k , y C es una matriz:

$$C = \begin{bmatrix} c_{127,127} & c_{127,126} & \dots & c_{127,0} \\ c_{126,127} & c_{126,126} & \dots & c_{126,0} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{0,127} & c_{0,126} & \dots & c_{0,0} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 & x_{127} & \dots & x_2 & -1 \\ x_2 & x_1 & \dots & x_3 & -1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & -1 \\ x_{127} & x_{126} & \dots & x_1 & -1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

donde las filas de C son los 128 códigos de ensanche de modo que code $i = [c_{i,127}, c_{i,126}, \dots, c_{i,0}]$. La matriz C puede escribirse de forma simplificada según sus filas, a saber:

$$C = \begin{bmatrix} \text{code 127} \\ \text{code 126} \\ \dots \\ \text{code 2} \\ \text{code 1} \\ \text{code 0} \end{bmatrix}$$

El resultado de la operación de ensanche es el vector de transmisión P_k que tiene 128 elementos, $(P_{k,127}, P_{k,126}, P_{k,0})$, donde cada elemento se transmite a la velocidad de señalización, siendo el elemento $P_{k,0}$ el primero que se transmite (en tiempo). El primer elemento S_0 que entra en el ensanchador se define de la manera siguiente. Como un punto de referencia, para 128 códigos atribuidos, y considerando la primera columna del entramador ($k = 0$), S_0 es el primer símbolo (en tiempo) que entra en el entramador, ocupa el elemento situado más bajo a la izquierda, en el entramador, y es el primer elemento que entra en el ensanchador.

El conjunto de códigos ortogonales utilizados para la operación de ensanche es casi cíclico y consiste en valores que son +1 o -1. Code 0 consiste en 128 elementos, cada uno de los cuales tiene un valor de +1. Para cada uno de los demás códigos de ensanche, code i , el elemento $c_{i,0}$ es -1 y los elementos restantes se obtienen por un cambio cíclico de una secuencia x , como se muestra en la anterior matriz en esta cláusula.

La secuencia x_i se define de tal manera que todos los elementos que corresponden al siguiente conjunto de índices son iguales a -1:

{2 3 4 5 6 7 9 10 11 13 16 17 18 19 20 21 25 26 28 30 31 33 34 35 37 39 40 41 49 51 52 55 56 59 60 61 65 66 67 69 72 73 74 77 78 79 81 84 90 92 94 97 100 101 103 106 109 110 111 114 117 119 121};

los elementos restantes de code 1 tienen un valor de +1.

Cada code i se obtiene por un cambio cíclico hacia la izquierda (en el sentido de aumento de los índices) de code $(i-1)$ donde el elemento, $c_{i,0}$, tiene un valor de -1 y no interviene en el cambio cíclico.

Aunque cada código se define de modo que todos tengan igual potencia, los símbolos ensanchados pueden tener potencias no exactamente iguales, pues los símbolos a la entrada del ensanchador tienen valores de E_{av} que varían, de acuerdo con la cuadrícula de símbolos enteros de la cláusula 6.2.14.

Si a un CM no se le ha asignado el uso de un determinado código i en un intervalo de tiempo de ensanche, k , en el cálculo de su vector de transmisión, P_k , fijará el conjunto $S_{k,i}$ a cero numérico. La asignación de códigos al CM la efectúa el entramador cuando asigna a una ráfaga de símbolos un orden determinado en el espacio bidireccional de códigos y tiempo. Esta secuenciación de símbolos se describe detalladamente en cláusula 6.2.13.

Los componentes I y Q de los símbolos se ensanchan utilizando el mismo código de ensanche.

En la multiplicación matricial de acuerdo con la anterior ecuación y el subsiguiente procesamiento por el CM antes de la D/A, hay una operación esencial de recorte en la cual (a título de ejemplo) los elementos (impulsos conformados) filtrados de P_k que excedan cierto valor absoluto específico del vendedor son recortados (reteniendo el ángulo complejo) a este valor absoluto. Esta operación no lineal, que se desvía con respecto a la anterior ecuación y al subsiguiente procesamiento lineal antes de la D/A, es esencial para satisfacer los requisitos relativos a las emisiones espurias y a la MER, en una forma segura y eficaz, cuando se trabaja a los niveles más altos de la potencia media de transmisión del CM (véase el Cuadro 6-12, "Parámetros de ráfaga exclusivos del usuario").

6.2.15.1 Salto de código

Por salto de código ha de entenderse una reordenación sistemática de las filas de la matriz de ensanche, C , en cada intervalo de ensanche, k , se produce una nueva matriz de código, C_k . Un generador de números pseudoaleatorios determina el cambio cíclico de un subconjunto de filas de la matriz C original. Se definen dos modos de salto de código: el modo 1 de salto de código se utiliza exclusivamente con el modo 1 de códigos activos seleccionables; el modo 2 de salto de código se utiliza exclusivamente con el modo 2 de códigos activos seleccionables.

En el modo S-CDMA, el CM DEBE soportar el modo 1 de salto de código. En el modo S-CDMA, el CM DEBERÍA soportar el modo 2 de salto de código. El CMTS PUEDE soportar el salto de código.

6.2.15.1.1 Modo 1 de salto de código

En el modo 1 de salto de código, cuando el número de códigos es $N_a < 128$, los códigos cíclicos se saltan (cambian cíclicamente), mientras el code 0, el código todo unos, permanece fijo en la parte inferior de la matriz. Los códigos no utilizados se sitúan en las $(128 - N_a)$ filas inferiores de la matriz C_k saltada. Por consiguiente, para $N_a < 127$, el conjunto de códigos no utilizados cambia en cada intervalo de ensanche. Cuando $N_a = 128$, se saltan todos los códigos, incluido el code 0. La matriz de ensanche saltada se define mediante:

$$C_k = \begin{bmatrix} C_{f(k,127),127} & C_{f(k,127),126} & \cdots & C_{f(k,127),0} \\ C_{f(k,126),127} & C_{f(k,126),126} & \cdots & C_{f(k,126),0} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ C_{f(k,0),127} & C_{f(k,0),126} & \cdots & C_{f(k,0),0} \end{bmatrix}$$

donde:

$$f(k,i) = \begin{cases} \text{módulo } (128 - \text{lfsr_out}(k) + i), 128), N_a = 128, 0 \leq i \leq 127 \\ \text{módulo } (126 - \text{lfsr_out}(k) + i), 127), N_a < 128, 1 \leq i \leq 127 \end{cases}$$

Los elementos de la matriz $c_{i,j}$ son los elementos de la matriz de código C original:

k indica el intervalo de ensanche;

i indica la fila de la matriz;

lfsr_out es un número pseudoaleatorio, descrito en la cláusula 6.2.15.1.3.

6.2.15.1.2 Modo 2 de salto de código

En el modo 2 de salto de código, se saltan los códigos activos mientras los códigos no utilizados permanecen en la parte inferior de la matriz. En la siguiente ecuación la línea horizontal muestra la división entre códigos activos y códigos no utilizados. La matriz de ensanche saltada se define mediante:

$$C_k = \begin{bmatrix} C_{f(k,127),127} & C_{f(k,127),126} & \cdots & C_{f(k,127),0} \\ C_{f(k,126),127} & C_{f(k,126),126} & \cdots & C_{f(k,126),0} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \hline C_{f(k,128-N_a),127} & C_{f(k,128-N_a),126} & \cdots & C_{f(k,128-N_a),0} \\ C_{u(128-N_a-1),127} & C_{u(128-N_a-1),126} & \cdots & C_{u(128-N_a-1),0} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ C_{u(0),127} & C_{u(0),126} & \cdots & C_{u(0),0} \end{bmatrix}$$

donde:

$$f(k,i) = \text{active_code_list} [\text{módulo}(2*N_a - 128 - \text{hop_number}(k) + i, N_a)]$$

$$128 - N_a \leq i \leq 127$$

Los elementos de la matriz $c_{i,j}$ son los elementos de la matriz de código C original:

k indica el intervalo de ensanche;

i indica la fila de la matriz;

N_a es el número de códigos activos;

active_code_list es la lista de códigos activos, en orden creciente, donde cada elemento pertenece a la gama 0 a 127;

u es la lista de códigos no utilizados, en orden creciente, donde cada elemento pertenece a la gama 0 a 127;

hop_number es un número pseudoaleatorio descrito en la cláusula 6.2.15.1.3.

A continuación se muestra un ejemplo numérico del modo 2 de códigos activos seleccionables y el modo 2 de salto de código. En la Figura 6-16 se muestran $N_a = 124$ códigos activos con lista de códigos no utilizados $u = \{0, 1, 5, 125\}$. Así, $active_code_list = \{2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, \dots, 123, 124, 126, 127\}$, como se indica a la izquierda de la figura; $active_code_list(0) = 2$, $active_code_list(123) = 127$, $u(0) = 0$, y $u(3) = 125$. Suponiendo un intervalo de ensanche dado, k , el generador de salto pseudoaleatorio devuelve un $hop_number = 0$ (esto genera la misma matriz que se obtendría con el salto de código desactivado). La matriz de ensanche, C_k , está formada por los códigos no utilizados en la parte inferior y los códigos activos en orden creciente en la parte superior:

$$C_k = \begin{array}{|c} \text{code 127} \\ \text{code 126} \\ \text{code 124} \\ \text{code 123} \\ \dots \\ \text{code 8} \\ \text{code 7} \\ \text{code 6} \\ \text{code 4} \\ \text{code 3} \\ \text{code 2} \\ \hline \text{code 125} \\ \text{code 5} \\ \text{code 1} \\ \text{code 0} \end{array}$$

Con otro intervalo de ensanche, si $\text{hop_number} = 3$, las filas de códigos activos cambian cíclicamente en vertical de tres en tres filas, mientras que los códigos no utilizados permanecen fijos y la matriz de ensanche C_k es entonces:

$$C_k = \begin{bmatrix} \text{code 123} \\ \text{code 122} \\ \text{code 121} \\ \text{code 120} \\ \dots \\ \text{code 9} \\ \text{code 8} \\ \text{code 7} \\ \text{code 6} \\ \text{code 4} \\ \text{code 3} \\ \text{code 2} \\ \text{code 127} \\ \text{code 126} \\ \underline{\text{code 124}} \\ \text{code 125} \\ \text{code 5} \\ \text{code 1} \\ \text{code 0} \end{bmatrix}$$

6.2.15.1.3 Generador de salto de código

El generador de números pseudoaleatorios, que determina la reordenación de la matriz de ensanche durante el salto de código, utiliza el registro de desplazamiento con realimentación lineal (LFSR, *linear feedback shift register*) que se muestra en la Figura 6-29. Para alinear la secuencia pseudoaleatoria de salto de código del CM con la del CMTS, el generador pseudoaleatorio debe sacar el siguiente valor en el primer intervalo de ensanche de cada trama:

$$\text{lfsr_out}(\text{frame_number} * \text{spreading_interval_per_frame})$$

donde $\text{lfsr_out}(k)$ es el valor de lfsr_out , después de la actualización del registro de desplazamiento k tras la carga de la semilla salto de código en el LFSR. Los bits se definen como $\text{lfsr_out}_{7:1} = s_{7:1}$, siendo s el contenido del registro de desplazamiento y lfsr_out bit 7 el MSB. En el modo 1 de salto de código, la actualización del registro de desplazamiento equivale a un desplazamiento del LFSR. En el modo 2 de salto de código, la actualización del registro de desplazamiento equivale a 15 desplazamientos del LFSR.

El contador de tramas y los procedimientos para su sincronización se describen en la cláusula 6.2.12.2. En esta reinicialización se introduce en el registro de desplazamiento un valor de inicialización (semilla) de 15 bits, que se utiliza para el primer intervalo de ensanche. El valor semilla de 15 bits se configura en respuesta al mensaje descriptor de canal ascendente del CMTS.

A cada intervalo de ensanche, k, subsiguiente se actualiza el LFSR. El mecanismo de salto de código (LFSR e índice de intervalo de ensanche, k) avanza para cada intervalo de ensanche (128 intervalos de modulación) tanto en las tramas con ensanchador activado como en las tramas con ensanchador desactivado.

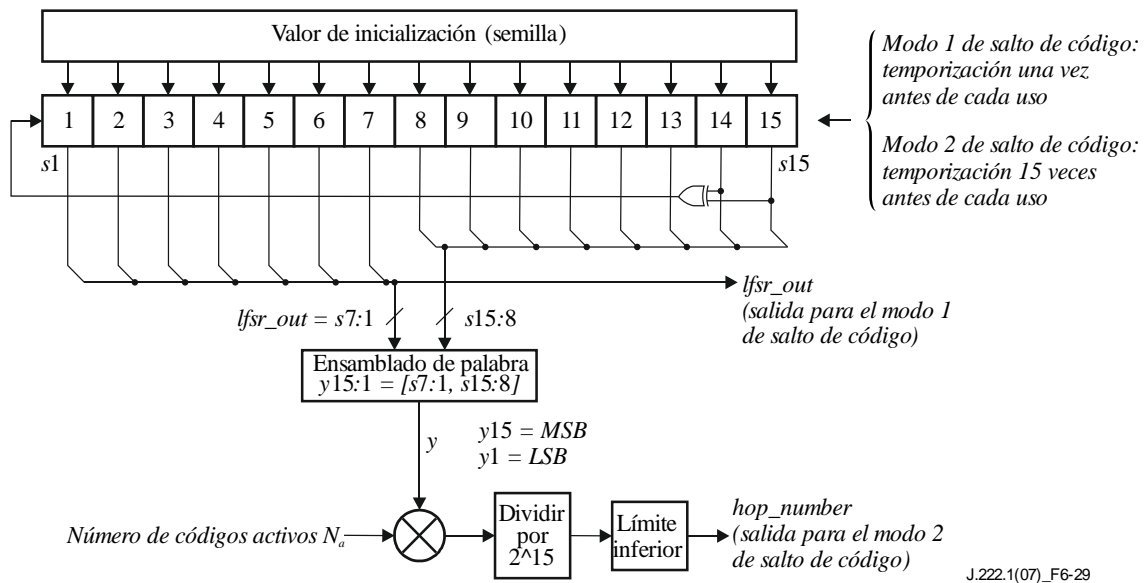


Figura 6-29 – Generador de números aleatorios para salto de código

6.2.15.1.3.1 Generación de números pseudoaleatorios para el modo 1 de salto de código

En el modo 1 de salto de código, el LFSR se actualiza temporizándolo una vez antes de cada uso en cada intervalo de ensanche. El lfsr_out de salida se utiliza para calcular los índices de la matriz de ensanche con la ecuación para el modo 1 de salto de código anterior.

6.2.15.1.3.2 Generación de números pseudoaleatorios para el modo 2 de salto de código

En el modo 2 de salto de código, el LFSR se actualiza temporizándolo 15 veces antes de su utilización en cada intervalo de ensanche, evacuándolo así para reducir la correlación entre saltos. El contenido del LFSR se adapta entonces para producir un número de saltos pseudoaleatorio con distribución aproximadamente uniforme en la gama 0 a $N_a - 1$. La adaptación consiste en la siguiente operación:

$$hop_number = \text{floor}\left(\frac{N_a \cdot y}{2^{15}}\right)$$

En esta ecuación, N_a es el número de códigos activos e y es el resultado del ensamblado de la salida del LFSR en una palabra de 15 bits, a saber: los bits 7:1 del LFSR se corresponden con los 7 bits más significativos de y. Los bits 15:8 restantes del LFSR se utilizan como los 8 bits menos significativos de y. Es decir que $y_{15:1} = [s_{7:1}, s_{15:8}]$, donde y_{15} se considera el MSB. El hop_number de salida se utiliza para calcular los índices de la matriz de ensanche con la ecuación para el modo 2 de salto de código anterior.

Se DEBE asegurar la total precisión de la multiplicación $N_a * y$. A continuación DEBE truncarse el producto, descartando los 15 LSB, como se muestra en la figura. También puede utilizarse un proceso equivalente que dé como resultado el mismo hop_number a partir de las mismas condiciones de partida. La utilización de los 15 bits del LFSR crea un efecto de oscilación que impide las "aglomeraciones" en la distribución de saltos.

6.2.16 Preigualador en transmisión

El CM DEBE configurar, para cada canal ascendente utilizado, un preigualador en transmisión con una estructura de igualador lineal, como se muestra en la Figura 6-30, en respuesta al mensaje respuesta de alineación de distancia (RNG-RSP, *ranging response*) transmitido por el CMTS.

El preigualador de un CM tiene dos modos de funcionamiento: los modos preecualización DOCSIS 1.1 y DOCSIS 2.0. En el modo DOCSIS 1.1, el CM DEBE soportar una estructura de igualador con un espaciado igual al intervalo de modulación (T), con 8 tomas; el preigualador PUEDE tener 1, 2 ó 4 muestras por símbolo, con una longitud de toma de más de 8 símbolos. En el modo preecualización DOCSIS 1.1, por razones de retrocompatibilidad, el CMTS PUEDE soportar un formato de igualador con espaciado igual a una fracción del intervalo de modulación (T/2 y T/4). En el modo preecualización DOCSIS 2.0, el preigualador DEBE soportar una estructura de igualador con un espaciado (T) de símbolo, con 24 tomas.

En canales lógicos sólo DOCSIS 1.x (canales lógicos tipo 1 [UIT-T J.222.2]), el CM y el CMTS DEBEN utilizar el modo preecualización DOCSIS 1.1.

En canales lógicos sólo DOCSIS 2.0 o DOCSIS 3.0 (canales lógicos tipo 3 o tipo 4 [UIT-T J.222.2]), el CM y el CMTS DEBEN utilizar el modo preecualización DOCSIS 2.0.

En canales lógicos mixtos DOCSIS 1.x/2.0 (canales lógicos tipo 2 [UIT-T J.222.2]), el CM y el CMTS DEBEN utilizar el modo preecualización DOCSIS 1.1 desde la determinación de distancia inicial hasta que el modo DOCSIS 2.0 o el modo transmisión por canales múltiples hayan sido activados en el proceso de registro (si se activa alguno de ellos). El CM y el CMTS DEBEN utilizar el modo preecualización DOCSIS 2.0 tras la activación de DOCSIS 2.0 para el CM. Si el CM se pone en modo transmisión por canales múltiples, el CM y el CMTS utilizarán la preecualización DOCSIS 2.0 para todas las ráfagas en los canales lógicos tipo 2, sea el descriptor de ráfaga del UCD para las ráfagas transmitidas de tipo 4 o de tipo 5.

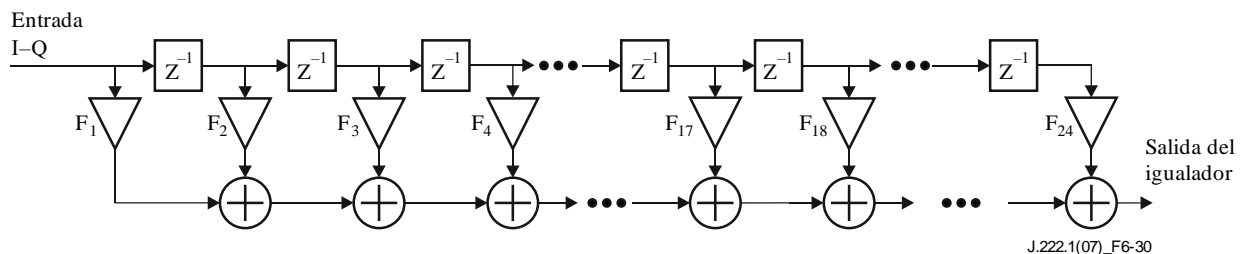


Figura 6-30 – Estructura del preigualador en transmisión

El mensaje MAC RNG-RSP transporta la información de igualación del CM, y puede ordenar al CM que efectúe la convolución los coeficientes del igualador o (en el modo preecualización DOCSIS 2.0 solamente) que los cargue directamente. Cuando se ordena al CM que efectúe la convolución de los coeficientes del igualador en transmisión, el CM DEBE convolucionar los coeficientes enviados por el CMTS en el mensaje RNG-RSP con los coeficientes existentes, a fin de obtener los nuevos coeficientes. Una vez efectuada la convolución, el CM DEBE truncar su resultado para que queden 24 tomas (8 tomas en el modo preecualización DOCSIS 1.1), estando la toma principal situada en la toma designada por el último mensaje RNG-RSP recibido por el CM. El funcionamiento de la convolución se formula por la siguiente ecuación:

$$F_n^{m+1} = \sum_{k=\max(1-L^{m+1}, n+L^m-L^{m+1}-24)}^{\min(24-L^{m+1}, n+L^m-L^{m+1}-1)} F_{n-k+L^m-L^{m+1}}^m \times \hat{F}_{k+L^{m+1}}^m, n = 1 \dots 24$$

donde:

- F_n^m son los coeficientes antes de la convolución;
- F_n^{m+1} son los coeficientes después de la convolución;
- \hat{F}_n son los coeficientes enviados desde el CMTS;
- L^m es la ubicación de la toma principal antes de la convolución;
- L^{m+1} es la ubicación de la toma principal después de la convolución como lo dispone el CMTS.

En el modo preecualización DOCSIS 2.0 el CMTS PUEDE ordenar al CM que cargue los coeficientes del preigualador en transmisión. Cuando se ordena al CM que cargue los coeficientes del igualador en transmisión, éste DEBE cargar los coeficientes enviados por el CMTS en los coeficientes del preigualador, después de una normalización adecuada, si es necesaria.

En canales lógicos sólo DOCSIS 1.x, en respuesta a una petición de determinación de distancia inicial y de peticiones de determinación de distancia periódicas antes del registro del CM, cuando el CMTS envía los coeficientes del preigualador, el CMTS DEBE calcularlos y enviarlos con una longitud de igualador de 8 y en formato con un espaciamiento T, siendo T el intervalo de modulación. Después del registro, el CMTS PUEDE utilizar un formato de igualador con espaciamiento fraccionario (de T/2 o T/4), con una mayor longitud de toma, para que concuerde con las capacidades del preigualador del CM, de las cuales el CMTS se enteró por el campo capacidades de módem del mensaje REG-REQ.

En canales sólo lógicos DOCSIS 2.0 o sólo DOCSIS 3.0, el CMTS DEBE calcular y enviar los coeficientes del preigualador con una longitud de igualador de 24 y un formato con espaciamiento T en todo momento.

En canales lógicos mixtos DOCSIS 1.x/2.0, en respuesta a una petición de determinación de distancia inicial y a peticiones de determinación de distancia periódicas antes del registro del CM, cuando el CMTS envía los coeficientes del preigualador, el CMTS DEBE calcularlos y enviarlos con una longitud de igualador de 8 y un formato con espaciamiento T. Después del registro, si el modo preecualización DOCSIS 1.1 está activado, el CMTS PUEDE utilizar un formato de igualador con espaciamiento fraccionario (de T/2 o T/4), con una mayor longitud de toma, para que concuerde con las capacidades del preigualador del CM de las cuales el CMTS se enteró por el campo capacidades de módem del mensaje REG-REQ. Si el modo preecualización DOCSIS 2.0 o el modo de transmisión por múltiples canales están activados para el CM, el CMTS DEBE utilizar una estructura de igualador con espaciamiento T, con 24 tomas. Si en la primera actualización del preigualador después de la activación del modo preecualización DOCSIS 2.0 se utiliza el modo "convolución", el CM DEBE rellenar con ceros el filtro de 8 tomas existente como en el caso de un filtro de 24 tomas, después de lo cual efectuará la convolución de acuerdo con las reglas anteriormente enunciadas.

Antes de hacer una petición de determinación de distancia inicial y cada vez que cambia la frecuencia o la velocidad de modulación del canal en sentido ascendente, el CM DEBE inicializar los coeficientes del preigualador a un juego de valores por defecto en el cual todos los coeficientes son cero excepto el coeficiente real de la primera toma (es decir, F_1). Cada vez que cambia la ubicación principal, el CM, no el CMTS, DEBE compensar el retardo (desplazamiento de la determinación de distancia) debido al desplazamiento, de la anterior ubicación de la toma principal a una nueva ubicación de la toma principal, de los coeficientes de igualador enviados por el CMTS (tanto en operaciones de "convolución" como en operaciones de "carga"). Los coeficientes del preigualador se actualizan entonces mediante el subsiguiente proceso de determinación de distancia (determinación de distancia inicial unidifusión, y determinación de distancia periódica).

En el modo preecualización DOCSIS 1.1, el CMTS NO DEBE desplazar la ubicación de la toma principal durante una determinación de distancia periódica.

En el modo preecualización DOCSIS 1.1, el CMTS NO DEBE ordenar al CM que cargue los coeficientes del igualador en transmisión.

En el modo preecualización DOCSIS 2.0, el CMTS PUEDE desplazar la ubicación de la toma principal durante la determinación de distancia inicial unidifusión o durante una determinación de distancia periódica.

Los coeficientes del igualador pueden incluirse en cada mensaje RNG-RSP, pero generalmente sólo aparecen cuando el CMTS determina que la respuesta del canal ha cambiado significativamente. La frecuencia de las actualizaciones de los coeficientes del igualador en el mensaje RNG-RSP la determina CMTS.

El CM DEBE normalizar los coeficientes del igualador en transmisión a fin de garantizar un funcionamiento adecuado (por ejemplo, sin desbordamiento ni recorte). El CM NO DEBE modificar su potencia de transmisión deseada debido a la o pérdida en los nuevos coeficientes, tanto en operaciones de "convolución" como de "carga". La potencia deseada se define en la cláusula 6.2.19, "Requisitos de potencia de transmisión".

En el modo DOCSIS 1.1, si la estructura de igualador del CM tiene el mismo número de coeficientes que los asignados en el mensaje RNG-RSP, el CM NO DEBE cambiar la ubicación de la toma principal en el mensaje RNG-RSP. Si la estructura de igualador del CM tiene un número de coeficientes diferente de los definidos en el mensaje RNG-RSP, el CM PUEDE cambiar el valor de la ubicación de la toma principal. El CM DEBE ajustar su desplazamiento de determinación de distancia, además de efectuar cualquier otro ajuste indicado en el mensaje RNG-RSP, en una cantidad que compense el desplazamiento de la ubicación de la toma principal.

6.2.17 Conformación espectral

El transmisor en sentido ascendente del CM DEBE aproximar un filtro Nyquist de conformación de impulso en forma de raíz cuadrada de coseno elevado con un factor de caída $\alpha = 0,25$. Para el funcionamiento con un CMTS DOCSIS 3.0 (a menos que el CMTS funcione como un CMTS anterior a DOCSIS 3.0), el ancho de banda transmitida entre los puntos de -30 dB del CM NO DEBE exceder los valores de ancho de canal indicados en el Cuadro 6-5. Para la retrocompatibilidad con un CMTS que funcione como un CMTS anterior a DOCSIS 3.0, el ancho de banda transmitida entre los puntos de -30 dB NO DEBE exceder los valores de ancho de canal del Cuadro 6-6. Los valores de ancho de canal se dan en forma analítica por la expresión:

$$\text{Ancho de canal} = \text{Velocidad de modulación} \cdot (1 + \alpha).$$

Cuadro 6-5 – Máximo ancho de canal para el funcionamiento con un CMTS DOCSIS 3.0

Velocidad de modulación (kHz)	Ancho de canal (kHz)
1 280	1 600
2 560	3 200
5 120	6 400

Cuadro 6-6 – Máximo ancho de canal para el funcionamiento con un CMTS anterior a DOCSIS 3.0

Velocidad de modulación (kHz)	Ancho de canal (kHz)	Aplicabilidad
160	200	El CM PUEDE soportar
320	400	El CM PUEDE soportar
640	800	El CM PUEDE soportar
1 280	1 600	El CM DEBE soportar
2 560	3 200	El CM DEBE soportar
5 120	6 400	El CM DEBE soportar

6.2.17.1 Agilidad de las frecuencias y gama de frecuencias en sentido ascendente

El CM DEBE soportar el funcionamiento en la gama de frecuencias de 5-42 MHz ascendente normalizada.

Además, el CM PUEDE soportar el funcionamiento seleccionable en:

- a) la gama de frecuencias 5-42 MHz ascendente normalizada; o
- b) la gama de frecuencias 5-85 MHz ascendente ampliada, de borde a borde.

DEBEN soportarse las instrucciones de frecuencia de desplazamiento DEBE del Cuadro 6-12.

6.2.17.2 Formato del espectro

El modulador en sentido ascendente DEBE funcionar con el formato $s(t) = I(t) \cdot \cos(\omega t) - Q(t) \cdot \sin(\omega t)$, donde t representa el tiempo, y ω la frecuencia angular.

6.2.18 Retardos de procesamiento relativos

El retardo (o tiempo) de procesamiento del MAP por el CM es el tiempo que transcurre entre el instante en que el último bit de un mensaje MAP llega al CM y el instante en que este MAP se torna efectivo. Durante este tiempo, el CM debería procesar el mensaje MAP y rellenar sus entrelazadores (o su entramador, en modo S-CDMA) con datos codificados. El CMTS DEBE transmitir el mensaje MAP con suficiente antelación para permitir el retardo de procesamiento del MAP por el CM especificado más adelante.

Para un CM en modo MTC, el retardo de procesamiento del MAP por el CM, D_p , se da por las siguientes ecuaciones:

$$D_p = 600 + \frac{M}{5,12} \mu s$$

$$M = \begin{cases} I_r N_r, & I_r \neq 0 \\ B_r, & I_r = 0 \end{cases}$$

donde M es el número de elementos en los entrelazadores del CM (en el caso de TDMA), o en el entramador (en el caso de S-CDMA). Si no hay intercalación ascendente o entramado S-CDMA, $M = 0$. Obsérvese que en las anteriores ecuaciones, los valores para B_r e $I_r \cdot N_r$ se toman como los valores máximos de todos los tipos de ráfaga especificados en un determinado UCD.

En el modo S-CDMA, $M = 128 (K+1)$, donde K es el número de intervalos de ensanche por trama. Es el tiempo requerido para procesar una trama S-CDMA más un intervalo de ensanche suplementario. Por ejemplo en el caso de $K = 32$, que corresponde al tamaño máximo de entramador, el tiempo de procesamiento del MAP por el CM es 1 425 μs .

Para un CM que no funcione en modo MTC, el retardo de procesamiento del MAP por el CM, D_p , se da por la siguiente ecuación, siendo M equivalente a lo especificado anteriormente:

$$D_p = 200 + \frac{M}{5,12} \mu\text{s}$$

NOTA 1 – El retardo de procesamiento del MAP por el CM no incluye el retardo de desentrelazado de la FEC en sentido de ida.

NOTA 2 – La "efectividad del MAP" se relaciona con el comienzo de la trama en ráfaga a la salida RF del CM. En el modo S-CDMA, la "efectividad del MAP" se relaciona con el comienzo (a la salida RF del CM) del primer intervalo de ensanche de la trama S-CDMA que contiene la ráfaga.

6.2.19 Requisitos de la potencia de transmisión

Los siguientes requisitos se aplican cuando está activado el modo transmisión por canales múltiples. Los requisitos aplicables cuando el modo transmisión por canales múltiples está desactivado se detallan en la cláusula 6.2.19.4 siguiente.

El CM debe permitir que se varíe la potencia de transmisión. Se presentan los requisitos que deben satisfacer:

- 1) la gama de potencia de transmisión informada por canal;
- 2) el tamaño de escalón de las instrucciones relativas a la potencia;
- 3) la exactitud relativa del tamaño de escalón (cambio real en la potencia de salida por canal en relación con el cambio dispuesto en la instrucción); y
- 4) la exactitud absoluta de la potencia de salida por canal del CM.

El protocolo seguido para ajustar la potencia se define en la cláusula 6.4.5 de [UIT-T J.222.2]. Esos ajustes realizados por el CM DEBEN mantenerse dentro de los márgenes de tolerancia descritos a continuación.

El CM DEBE confirmar que, para cada uno de los canales activos del CM referenciados, se cumplen los límites de potencia de transmisión por canal una vez recibido el RNG-RSP o después de un cambio de UCD. Un canal activo para un CM se define como cualquier canal para el que el CM ha recibido una concesión, que utilizará para la inicialización de canal, o la determinación de distancia, o cualquier canal dentro de la gama de distancias del CM. El conjunto de "canales activos" también se denomina conjunto de canales de transmisión (habrá algún tipo de mecanismo mediante el cual un CMTS pueda ordenar al CM que desactive un canal activo a fin de reducir el número de canales activos en ese CM o para añadir un canal activo distinto como canal ascendente de sustitución para ese CM). Téngase en cuenta que el conjunto de canales que realmente envía ráfagas ascendentes desde el CM es un subconjunto de los canales activos de ese CM. Normalmente habrá un canal activo del CM que no envíe ráfagas, o no lo hará ninguno de ellos, pero esos canales silentes siguen siendo "canales activos" de ese CM.

La potencia de transmisión por canal se define como la potencia RF media en el ancho de banda ocupado (ancho de canal) transmitida en los símbolos de datos de una ráfaga, suponiendo símbolos QAM equiprobables, medida en el conector F del CM. La potencia de transmisión total se define como la suma de la potencia de transmisión por canal de cada canal que transmite una ráfaga en un determinado momento. Los requisitos de los niveles de potencia de transmisión por canal máxima y mínima se refieren al nivel de potencia de transmisión por canal deseada del CM, definida como la estimación, por el CM, de su potencia de transmisión por canal real. La potencia de transmisión por canal real DEBE estar dentro de un margen de ± 2 dB de la potencia deseada. La potencia de transmisión por canal deseada DEBE ser variable en la gama especificada en el Cuadro 6-12.

Cuando el modo transmisión por canales múltiples está activado, $P_{load} = P_{hi} - P_r$ para cada canal, utilizando las definiciones de P_{hi} y P_r de las siguientes subcláusulas de 6.2.19. El canal correspondiente al valor mínimo de P_{load} se denomina canal más alto cargado y su valor se representa mediante P_{load_1} en esta Recomendación, aunque sólo haya un canal en el conjunto de canales de transmisión. Un canal con carga elevada tiene un valor P_{load_n} bajo (pero no inferior a 0); el valor de P_{load_n} es análogo a una reducción en el amplificador con respecto a su potencia de salida máxima. Un canal tiene una menor potencia de salida cuando su carga es inferior (más reducción) y, por tanto, tiene un valor P_{load_n} más elevado. Téngase en cuenta que el canal más alto cargado no es necesariamente el canal con la mayor potencia de transmisión, pues la máxima potencia de un canal depende de la modulación que soporta en su perfil de ráfaga. El canal con segundo valor P_{load} más bajo es el segundo canal más alto cargado y su valor de carga se representa mediante P_{load_2} . El canal con el tercer valor P_{load} más bajo es el tercer canal más alto cargado y su valor de carga se representa mediante P_{load_3} , y el canal con el cuarto valor de carga más bajo es el cuarto canal más alto cargado y su valor de carga es P_{load_4} . $P_{load_min_set}$ define el límite superior de la gama dinámica del CM con respecto a P_{hi} para cada canal. $P_{load_min_set}$ limitará la potencia máxima posible para cada canal activo a un valor inferior a P_{hi} cuando $P_{load_min_set}$ sea superior a cero. $P_{load_min_set}$ es un valor ordenado al CM por el CMTS (en caso de que en el conjunto de canales de transmisión haya menos de cuatro canales, P_{load_n} sólo será válido para los n canales ascendentes activos). $P_{load_min_set}$, P_{load_n} , P_{hi_n} , P_{r_n} , etc. se definen sólo cuando está activado el modo transmisión por canales múltiples.

Las instrucciones del CMTS para ajustar P_{r_n} DEBEN ser coherentes con el valor $P_{load_min_set}$ previamente asignado al CM y estar dentro de los límites siguientes:

$$P_{load_min_set} \leq P_{hi_n} - P_{r_n} \leq P_{load_min_set} + 12 \text{ dB}$$

y, de manera equivalente:

$$P_{hi_n} - (P_{load_min_set} + 12 \text{ dB}) \leq P_{r_n} \leq P_{hi_n} - P_{load_min_set}$$

Para cada canal del conjunto de canales de transmisión se calcula el valor $P_{low_multi_n}$, que define el límite inferior de la gama dinámica de potencia de transmisión de ese canal, en función del límite superior de la gama (que está determinado por el valor $P_{load_min_set}$).

$$P_{low_multi_n} = P_{hi_n} - P_{load_min_set} - 12 \text{ dB}$$

$P_{low_multi_n}$ limita la gama dinámica exigida (o incluso permitida) por un CM en sus múltiples canales, cuando funciona con múltiples canales activos.

Cuando el CMTS envía un nuevo valor $P_{load_min_set}$ al CM, es posible que el CM no pueda proceder a cambiar al nuevo valor inmediatamente por estar en medio de una ráfaga en uno o más de sus canales ascendentes en el momento en que recibe la instrucción de cambiar $P_{load_min_set}$. Puede pasar un tiempo antes de que el CMTS conceda el tiempo de reconfiguración global al CM. Del mismo modo, es posible que el CM no cumpla inmediatamente las instrucciones de cambiar P_{r_n} recibidas, si el n -ésimo canal está emitiendo ráfagas. Es posible que se ordene cambiar P_{r_n} al tiempo que se ordena cambiar $P_{load_min_set}$. El CMTS NO DEBERÍA ordenar un cambio de $P_{load_min_set}$ tras ordenar un cambio de P_{r_n} , a menos que también haya concedido un tiempo de reconfiguración suficiente en el n -ésimo canal. El CMTS NO DEBERÍA ordenar un cambio de $P_{load_min_set}$ tras ordenar previamente un cambio de $P_{load_min_set}$ a menos que también haya concedido un tiempo de reconfiguración global para la primera instrucción. Del mismo modo, el CMTS NO DEBERÍA ordenar un cambio de P_{r_n} :

- a) hasta haber concedido un tiempo de reconfiguración global tras ordenar un nuevo valor de $P_{load_min_set}$; y
- b) hasta haber concedido un tiempo de reconfiguración suficiente en el n -ésimo canal tras ordenar previamente un cambio de P_{r_n} .

Dicho de otro modo, el CMTS debe evitar enviar consecutivamente órdenes de cambio de $P_{r,n}$ y/o $P_{load_min_set}$ al CM sin dejar un tiempo de reconfiguración suficiente para ejecutar la primera instrucción. Cuando se ordenan simultáneamente un nuevo valor de $P_{load_min_set}$ y un cambio de $P_{r,n}$, el CM PUEDE esperar y aplicar el cambio de $P_{r,n}$ en el siguiente tiempo de reconfiguración global (es decir, al mismo tiempo que $P_{load_min_set}$ adopta el nuevo valor) en lugar de aplicarlo en el primer tiempo de reconfiguración suficiente del n -ésimo canal. El valor de $P_{load_min_set}$ que se aplica al nuevo $P_{r,n}$ es el valor de $P_{load_min_set}$ ordenado al mismo tiempo, por lo que, si el nuevo $P_{r,n}$ no está dentro de la gama dinámica del antiguo $P_{load_min_set}$, el CM DEBE esperar al siguiente tiempo de reconfiguración global para modificar el $P_{r,n}$.

El CM DEBE ignorar la instrucción de incrementar la potencia de transmisión por canal si esa instrucción redundara en que el valor P_{load_n} para ese canal fuese inferior a $P_{load_min_set}$. Téngase en cuenta que el CMTS puede permitir pequeños cambios de potencia en el canal más alto cargado del CM sin que esas fluctuaciones afecten a la gama dinámica de potencia de transmisión. Esto se consigue poniendo $P_{load_min_set}$ a un valor más pequeño de lo normal y se espera que la fluctuación de la potencia por canal en el canal más alto cargado sea lenta. Asimismo, el CM DEBE ignorar toda instrucción de modificación de la potencia de transmisión por canal que haga que $P_{r,n}$ no llegue a la gama dinámica, es decir, una potencia inferior a la permitida por la gama dinámica, determinada por $P_{load_min_set}$. El CM también DEBE ignorar toda instrucción de cambio de $P_{load_min_set}$ que haga que los valores de $P_{r,n}$ vigentes se salgan de la nueva gama dinámica.

Los requisitos de funcionamiento no esenciales de las cláusulas 6.2.22.1, 6.2.22.1.1 y 6.2.22.1.2 son de aplicación cuando el CM funciona dentro de ciertas gamas de valores de P_{load_n} , cuando el número de canales ascendentes activos $n = 1$ y cuando se transmiten ciertas gamas del número de códigos de ensanche como fracción total del número de códigos activos en un canal S-CDMA, según se detalla en esas cláusulas.

La potencia de transmisión por canal de cada canal informada por el CM en la MIB se refiere a la constelación 64 QAM. Cuando se transmite con otras constelaciones, se produce una potencia de transmisión algo diferente, que depende de la ganancia de constelación indicada en los Cuadros 6-7, 6-8 y 6-9. Por ejemplo, si la potencia informada es 30 dBmV, 64 QAM se transmitirá con una potencia deseada de 30 dBmV por ese canal, mientras que QPSK se transmitirá con 28,82 dBmV.

Cuadro 6-7 – Ganancias de constelación y límites de potencia por canal con un canal en el conjunto de canales de transmisión

Constelaciones	Ganancia de constelación G_{const} relativa a 64 QAM (dB)	P_{min} (dBmV)			P_{max} (dBmV) TDMA	P_{max} (dBmV) S-CDMA	$P_{min} - G_{const}$ (dBmV)	$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) TDMA	$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) S-CDMA
		L	M	H					
QPSK	-1,18	17	20	23	61	56	18,18	62,18	57,18
8 QAM	-0,21	17	20	23	58	56	17,21	58,21	56,21
16 QAM	-0,21	17	20	23	58	56	17,21	58,21	56,21
32 QAM	0,00	17	20	23	57	56	17,00	57,00	56,00
64 QAM	0,00	17	20	23	57	56	17,00	57,00	56,00
128 QAM	0,05	17	20	23	N/A	56	16,95	N/A	55,95

(P_{min} es una función de la velocidad de modulación, siendo L = 1 280 kHz, M = 2 560 kHz y H = 5 120 kHz.)

Cuadro 6-8 – Ganancias de constelación y límites de potencia por canal con dos canales en el conjunto de canales de transmisión

Constelaciones	Ganancia de constelación G_{const} relativa a 64 QAM (dB)	P_{min} (dBmV)			P_{max} (dBmV) TDMA	P_{max} (dBmV) S-CDMA	$P_{min} - G_{const}$ (dBmV)	$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) TDMA	$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) S-CDMA
		L	M	H					
QPSK	-1,18	17	20	23	58	53	18,18	59,18	54,18
8 QAM	-0,21	17	20	23	55	53	17,21	55,21	53,21
16 QAM	-0,21	17	20	23	55	53	17,21	55,21	53,21
32 QAM	0,00	17	20	23	54	53	17,00	54,00	53,00
64 QAM	0,00	17	20	23	54	53	17,00	54,00	53,00
128 QAM	0,05	17	20	23	N/A	53	16,95	N/A	52,95

(P_{min} es una función de la velocidad de modulación, siendo L = 1 280 kHz, M = 2 560 kHz y H = 5 120 kHz.)

Cuadro 6-9 – Ganancias de constelación y límites de potencia por canal con tres o cuatro canales en el conjunto de canales de transmisión

Constelaciones	Ganancia de constelación G_{const} relativa a 64 QAM (dB)	P_{min} (dBmV)			P_{max} (dBmV) TDMA	P_{max} (dBmV) S-CDMA	$P_{min} - G_{const}$ (dBmV)	$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) TDMA	$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) S-CDMA
		L	M	H					
QPSK	-1,18	17	20	23	55	53	18,18	56,18	54,18
8 QAM	-0,21	17	20	23	52	53	17,21	52,21	53,21
16 QAM	-0,21	17	20	23	52	53	17,21	52,21	53,21
32 QAM	0,00	17	20	23	51	53	17,00	51,00	53,00
64 QAM	0,00	17	20	23	51	53	17,00	51,00	53,00
128 QAM	0,05	17	20	23	N/A	53	16,95	N/A	52,95

(P_{min} es una función de la velocidad de modulación, siendo L = 1 280 kHz, M = 2 560 kHz y H = 5 120 kHz.)

La potencia de transmisión por canal real dentro de una ráfaga DEBE ser constante dentro de 0,1 dB cresta a cresta, incluso en presencia de cambios de potencia en otros canales activos. Esto excluye la variación de amplitud teóricamente presente debido a la modulación de amplitud QAM, la conformación de impulsos, la preecualización y, para S-CDMA, el ensanche y el número variante de códigos atribuidos.

El CM DEBE soportar los cálculos de potencia de transmisión definidos en las cláusulas 6.2.19.1 y 6.2.19.2.

6.2.19.1 Cálculo de la potencia de transmisión en el modo TDMA

En el modo TDMA, el CM determina la potencia de transmisión por canal deseada P_t como sigue para canal activo. Se define para canal activo, por ejemplo, el canal ascendente X:

P_r = Nivel de potencia informado (dBmV) de CM en MIB (se refiere a la constelación 64 QAM) para el canal X.

ΔP = Ajuste del nivel de potencia (dB); por ejemplo, dispuesta en un mensaje de respuesta de determinación de distancia.

G_{const} = Ganancia de constelación (dB) relativa a la constelación 64 QAM (véase el cuadro anterior).

P_{min} = Mínima potencia de transmisión por canal deseada permitida para el CM de acuerdo con la cláusula 6.2.19 (véase el cuadro anterior).

P_{max} = Máxima potencia de transmisión deseada permitida para el CM de acuerdo con la cláusula 6.2.19 (véase el cuadro anterior).

$P_{\text{hi}} = \min(P_{\text{max}} - G_{\text{const}})$ para todos los perfiles de ráfaga utilizados por el CM en el canal X (véase el cuadro anterior).

$P_{\text{low}} = \max(P_{\text{min}} - G_{\text{const}})$ para todos los perfiles de ráfaga utilizados por el CM en el canal X (véase el cuadro anterior).

P_t = Nivel de potencia de transmisión por canal deseada (dBmV) del CM en el canal X (potencia por canal transmitida real en el canal X, estimada por el CM).

El CM actualiza su potencia por canal en cada canal informada mediante los siguientes pasos:

- 1) $P_r = P_r + \Delta P$ //Añadir ajuste de nivel de potencia (para cada canal) al nivel de potencia informada para cada canal.
- 2) $P_r = \min[P_r, P_{\text{hi}}]$ //Recortar al límite máximo de potencia por canal.
- 3) $P_r = \max[P_r, P_{\text{low}}]$ //Recortar al límite mínimo de potencia por canal.
- 4) Probar, SI [$P_r < P_{\text{low_multi}}$], ignorar instrucción y restaurar el anterior P_r .
//La potencia por canal de esta instrucción violaría la gama dinámica configurada.
- 5) Probar, SI [$P_r > P_{\text{hi}} - P_{\text{low_min_set}}$], ignorar instrucción y restaurar el anterior P_r .
//La potencia por canal de esta instrucción violaría la gama dinámica configurada.

El CM transmite entonces, por el canal X, con la potencia por canal deseada $P_t = P_r + G_{\text{const}}$, es decir, la potencia informada más la ganancia de constelación.

Generalmente, el nivel de potencia informada es una cantidad relativamente constante, en tanto que el nivel de potencia transmitida por el canal X varía dinámicamente cuando se transmiten perfiles de ráfaga diferentes, con ganancias de constelación diferentes. Una potencia de transmisión por canal deseada del CM nunca DEBE ser inferior a P_{min} ni superior a P_{max} . Esto implica que, en algunos casos, los niveles extremos de potencia de transmisión (por ejemplo, 61 dBmV para QPSK y 17 dBmV) pueden no ser permitidos si están activos perfiles de ráfaga con múltiples constelaciones. Además, si sólo se utiliza QPSK, la potencia por canal informada puede ser mayor que 61 dBmV, aunque la potencia de transmisión por canal deseada no exceda 61 dBmV.

Por ejemplo, si en el canal X sólo están activos perfiles de ráfaga QPSK y 64 QAM, $P_{\text{hi}} = 54$ dBmV y $P_{\text{low}} = 18,2$ dBmV para una velocidad de modulación de 1 280 kHz. P_{low} depende de la velocidad de modulación. La máxima potencia transmitida QPSK permitida por el canal X es $54 \text{ dBmV} - 1,2 \text{ dB} = 52,8 \text{ dBmV}$, la mínima potencia QPSK por el canal X es $18,2 \text{ dBmV} - 1,2 \text{ dB} = 17 \text{ dBmV}$ (con una velocidad de modulación de 1 280 kHz), la máxima potencia 64 QAM por el canal X es 54 dBmV, y la mínima potencia 64 QAM por el canal X es 18,2 dBmV (con una velocidad de modulación de 1 280 kHz).

6.2.19.2 Cálculo de la potencia de transmisión en el modo S-CDMA

En el modo S-CDMA, el cálculo de potencia depende de si el número máximo de códigos calendarizados está activado.

6.2.19.2.1 Cálculo de la potencia de transmisión en el modo S-CDMA cuando el número máximo de códigos calendarizados está desactivado

En el modo S-CDMA, cuando el número máximo de códigos calendarizados está desactivado, el CM determina su potencia de transmisión por canal deseada, P_t , de la siguiente manera para cada uno de los canales activos. Se define para cada canal activo, por ejemplo, el canal ascendente X:

P_r = nivel de potencia informada (dBmV) de CM en MIB (se refiere a constelación 64 QAM y todos los códigos activos transmitidos) para el canal X.

$P_{hi} = \min[P_{max} - G_{const}]$ para todos los perfiles de ráfaga utilizados por el CM en el canal X (véanse los Cuadros 6-7, 6-8 y 6-9).

$P_{low} = \max[P_{min} - G_{const}] + 10 \log(\text{number_active_codes}/\text{number_of_codes_per_mini-slot})$ donde el máximo se calcula para todos los perfiles de ráfaga utilizados por el CM en el canal X (véanse los Cuadros 6-7, 6-8 y 6-9).

El CM actualiza su potencia por canal informada en cada canal mediante los siguientes pasos:

- 1) $P_r = P_r + \Delta P$ //Añadir ajuste de nivel de potencia (para cada canal) al nivel de potencia informada para cada canal.
- 2) $P_r = \min[P_r, P_{hi}]$ //Recortar al límite máximo de potencia por canal.
- 3) $P_r = \max[P_r, P_{low}]$ //Recortar al límite mínimo de potencia por canal.
- 4) Probar SI [$P_r < P_{low_multi}$], ignorar instrucción y restaurar el anterior P_r .
//La potencia por canal de esta instrucción violaría la gama dinámica configurada.
- 5) Probar [SI $P_r > P_{hi} - P_{load_min_set}$], ignorar instrucción y restaurar el anterior P_r .
//La potencia por canal de esta instrucción violaría la gama dinámica configurada.

En una trama con ensanchador activado, el CM transmite cada código i con la potencia deseada:

$$P_{t,i} = P_r + G_{const,i} - 10 \log(\text{number_active_codes})$$

(es decir, la potencia informada para el canal X más la ganancia de constelación $G_{const,i}$ de ese código, menos un factor que tiene en cuenta el número de códigos activos. La potencia de transmisión en el canal X, P_t , total en una trama es la suma de las potencias de transmisión individuales $P_{t,i}$ de cada código en el canal X, donde la suma se realiza utilizando cantidades de potencia absolutas [es decir, no expresadas en dB].)

En una trama con ensanchador desactivado, la potencia de transmisión deseada del CM en el canal X es $P_t = P_r + G_{const}$.

El nivel de potencia transmitida en el canal X varía dinámicamente cuando varía el número de códigos atribuidos, y cuando se transmiten diferentes perfiles de ráfaga con diferentes ganancias de constelación. La potencia de transmisión por canal deseada de un CM nunca DEBE ser inferior a P_{min} ni superior a P_{max} , incluyendo todos los números de códigos atribuidos y todos los perfiles de ráfaga. Esto implica que, en algunos casos, los niveles extremos de potencia de transmisión por canal (por ejemplo, 17 y 56 dBmV) pueden no ser permitidos. Además, si sólo se utiliza QPSK, la potencia informada en un canal puede ser mayor que 56 dBmV, aunque la potencia de transmisión por canal deseada no exceda 56 dBmV.

Si, por ejemplo, el conjunto de canales de transmisión comprende un solo canal y ese canal, el canal X, tiene los perfiles de ráfaga QPSK y 64 QAM, el número de códigos activos es 128 y el número de códigos por miniintervalo es 2, $P_{hi} = 56$ dBmV y $P_{low} = 36,24$ dBmV para una velocidad de modulación de 1 280 kHz. P_{low} depende de la velocidad de modulación. La máxima potencia QPSK transmitida por canal permitida es $56 - 1,18 = 54,82$ dBmV cuando se transmiten todos los códigos activos. La mínima potencia QPSK en el canal X es $36,24$ dBmV $- 1,18$ dB $- 10\log(128)$ dB

+ 10log(2) dB = 17 dBmV (con una velocidad de modulación de 1 280 kHz) cuando se transmite un miniintervalo. El último término de la suma es el resultado de la suma de las potencias individuales en dos códigos. Del mismo modo, la máxima potencia 64 QAM en el canal X es 56 dBmV cuando se transmiten todos los códigos activos; y la mínima potencia 64 QAM en el canal X es 36,24 dBmV – 10log(128) dB + 10log(2) dB = 18,18 dBmV (con una velocidad de modulación de 1 280 kHz) cuando se transmite un miniintervalo. La mínima potencia QPSK en el canal X permitida cuando se transmiten, por ejemplo, 2 miniintervalos, es 20 dBmV (con una velocidad de modulación de 1 280 kHz), y la mínima potencia 64 QAM en el canal X permitida cuando se transmiten 2 miniintervalos es 21,2 dBmV (con una velocidad de modulación de 1 280 kHz).

El CM necesita aplicar cierta forma de recorte a la forma de onda transmitida en las potencias de salida más altas a fin de evitar problemas en la relación valor de cresta/valor medio (PAR, *peak to average ratio*).

La potencia recibida en el CMTS en una trama con ensanchador activado será a veces menor que la potencia nominal de una trama con ensanchador desactivado, debido a factores tales como:

- 1) oportunidades de difusión no utilizadas por ningún CM;
- 2) concesiones unidifusión no utilizadas por uno o más CM; o
- 3) miniintervalos asignados al SID NULL.

6.2.19.2.2 Cálculo de la potencia transmitida en el modo S-CDMA cuando el número máximo de códigos calendarizados está activado

En el modo S-CDMA, en los canales donde está activado el número máximo de códigos calendarizados, el CM determina su potencia de transmisión por canal deseada, P_t , de la siguiente manera para cada uno de los canales activos. Se define para cada canal ascendente, por ejemplo, el canal ascendente X:

P_r = nivel de potencia informada (dBmV) del CM en la MIB (potencia de transmisión operativa de la ráfaga de determinación de distancia con ensanchador desactivado con referencia a una modulación 64 QAM) para el canal X.

$P_{hi_S} = \min[P_{max} - G_{const}]$ en todos los perfiles de ráfaga con ensanchador activado utilizados por el CM en el canal X (véanse los Cuadros 6-7, 6-8 y 6-9).

$P_{low_S} = \max[17 - G_{const}] + 10 \log (\text{number_active_codes}/\text{number_of_codes_per_mini-slot})$ donde el máximo se calcula para todos los perfiles de ráfaga utilizados por el CM en el canal X (véanse los Cuadros 6-7, 6-8 y 6-9).

P_{max_T} = Máxima potencia de transmisión deseada permitida para el CM en el canal X en el modo TDMA (véanse los Cuadros 6-7, 6-8 y 6-9) para la constelación utilizada en la determinación de distancia.

$P_{hi_T} = \min[P_{max_T} - G_{const}]$ en todos los perfiles de ráfaga con ensanchador desactivado utilizados por el CM en el canal X (véanse los Cuadros 6-7, 6-8 y 6-9).

$P_{on} = P_r$ recortada al límite con ensanchador activado máximo.

P_{sf} = déficit de potencia del CM.

P_{hr} = margen de potencia en modo S-CDMA en dB. Equivalente al valor del mensaje respuesta de determinación de distancia TLV-11 dividido entre 4.

ΔP = ajuste del nivel de potencia, en dB, enviada del CMTS al CM para el canal X.

El CM actualiza su potencia por canal en cada canal mediante los siguientes pasos:

- 1) $P_r = P_r + \Delta P$ //Añadir ajuste del nivel de potencia (para cada canal) al nivel de potencia informada para cada canal.
- 2) $P_r = \min[P_r, P_{hi_T}]$ //Recortar al nivel de potencia máximo en modo TDMA por canal.
- 3) $P_r = \max[P_r, P_{low_S}]$ //Recortar al nivel de potencia máximo en modo S-CDMA por canal.

- 4) Probar SI [$P_r < P_{low_multi}$], ignorar instrucción y restaurar el anterior P_r .
//La potencia por canal de esta instrucción violaría la gama dinámica configurada.
- 5) Probar SI [$P_r > P_{hi_T} - P_{load_min_set}$], ignorar instrucción y restaurar el anterior P_r .
//La potencia por canal de esta instrucción violaría la gama dinámica configurada.
- 6) $P_{on} = \min[P_r, P_{hi_S} - P_{load_min_set}]$
//Recortar el nivel de potencia máximo en modo S-CDMA por canal para el límite de gama dinámica en canales múltiples, definido por $P_{load_min_set}$.

En las tramas con ensanchador desactivado el CM transmite por el canal desactivado con la potencia deseada:

$$P_t = P_r + G_{const}$$

En función de la potencia de transmisión con ensanchador desactivado del canal X, el CM actualiza su déficit de potencia en el canal X mediante los siguientes pasos:

Con sólo un canal en el conjunto de canales de transmisión:

$$P_{sf} = P_t - (56 - P_{load_min_set})$$

//Diferencia entre la potencia deseada con ensanchador desactivado y la potencia deseada máxima con ensanchador activado en el canal X;

$$P_{sf} = \max[P_{sf}, 0] //Poner P_{sf} a 0 si P_t es inferior a 56 dBmV - P_{load_min_set} en el canal X;$$

y con más de un canal en el conjunto de canales de transmisión:

$$P_{sf} = P_t - (53 - P_{load_min_set})$$

//Diferencia entre la potencia deseada con ensanchador desactivado y máxima con ensanchador activado en el canal X;

$$P_{sf} = \max[P_{sf}, 0] //Poner P_{sf} a 0 si P_t es inferior a 53 dBmV - P_{load_min_set} en el canal X.$$

En las tramas con ensanchador activado el CM transmite cada code i con la potencia deseada:

$$P_{t,i} = P_{on} + G_{const,i} - 10 \log(\text{number_active_codes}) + P_{hr}$$

Es decir, la potencia informada recortada en el canal X más la ganancia de constelación, $G_{const,i}$, de ese código menos un factor que tiene en cuenta el número de códigos activos, más el margen de potencia P_{hr} . P_{hr} es la potencia (en dB) añadida para compensar los CM que tienen límites máximos de códigos calendarizados y pueden transmitir con potencia adicional por código. La potencia de transmisión total en el canal X, P_t , en una trama es la suma de las potencias de transmisión individuales, $P_{t,i}$, de cada código en el canal X, donde se suman todos los códigos atribuidos, N_{alloc} , utilizando cantidades de potencia absoluta (no expresadas en dB).

$$P_t = 10 \log \sum_{i=1}^{N_{alloc}} 10^{P_{t,i}/10}$$

Si, por ejemplo, el conjunto de canales de transmisión tiene más de un canal y el perfil de ráfaga del canal X contiene QPSK para IUC 1, 2, 3 y 4, y 64 QAM para IUC 9 y 10, el número de códigos activos es 128 y el número de códigos por miniintervalo es 2, entonces $P_{hi_S} = 53$ dBmV, $P_{low_S} = 36,24$ dBmV y $P_{hi_T} = 58$ dBmV. Se supone que $P_{load_min_set} = 0$ dB. Se supone que el CM utiliza en el canal X una potencia de transmisión deseada con ensanchador desactivado de 57 dBmV. El CM informa para el canal X $P_{sf} = 57$ dBmV - 53 dBmV = 4 dB. El CMTS utiliza P_{sf} para definir para el canal X (utilizando su algoritmo propio del fabricante) $\text{max_scheduled_codes} = 32$ y

$P_{hr} = 6$ dB (el margen de potencia S-CDMA puede diferir del déficit de potencia, queda a la discreción del CMTS). El CM pone su potencia transmitida por código en el canal X a:

$$P_{t,i} = P_{on} + G_{const,i} - 10 \log(\text{number_active_codes}) + P_{hr} = 53 \text{ dBmV} + 0 \text{ dB} - 21 \text{ dB} + 6 \text{ dB}$$

//Para un código con modulación 64 QAM en el canal X = 38 dBmV

El parámetro que puede utilizarse para ilustrar el efecto del aumento de potencia por código en el canal X es la potencia de transmisión efectiva, P_{eff} , la potencia que resultaría en el canal X si hipotéticamente se transmitiesen todos los N_a códigos activos. Se calcula de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} P_{eff} &= 10 \log \sum_{i=1}^{N_{act}} 10^{P_{t,i}/10} \\ &= P_{on} + P_{hr} + 10 \log \frac{1}{N_{act}} \sum_{i=1}^{N_{act}} 10^{G_{const,i}/10} \end{aligned}$$

siendo el último término la ganancia de constelación media.

En un caso de referencia con todos los códigos transmitidos en el canal X con modulación 64 QAM ($G_{const} = 0$ dB), la potencia de transmisión efectiva se reduce a:

$$P_{eff} = P_{on} + P_{hr}$$

Partiendo del ejemplo anterior, el resultado es:

$$P_{eff} = 53 \text{ dBmV} + 6 \text{ dB} = 59 \text{ dBmV}$$

La limitación del número de códigos da al CM una mayor potencia efectiva de 59 dBmV, es decir, 6 dB por encima de la potencia máxima normal por canal, que es de 53 dBmV, y 2 dB por encima de la potencia de determinación de distancia de 57 dBmV. En este ejemplo el CMTS utiliza su discreción para pedir una mejora en el canal X de 2 dB más de lo necesario ($P_{hr} = 6$ dB en lugar de $P_{sf} = 4$ dB), quizá debido a una degradación conocida del canal.

effective_SNR es una estimación de la SNR para un determinado código correspondiente a la potencia de transmisión efectiva en el canal X. Se define como la SNR medida en el último mantenimiento de estación menos el déficit de potencia del CM más el margen de potencia y la diferencia de ganancia de constelación entre la ráfaga de determinación de distancia y el código que se considera. La ecuación es:

$$\text{effective_SNR} = \text{measured_SNR} - P_{sf} + P_{hr} + (G_{const,i} - G_{const,ranging})$$

siendo $G_{const,ranging}$ la ganancia de constelación de la ráfaga de determinación de distancia en el canal X que da lugar a la SNR medida.

En la MIB, *effective_SNR* corresponde a un caso de referencia con modulación 64 QAM ($G_{const,i} = 0$ dB):

$$\text{effective_SNR} = \text{measured_SNR} - P_{sf} + P_{hr} - G_{const,ranging}$$

Siguiendo con el mismo ejemplo, si la SNR medida en el canal X en el último mantenimiento de estación es 17 dB, con modulación QPSK ($G_{const,ranging} = -1,2$ dB), entonces *effective_SNR* con modulación 64 QAM es:

$$\text{effective_SNR} = 17 \text{ dB} - 4 \text{ dB} + 6 \text{ dB} + 1,2 \text{ dB} = 20,2 \text{ dB}$$

6.2.19.3 Tamaño del escalón de potencia de transmisión

La resolución del escalón de potencia de transmisión DEBE ser de 0,5 dB o menos en cada canal. La exactitud del tamaño de escalón DEBE estar dentro de $\pm 0,4$ dB. Por ejemplo, el aumento de la potencia real en un canal X como resultado de una instrucción de aumento del nivel de potencia en 1 dB en la siguiente ráfaga transmitida por el CM en el canal X DEBE estar entre 0,6 dB y 1,4 dB.

Todos los canales activos sin instrucción de cambio de potencia NO DEBEN cambiar en más de 0,1 dB durante una ráfaga aunque un subconjunto de otros canales activos tenga la instrucción de cambiar de potencia.

Tras un cambio de gama dinámica (es decir, $P_{load_min_set}$) la potencia de transmisión NO DEBE cambiar en más de 0,4 dB en cualquiera de los canales activos cuando se reanuda la transmisión (en relación con cualquier cambio de potencia de transmisión que se haya ordenado).

Se permite una relajación de la exactitud del tamaño de escalón hasta 1,4 dB para un cambio de la ganancia (y una configuración de gama dinámica) por cada 12 dB cuando se cambia la gama de control de potencia en cualquiera de los dos sentidos de transmisión (del extremo de baja potencia al de alta potencia y viceversa). Los puntos en que se producen estos dos cambios de ganancia (reciente y decreciente para la histéresis) DEBEN estar separados al menos 2 dB uno del otro, lo que permite utilizar atenuadores de escalón grande para la cobertura de toda la gama de control de potencia.

6.2.19.4 Requisitos de potencia de transmisión del modo transmisión en múltiples canales desactivado

Cuando el modo transmisión en múltiples canales está desactivado el CM DEBE funcionar como se define en [UIT-T J.122] con las siguientes excepciones. La potencia ascendente mínima, P_{min} , DEBE ser la que se indica en el Cuadro 6-10 siguiente, que sustituye los requisitos de potencia ascendente mínima de [UIT-T J.122]. La potencia ascendente máxima, P_{max} , DEBE ser la que se indica en el Cuadro 6-7 anterior, que sustituye los requisitos de potencia ascendente mínima de [UIT-T J.122]. Téngase en cuenta que en la cláusula 6.2.18.2 de [UIT-T J.122] se DEBE sustituir el valor 53 en la ecuación para P_{hi_s} por 56, pues ese es el valor que realmente se prevé para P_{max} en el Cuadro 6-7 anterior.

Cuadro 6-10 – Potencia de transmisión mínima, P_{min} , con modo transmisión por canales múltiples desactivado

Velocidad de modulación (kHz)	P_{min} (dBmV)	Aplicabilidad
160	17	CM PUEDE soportar
320	17	CM PUEDE soportar
640	17	CM PUEDE soportar
1 280	17	CM DEBE soportar
2 560	20	CM DEBE soportar
5 120	23	CM DEBE soportar

6.2.20 Perfiles de ráfaga

Las características de transmisión están divididas en tres partes:

- parámetros de canal;
- atributos de perfil de ráfaga; y
- parámetros únicos del usuario.

Entre los parámetros de canal están:

- la velocidad de modulación (seis velocidades de 160 kHz a 5 120 kHz en escalones de una octava);
- la frecuencia central (Hz);
- la supercadena de preámbulo de 1536 bits; y
- los parámetros de canal S-CDMA.

Los parámetros de canal son compartidos por todos los usuarios de un canal dado. Los atributos de perfil de ráfaga se indican en el Cuadro 6-11; estos parámetros son los atributos compartidos que corresponden a un tipo de ráfaga.

El CM DEBE generar cada ráfaga en el instante adecuado, indicado en las concesiones de miniintervalo proporcionadas por los MAP del CMTS.

El CM DEBE soportar todos los perfiles de ráfaga dispuestos por instrucciones del CMTS mediante los descriptores de ráfagas en el UCD, y subsiguientemente asignados para transmisión en un MAP.

Cuadro 6-11 – Atributos del perfil de ráfaga

Atributos del perfil de ráfaga	Valores de configuración
Modulación	QPSK, 8 QAM, 16 QAM, 32 QAM, 64 QAM, 128 QAM (TCM solamente)
Codificación diferencial	Activado/desactivado
Codificación TCM	Activado/desactivado
Longitud de preámbulo	0-1536 bits (véase la cláusula 6.2.1.9)
Desplazamiento de valor de preámbulo	0 a 1534
Corrección de error FEC R-S (T)	0 a 16 (0 implica que no hay FEC R-S. El número de octetos de paridad en la palabra de código es $2 * T$)
Octetos de información en la palabra de código de FEC R-S (k)	Fija: 16 a 253 (suponiendo FEC R-S activada) Acortada: 16 a 253 (suponiendo FEC R-S activada)
Semilla del aleatorizador	15 bits
Máxima longitud de ráfaga (miniintervalos) ¹	0 a 255^2
Tiempo de guarda	4 a 255 intervalos de modulación No hay tiempo de guarda en S-CDMA
Longitud de la última palabra de código	Fija, acortada
Aleatorizador activado/desactivado	Activado/desactivado
Profundidad del entrelazador de octetos (I_r) ³	0 a pedestal ($2048/N_r$) ⁴
Tamaño de bloque del entrelazador de octetos (B_r) ⁵	$2 * N_r$ a 2048
Tipo de preámbulo	QPSK0/QPSK1
Ensanchador S-CDMA ⁶	Activado/desactivado
Códigos por subtrama S-CDMA ⁶	1 a 128
Escalón del entrelazador S-CDMA ⁶	1 a (intervalos de ensanche por trama – 1)
Modo selección S-CDMA para códigos activos y salto de código	Modo 1 o Modo 2
Cadena de selección S-CDMA para códigos activos	Cadena de 128 bits que indica qué códigos están activos en el modo 2 de códigos activos seleccionables

- ¹ Una longitud de trama de 0 miniintervalos en el perfil de canal significa que la longitud de ráfaga es variable en ese canal para ese tipo de ráfaga. La longitud de ráfaga, cuando no es fija, la concede explícitamente el CMTS al CM en el MAP.
- ² N_r es el tamaño $k + 2T$ de la palabra de código R-S, definido en la cláusula 6.2.5.1.
- ³ Si la profundidad = 1, no hay entrelazado; si la profundidad = 0, modo dinámico.
- ⁴ N_r es el tamaño $K + 2T$ de la palabra de código R-S, definido en la cláusula 6.2.5.1.
- ⁵ Sólo se utiliza en modo dinámico.
- ⁶ Sólo se utiliza para canales S-CDMA.

Los parámetros únicos del usuario pueden variar de un usuario a otro, incluso cuando se utiliza el mismo tipo de ráfaga en el mismo canal que otro usuario (por ejemplo, nivel de potencia). Esos parámetros de enumeran en el Cuadro 6-12:

Cuadro 6-12 – Parámetros de ráfaga únicos de usuario

Parámetro único del usuario	Instrucción de ajuste	Valor de parámetro resultante
Nivel de potencia ¹	Complemento de dos de 8 bits, resolución = 0,25 dB	TDMA: +17 a +57 dBmV (32 QAM, 64 QAM) +17 a +58 dBmV (8 QAM, 16 QAM) +17 a +61 dBmV (QPSK) S-CDMA: +17 a +56 dBmV (todas las modulaciones) Resolución = 0,25 dB o mejor
Frecuencia de desplazamiento	Gama = ± 32 kHz, resolución = 1 Hz	Gama de frecuencias de la cláusula 6.2.17.1 Agilidad de las frecuencias y gama de frecuencias en sentido ascendente
Desplazamiento de determinación de distancia	Parte entera: complemento de dos de 32 bits, resolución = $(1/10,24 \text{ MHz}) = 6,25 \mu\text{s}/64 = 97,65625 \text{ ns}$ Parte fraccionaria: extensión fraccionaria de 8 bits sin signo, resolución = $6,25 \mu\text{s}/(64*256) = 0,3814697265625 \text{ ns}$	Gama: suficiente para la longitud de planta de cable máxima según la cláusula 1.2.1 Resolución: no síncrona: $6,25 \mu\text{s}/64$. síncrona $6,25 \mu\text{s}/(64*256)$
Longitud de ráfaga (miniintervalos), si es variable en este canal (cambio ráfaga a ráfaga)	No disponible	1 a 255 miniintervalos
Coefficientes de ecualizador de transmisión (Véase la cláusula 6.2.16, precualizador de transmisión)	Modos DOCSIS 3.0 y 2.0: 24 coeficientes complejos, 4 bytes por coeficiente (2 reales y 2 imaginarios), modos carga y convolución Modo DOCSIS 1.1: hasta 64 coeficientes complejos, 4 bytes por coeficiente (2 reales y 2 imaginarios), sólo modo convolución	Modos DOCSIS 3.0 y 2.0: 24 coeficientes complejos Modo DOCSIS 1.1: hasta 64 coeficientes complejos

¹ El límite de nivel de potencia mínimo depende de la velocidad de modulación. El límite de nivel de potencia máximo depende del orden de modulación, de si el modo transmisión por canales múltiples está activado o no y del número de canales ascendentes en el conjunto de canales de transmisión si el modo MTC está activado.

El CM DEBE proceder al ajuste de frecuencia de desplazamiento para modificar la frecuencia portadora ascendente ± 10 Hz del cambio ordenado.

6.2.20.1 Desplazamiento de determinación de distancia

Desplazamiento de determinación de distancia es la diferencia temporal entre la base temporal de trama ascendente del CM y la base temporal de trama ascendente del CMTS. Es un adelanto aproximadamente igual al tiempo de ida y vuelta entre el CM y el CMTS, y se necesita para sincronizar transmisiones en sentido de retorno en los esquemas de los modos TDMA y S-CDMA. El CMTS DEBE proporcionar al CM ajustes de retroalimentación de este desplazamiento, basados en la recepción con éxito de una o más ráfagas (es decir, un resultado satisfactorio de cada técnica empleada: corrección de errores y/o CRC). El CMTS envía al CM estas instrucciones de ajuste de la temporización en el mensaje MAC respuesta de determinación de distancia, en el que un valor negativo implica que el desplazamiento de determinación de distancia habrá de disminuirse, lo que se traduce por tiempos de transmisión más largos en el CM.

El mensaje MDD (descriptor de dominio MAC) de [UIT-T J.222.2] contiene un campo TLV que indica si el CMTS ofrece un reloj de símbolos descendente síncrono, es decir, si el reloj de símbolos descendente está fijado al reloj maestro a 10,24 MHz. Si MDD indica que el CMTS ofrece un reloj de símbolos descendente síncrono, el CM genera un reloj de símbolos ascendente síncrono en todos los canales del conjunto de canales de transmisión o en el único canal ascendente, si el modo MTC está desactivado. Si MDD indica que el CMTS no ofrece un reloj de símbolos descendente síncrono, el CM opera en modo ascendente no síncrono con modulación TDMA y no se permite la modulación S-CDMA. En ausencia de mensaje MDD, el CM opera con un único canal ascendente, que está fijado en ascendente síncrono al reloj de símbolos descendente con modulación S-CDMA o ascendente no síncrono con modulación TDMA.

Para canales no síncronos el CM DEBE implementar la instrucción ajuste de temporización con una resolución, como máximo, de 1 duración de símbolo (a la velocidad de símbolo que se está utilizando para una ráfaga dada), y (diferente de un valor sistemático fijo) con una exactitud dentro de $\pm 0,25 \mu\text{s}$ más $\pm 1/2$ símbolo como consecuencia de la resolución. Por ejemplo, para la máxima velocidad de símbolos de 5,12 Msímbolo/s, el periodo de símbolo correspondiente sería de 195 ns, la máxima resolución correspondiente para el ajuste de temporización DEBE ser de 195 ns. Para la velocidad de símbolos máxima de 5,12 Msímbolo/s, la mínima exactitud correspondiente DEBE ser de ± 348 ns. La exactitud de la temporización de ráfaga del CM de $\pm 0,25 \mu\text{s}$ más $\pm 1/2$ símbolo es relativa a las demarcaciones de miniintervalos, que pueden obtenerse en el CM sobre la base de un procesamiento ideal de las señales de indicación de tiempo recibidas del CMTS.

La resolución de la parte entera del parámetro ajuste de temporización es $(1/10,24 \text{ MHz}) = 6,25 \mu\text{s}/64 \approx 97,66 \text{ ns}$. Para canales S-CDMA, el CMTS ofrece un campo fraccionario adicional en la instrucción ajuste de temporización con una resolución de $1/16384$ del incremento de tic de trama = $6,25 \mu\text{s}/(64*256) \approx 0,3814 \text{ ns}$. Para canales S-CDMA, el CM DEBE aplicar el ajuste de temporización dentro de un margen de $\pm 0,01$ del periodo de chip nominal. Por ejemplo, para la máxima velocidad de chip de 5,12 MHz, la resolución máxima correspondiente para la implementación de la corrección de temporización sería $(\pm 0,01)*195 \text{ ns}$ o aproximadamente $\pm 2 \text{ ns}$. Para canales TDMA en modo síncrono, el CMTS puede ofrecer el campo fraccionario para el ajuste de temporización. Para canales TDMA en modo síncrono, cuando el campo fraccionario para el ajuste de temporización está en el RNG-RSP, el CM DEBE implementar el ajuste de temporización del campo fraccionario dentro de $\pm 0,01$ del periodo de símbolo nominal. Para canales TDMA en modo síncrono, si el RNG-RSP enviado a un CM no contiene el ajuste de temporización de campo

fraccionario, el CM DEBE suponer que es igual a 0 y seguir cumpliendo los requisitos de precisión para la implementación del ajuste temporal de campo fraccionario (dentro de $\pm 0,01$ del periodo de símbolo nominal).

En sistemas CMTS/CM que utilizan múltiples canales descendentes, el CMTS designa para un CM un único canal como canal primerio desde el que el CM deriva la temporización de reloj maestro CMTS para todas las transmisiones ascendentes [UIT-T J.222.2].

En sistemas CMTS/CM que utilizan múltiples canales ascendentes, el CM debe determinar la distancia de cada canal ascendente por separado utilizando las resoluciones indicadas anteriormente.

6.2.20.2 Tiempos de reconfiguración en modo TDMA

El CM DEBE poder conmutar perfiles de ráfaga sin que se requiera un tiempo de reconfiguración entre las ráfagas, salvo para introducir cambios en los siguientes parámetros:

- 1) potencia de salida;
- 2) velocidad de símbolos;
- 3) frecuencia de desplazamiento;
- 4) frecuencia de canal;
- 5) desplazamiento de determinación de distancia; y
- 6) coeficientes de preecualizador.

Si el modo transmisión por canales múltiples está activado, todos esos parámetros se ajustan de manera independiente en cada canal ascendente y el CM no necesita un tiempo de reconfiguración en los canales no ajustados.

Si el modo transmisión por canales múltiples está activado, el CM puede necesitar un tiempo de reconfiguración global (simultáneamente en todos los canales activos) cuando se ajusta la gama dinámica (nuevo valor de $P_{load_min_set}$) o cuando un canal activo acumula un cambio de potencia de transmisión superior a 3 dB desde el último tiempo de reconfiguración global (véase la cláusula 6.2.22.1). El CM DEBE cumplir en cada canal activo los requisitos de "cambio de gama dinámica" (véase *infra*) siempre que se modifica o vuelve a instruir $P_{load_min_set}$.

Para cambio o reinstrucción de **gama dinámica**: si se cambia o reinstruye $P_{load_min_set}$, el CM DEBE poder implementar el cambio entre ráfagas, siempre y cuando el CMTS atribuya al menos 96 símbolos, más 10 μ s, entre el centro del último símbolo de una ráfaga (en cualquier canal activo) y el centro del primer símbolo de la ráfaga siguiente (en cualquier canal activo – el mismo canal o un canal diferente del de la ráfaga anterior) (un "silencio" global en todos los canales activos exige que la intersección de intervalos de ráfaga no concedidos en todos los canales TDMA activos tenga una duración mínima de 96 símbolos más 10 μ s). La potencia de salida del CM DEBE fijarse a $\pm 0,1$ dB de su nivel de potencia de salida final en los 10 μ s a partir del inicio del cambio en $P_{load_min_set}$, y desde el principio de todo cambio de potencia de salida en cualquier canal que acompaña el cambio o reinstrucción de $P_{load_min_set}$. La gama dinámica, es decir, $P_{load_min_set}$, NO DEBE cambiarse hasta que el CMTS dé al CM tiempo suficiente entre ráfagas. La gama dinámica NO DEBE cambiar mientras quede por transmitir más de -30 dB de la energía de cualquier símbolo de la ráfaga anterior o se haya transmitido más de -30 dB de la energía de cualquier símbolo de la ráfaga siguiente.

Para cambios de la **potencia de salida**, si ha de introducirse un cambio 1 dB o menos en la potencia de salida, el CM DEBE poder introducir el cambio entre ráfagas siempre que el CMTS atribuya al menos 96 símbolos más 5 μ s entre el centro del último símbolo de una ráfaga y el centro del primer símbolo de la ráfaga siguiente. Si ha de introducirse un cambio de más de 1 dB en la potencia de salida, el CM DEBE poder introducir el cambio entre ráfagas siempre que el CMTS atribuya al menos 96 símbolos más 10 μ s entre el centro del último símbolo de una ráfaga y el centro del primer símbolo de la ráfaga siguiente. El máximo tiempo de reconfiguración de 96 símbolos debería compensar el tiempo de rampa descendente de una ráfaga y el tiempo de rampa ascendente de la ráfaga siguiente,

así como el retardo de transmisor global, incluido el retardo de tubería y el retardo de preigualador. La potencia de salida del CM DEBE establecerse dentro de un margen de $\pm 0,1$ dB de su nivel final de potencia de salida:

- a) dentro de $5 \mu\text{s}$ a partir del comienzo de un cambio de 1 dB o menos; y
- b) dentro de $10 \mu\text{s}$ a partir del comienzo de un cambio de más de 1 dB.

La potencia de salida NO DEBE cambiarse hasta que el CMTS haya proporcionado al CM tiempo suficiente entre las ráfagas, y NO DEBE cambiarse mientras quede por transmitir más de -30 dB de la energía de cualquier símbolo de la ráfaga precedente, o se haya transmitido más de -30 dB de la energía de cualquier símbolo de la ráfaga siguiente.

Para introducir cambios en la **velocidad de símbolos**, el CM DEBE poder transmitir ráfagas consecutivas siempre que el CMTS permita que transcurra el tiempo requerido entre las ráfagas para efectuar cambios de parámetros UCD. La velocidad de símbolos NO DEBE cambiarse hasta que el CMTS haya proporcionado al CM tiempo suficiente entre las ráfagas, y NO DEBE cambiarse mientras quede por transmitir más de -30 dB de la energía de cualquier símbolo de la ráfaga precedente, o se haya transmitido más de -30 dB de la energía de cualquier símbolo de la ráfaga siguiente.

Para cambios de la **frecuencia de desplazamiento**, el CM DEBE poder transmitir ráfagas consecutivas siempre que el CMTS atribuya al menos 96 símbolos entre el centro del último símbolo de una ráfaga y el centro del primer símbolo de la ráfaga siguiente. El máximo tiempo de reconfiguración de 96 símbolos debería compensar el tiempo de rampa descendente de una ráfaga y el tiempo de rampa ascendente de la ráfaga siguiente así como el retardo global del transmisor, incluido el retardo de tubería y el retardo de preigualador facultativo. La frecuencia de desplazamiento NO DEBE cambiarse hasta que el CMTS haya proporcionado al CM tiempo suficiente entre las ráfagas, y NO DEBE cambiarse mientras quede por transmitir más de -30 dB de la energía de cualquier símbolo de la trama precedente, o se haya transmitido más de -30 dB de la energía de cualquier símbolo de la trama siguiente.

Para cambios de la **frecuencia de canal**, el CM DEBE poder introducir el cambio entre ráfagas siempre que el CMTS atribuya al menos 96 símbolos más 100 ms entre el centro del último símbolo de una ráfaga y el centro del primer símbolo de la ráfaga siguiente. La frecuencia de canal del CM DEBE establecerse en cumplimiento de los requisitos de ruido de fase y exactitud especificados en las cláusulas 6.2.22.5 y 6.2.22.6 dentro de los 100 ms a partir del comienzo del cambio. La frecuencia de canal NO DEBE cambiarse hasta que el CMTS haya proporcionado al CM tiempo suficiente entre las ráfagas, y NO DEBE cambiarse mientras quede por transmitir más de -30 dB de la energía de cualquier símbolo de la ráfaga precedente, o se haya transmitido más de -30 dB de la energía de cualquier símbolo de la ráfaga siguiente.

Para cambios del **desplazamiento de determinación de distancia** y/o del **coeficiente de preecualizador**, el CM DEBE poder transmitir ráfagas consecutivas siempre que el CMTS atribuya al menos 96 símbolos entre el centro de último símbolo de una ráfaga y el centro del primer símbolo de la ráfaga siguiente. El máximo tiempo de reconfiguración de 96 símbolos debería compensar el tiempo de rampa descendente de una ráfaga y el tiempo de rampa ascendente de la ráfaga siguiente, así como el retardo global del transmisor, incluido el retardo de tubería y el retardo de preigualador facultativo. El desplazamiento de determinación de distancia NO DEBE cambiarse hasta que el CMTS haya proporcionado al CM tiempo suficiente entre las ráfagas, y NO DEBE cambiarse mientras quede por transmitir más de -30 dB de la energía de cualquier símbolo de la ráfaga precedente, o se haya transmitido más de -30 dB de la energía de cualquier símbolo de la ráfaga siguiente.

Para cambios del **tipo de modulación**, el CM DEBE poder transmitir ráfagas consecutivas sin tiempo de reconfiguración entre ellas (excepto el tiempo de guarda mínimo). La modulación NO DEBE cambiar mientras quede por transmitir más de -30 dB de la energía de cualquier símbolo de la ráfaga precedente, o se haya transmitido más de -30 dB de la energía de cualquier símbolo de la ráfaga siguiente, EXCLUIDO el efecto del igualador en transmisión (si existe en el CM) (esto ha de verificarse en una situación en que el igualador en transmisión no proporcione filtrado, y exista solamente el retardo. Obsérvese que si el CMTS tiene retroalimentación de decisión en su igualador, es posible que tenga que proporcionar un periodo de más de 96 símbolos entre las ráfagas de diferente tipo de modulación que el mismo CM pueda utilizar; esto es objeto de una decisión del CMTS).

6.2.20.3 Tiempos de reconfiguración en modo S-CDMA

En el modo S-CDMA, para cambios en la potencia de salida por miniintervalo, frecuencia de desplazamiento, coeficientes de preigualador, y/o desplazamiento de determinación de distancia, el CM DEBE poder transmitir ráfagas consecutivas siempre que el CMTS atribuya un tiempo por lo menos igual a la duración de una trama, entre las ráfagas. Para los cambios de todos los demás parámetros del perfil de ráfaga, no se requiere una reconfiguración que vaya más allá de la proporcionada por el MAC para tales cambios. Cuando está activado el modo transmisión por canales múltiples todos esos parámetros se ajustan de manera independiente en cada canal ascendente y el CM no necesita un tiempo de reconfiguración en esos canales no ajustados.

Cuando el modo transmisión por canales múltiples está activado, el CM puede necesitar un tiempo de reconfiguración global cuando se ajusta la gama dinámica (nuevo valor de $P_{load_min_set}$) o cuando cualquier canal activo acumula un cambio de potencia de transmisión superior a 3 dB desde el último tiempo de reconfiguración global (véase la cláusula 6.2.22.1) (un "silencio" global en todos los canales activos exige que la intersección de los intervalos de ráfaga no concedidos en todos los canales S-CDMA sea de al menos una trama). El CM DEBE poder transmitir ráfagas consecutivas, incluso con un cambio o reinstrucción de $P_{load_min_set}$, siempre y cuando el CMTS atribuya al menos una trama entre ráfagas en todos los canales del conjunto de canales de transmisión (desde el final de una ráfaga en un canal al principio de la ráfaga siguiente en cualquier canal debe haber una duración mínima de una trama para conceder un "tiempo de reconfiguración global" en los canales S-CDMA).

6.2.20.4 Desplazamiento de temporización del CM cuando cambia la velocidad de modulación

Cuando procede a un cambio de velocidad de modulación, el CM DEBE emplear los desplazamientos de temporización que se indican en el Cuadro 6-13. Los desplazamientos del cuadro corresponden a la contribución de los receptores ascendentes DOCSIS 1.0 y 1.1 heredados a la modificación de la latencia cuando se cambia la velocidad de modulación. El desplazamiento de temporización que se ha de aplicar es la diferencia entre la entrada del cuadro correspondiente a la nueva velocidad de modulación y la entrada correspondiente a la velocidad de modulación original. Los desplazamientos tienen como referencia el centro del primer símbolo de la ráfaga, que es el punto de referencia para la temporización de la ráfaga, como se indica en la cláusula 6.2.21. Es necesario especificar estos desplazamientos para que los CM apliquen uniformemente los ajustes a sus desplazamientos de determinación de distancia y los CMTS puedan tratar adecuadamente los CM que aplican esos desplazamientos al cambiar la velocidad de modulación.

Cuadro 6-13 – Desplazamiento de temporización para cambios de velocidad de modulación

Velocidad de modulación (kHz)	Desplazamiento de temporización (en unidades de 1/64 tics temporales en relación con 5,12 MHz)	Aplicabilidad
5 120	0	CM DEBE soportar
2 560	0	CM DEBE soportar
1 280	24	CM DEBE soportar
640	72	CM PUEDE soportar
320	168	CM PUEDE soportar
160	360	CM PUEDE soportar

Por ejemplo, supóngase un CM en un canal ascendente, funcionando a una velocidad de modulación de 1,28 MHz. Supóngase que el mensaje UCD del CMTS cambia la velocidad de modulación del canal a 0,32 MHz. El CM aplica un desplazamiento de temporización adicional de $168 - 24 = 144$ a su desplazamiento de determinación de distancia para compensar ese cambio de velocidad de modulación. El valor 144 es positivo, por lo que el CM lo añadirá a su desplazamiento de determinación de distancia, por lo que efectivamente transmitirá con un adelanto de 144 unidades de 1/64 tics de tiempo.

Además, al cambiar la velocidad de modulación, si un CM aporta su propia contribución al cambio de latencia, el CM DEBE compensar también esta diferencia de latencia específica del CM. Esto se añade a los desplazamientos aplicados a partir de los valores del cuadro anterior, resultantes de la contribución del receptor ascendente CMTS heredado al cambio de latencia. Los requisitos aplicables a la precisión de temporización de ráfagas del CM, definidos anteriormente para el modo TDMA, en relación con un cambio de velocidad de modulación inferior al original, y la nueva velocidad de modulación, se aplican tras el cambio de velocidad de modulación, habida cuenta de los desplazamientos de temporización necesarios anteriores. Concretamente, el CM DEBE implementar los ajustes de temporización con una precisión de $\pm 0,25 \mu\text{s}$, más $\pm 1/2$ símbolo, tanto en modo TDMA como S-CDMA.

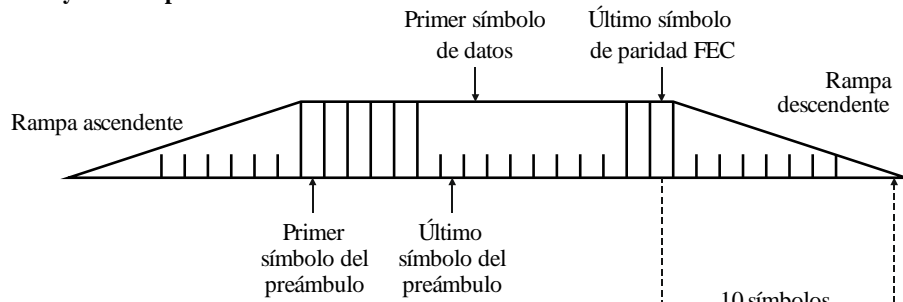
Un CMTS que no aplica los mismos desplazamientos de retardo físico internos que los receptores CMTS ascendentes DOCSIS heredados puede recibir ráfagas de CM tras un cambio de velocidad de modulación de las siguientes maneras (lista no exhaustiva):

- 1) El CMTS puede implementar el desplazamiento de retardo físico interno, como se especifica en el cuadro anterior.
- 2) El CMTS puede implementar una compensación de temporización interna basada en el desplazamiento previsto en el cuadro anterior.
- 3) El CMTS puede incrementar el tiempo de guarda.
- 4) El CMTS puede enviar un mensaje RNG-RSP no solicitado a cada CM para ajustar el desplazamiento de retardo. Como se indica en la cláusula 6.4.4 de [UIT-T J.222.2], se prevé que el CM sea capaz de ajustar su desplazamiento de temporización en cualquier momento con la precisión especificada en esta cláusula.

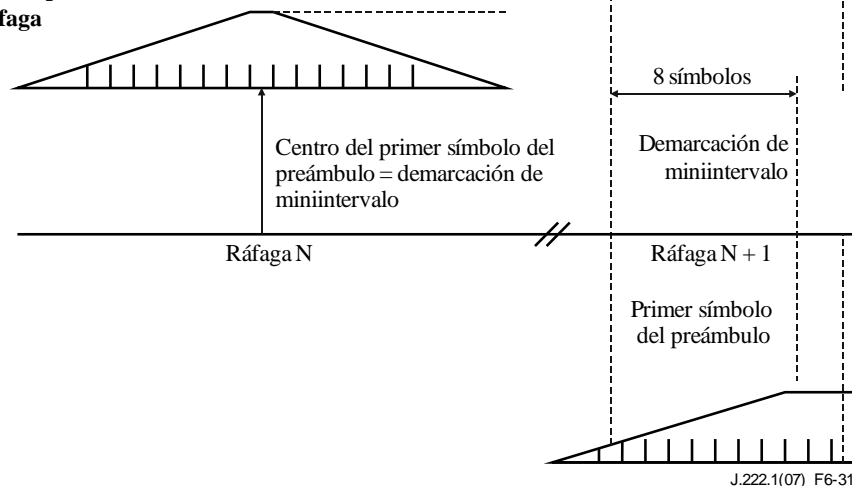
6.2.21 Convenio relativo a la temporización de las ráfagas

La Figura 6-31 ilustra la temporización de ráfaga nominal para canales TDMA.

a) Perfil de ráfaga nominal (sin errores de temporización); se representa una banda de guarda de 8 símbolos; y una rampa ascendente y una rampa descendente de 10 símbolos



b) La temporización se refiere al centro del símbolo del primer símbolo de cada ráfaga



J.222.1(07)_F6-31

NOTA – A la rampa descendente de una ráfaga puede superponerse la rampa ascendente de la ráfaga siguiente incluso cuando ambas rampas hayan sido asignadas a un mismo transmisor.

Figura 6-31 – Temporización de ráfaga nominal para canales TDMA

La Figura 6-32 ilustra la temporización de ráfaga de caso más desfavorable para un canal TDMA. En este ejemplo, la ráfaga N llega atrasada en 1,5 símbolos, y la ráfaga N+1 llega adelantada en 1,5 símbolos, pero se mantiene la separación de 5 símbolos; a continuación se muestra una banda de guarda de 8 símbolos.

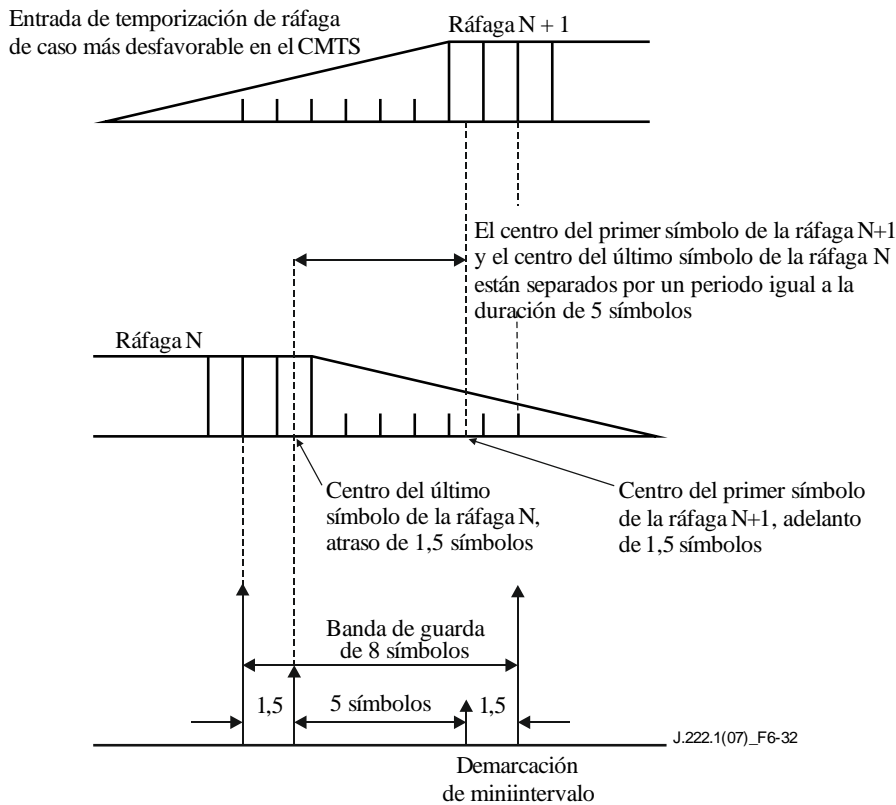


Figura 6-32 – Temporización de ráfaga de caso más desfavorable para TDMA

A una velocidad de símbolos de R_s , cada uno de los símbolos aparece a una velocidad de $T_s = 1/R_s$ s. La rampa ascendente y la rampa descendente son el ensanche de un símbolo en el dominio del tiempo más allá de la duración T_s , debido al filtro de conformación de símbolo y a cualquier efecto residual del igualador en transmisión. Si se transmitiera un solo símbolo, su duración sería mayor que T_s porque la respuesta a impulso del filtro de conformación es mayor que T_s . El ensanche de los símbolos primero y último de una transmisión en ráfaga extiende en efecto la duración de la ráfaga haciéndola más larga que $N * T_s$, donde N es el número de símbolos en la ráfaga.

Para canales S-CDMA, las ráfagas procedentes de todos los CM están sincronizadas. Esto significa que la rampa descendente de una ráfaga puede producirse al mismo tiempo que la rampa ascendente de la ráfaga siguiente. El CM DEBE cumplir los requisitos de determinación de distancia y sincronización del S-CDMA para garantizar que la rampa descendente y la rampa ascendente de las ráfagas están alineadas.

6.2.22 Requisitos de fidelidad

Los siguientes requisitos presuponen que toda preecualización está inhabilitada, a menos que se indique otra cosa.

6.2.22.1 Emisiones no esenciales

El ruido y la potencia no esencial NO DEBEN superar los niveles indicados en los Cuadros 6-14, 6-15 y 6-17. El ruido y la potencia no esencial NO DEBERÍAN rebasar los niveles indicados en los Cuadros 6-16 y 6-18. Cuando el modo transmisión por canales múltiples está activado se suman los requisitos de ruido y potencia no esencial de cada canal (potencia absoluta, NO en dB) para determinar el pedestal de ruido compuesto para la condición de transmisión multicanal. Asimismo, cuando el modo transmisión por canales múltiples está activado, estos requisitos de calidad de funcionamiento no esencial sólo se aplican al CM que opera dentro de ciertas gamas de valores de P_{load_n} , desde $n = 1$ al número de canales ascendentes del conjunto de canales de transmisión y para una relación $number_allocated_codes/number_active_codes$ entre 1 y 1/4, para canales S-CDMA.

En el modo S-CDMA, cuando un módem está transmitiendo menos de 1/4 de los códigos de ensanche activos en el canal, el requisito de emisiones no esenciales límite es el valor de potencia (en dBmV) correspondiente a las especificaciones para el nivel de potencia asociadas con 1/4 de los códigos de ensanche activos (es decir, 6 dB por debajo de la potencia de canal correspondiente a todos los códigos activos para el canal atribuido al CM).

Cuando el modo transmisión por canales múltiples está activado y hay dos o más canales en el conjunto de canales de transmisión, se DEBEN cumplir los requisitos de calidad de funcionamiento no esencial sólo cuando se satisfacen las siguientes gamas de carga:

Dos o más canales en el TCS: aplicable cuando $P_{load_1} - P_{load_min_set} \leq 3$ dB; y

Dos canales en el TCS: aplicable cuando $P_{load_2} - P_{load_1} \leq 12$ dB.

Tres canales en el TCS: aplicable cuando $P_{load_3} - P_{load_1} \leq 8$ dB.

Cuatro canales en el TCS: aplicable cuando:

$$P_{load_2} - P_{load_1} \leq 4 \text{ dB}$$

y

$$P_{load_3} - P_{load_2} \leq 4 \text{ dB}$$

y

$$P_{load_4} - P_{load_3} \leq 4 \text{ dB}$$

Cuando un módem transmite con niveles de potencia fuera de estas gamas de carga (permitido por la gama dinámica de 12 dB), los requisitos de emisiones no esenciales límite son los valores de potencia (en dBmV en lugar de dBc) correspondientes a las especificaciones asociadas con las transmisiones en los canales más alto cargado y segundo más alto cargado, si la carga de esos canales se reduce (aumento de la potencia de transmisión) para respetar las gamas de aplicabilidad.

Cuando el modo transmisión por canales múltiples está activado los requisitos de calidad de funcionamiento no esencial no se aplican a ningún canal ascendente desde el momento en que la potencia de salida de cualquier canal ascendente activo varía en más de ± 3 dB desde el último tiempo de reconfiguración global hasta el final del siguiente tiempo de reconfiguración global. "Tiempo de reconfiguración global" se define como el intervalo de tiempo inactivo entre transmisiones activas, que satisface simultáneamente el requisito de la cláusula 6.2.20.2 para todos los canales TDMA del TCS y el requisito de la cláusula 6.2.20.3 para todos los canales S-CDMA del TCS. Cuando el modo transmisión por canales múltiples está activado, el CMTS DEBERÍA facilitar un tiempo de reconfiguración global al CM antes de ordenarle un cambio de potencia de transmisión de cualquier canal ascendente de ± 3 dB acumulado desde el último tiempo de reconfiguración global.

Por ejemplo, con tres canales S-CDMA en el TCS, con potencias de transmisión por canal de 53 dBmV, 41 dBmV y 41 dBmV, los requisitos de emisiones no esenciales absolutos, cuando dos o más canales del TCS están transmitiendo, corresponden a los requisitos de emisiones no esenciales absolutos cuando la potencia de transmisión por canal es de 53 dBmV, 45 dBmV y 45 dBmV. El nivel de potencia de 41 dBmV se eleva para determinar los límites de emisiones no esenciales a $53 \text{ dBmV} - 8 \text{ dB} = 45 \text{ dBmV}$.

Por ejemplo, con cuatro canales S-CDMA en el TCS, con potencias de transmisión por canal de 53 dBmV, 41 dBmV, 41 dBmV y 41 dBmV, los requisitos de emisiones no esenciales absolutos, cuando dos o más canales del TCS están transmitiendo, corresponden a los requisitos de emisiones no esenciales absolutos cuando la potencia de transmisión por canal es de 53 dBmV, 49 dBmV, 45 dBmV y 41 dBmV. Los niveles de potencia de 41 dBmV se elevan para determinar los límites de emisiones no esenciales a $53 \text{ dBmV} - 4 \text{ dB} = 49 \text{ dBmV}$; y el valor artificial $49 \text{ dBmV} - 4 \text{ dB} = 45 \text{ dBmV}$ y el valor artificial $45 \text{ dBmV} - 4 \text{ dB} = 41 \text{ dBmV}$.

En el Cuadro 6-14, las emisiones no esenciales dentro de banda incluyen ruido, residuos de portadora, rayas espectrales de reloj, productos espurios del sintetizador, y otros productos del transmisor no deseados. No incluyen la interferencia entre símbolos (ISI, *inter-symbol interference*). El ancho de banda de medición para emisiones no esenciales dentro de banda es igual a la velocidad de modulación (por ejemplo, 1 280 a 5 120 kHz). Todos los requisitos expresados en dBc son relativos a la potencia de transmisión emitida realmente por el CM por un canal.

El ancho de banda de medición es de 160 kHz para las especificaciones entre ráfagas (ninguno de los canales del TCS emite ráfagas) del Cuadro 6-14, excepto cuando se explicita que es de 4 MHz o 250 kHz.

Las especificaciones ráfaga en transmisión son aplicables durante los miniintervalos concedidos al CM (cuando el CM utiliza la totalidad o una parte de la concesión), y para 32 intervalos de modulación antes y después de los miniintervalos concedidos. Las especificaciones entre ráfagas son aplicables salvo cuando se esté utilizando una concesión de miniintervalos en cualquier canal activo del CM, y durante los 32 intervalos de modulación precedentes y subsiguientes a la concesión utilizada.

En el modo TDMA, un miniintervalo puede tener una duración de sólo 32 intervalos de modulación, o 6,25 μ s a la velocidad de 5,12 Msímbolo/s, o de sólo 25 μ s a la velocidad de 1,28 Msímbolo/s.

Cuadro 6-14 – Emisiones no esenciales

Parámetro	Ráfaga en transmisión	Entre ráfagas
Dentro de banda	-40 dBc	-72 dBc
Banda adyacente	Véanse los Cuadros 6-15 y 6-16	-72 dBc
Dentro de la gama operativa ascendente 5-42 MHz o 5-85 MHz (excluyendo el canal asignado, canales adyacentes)	Véanse los Cuadros 6-17 y 6-18	-72 dBc
Cuando la gama operativa ascendente es 5-42 MHz: Límites de emisiones no esenciales integradas en el CM (todas en 4 MHz, incluye frecuencias discretas) ¹		
42 a 54 MHz	max(-40 dBc, -26 dBmV)	-26 dBmV
54 a 60 MHz	-35 dBmV	-40 dBmV
60 a 88 MHz	-40 dBmV	-40 dBmV
88 a 870 MHz	-45 dBmV	max(-45 dBmV, -40 dB ref d/s ²)
Cuando la gama operativa ascendente es 5-42 MHz: Límites de emisiones no esenciales discretas del CM ¹		
42 a 54 MHz	max(-50 dBc, -36 dBmV)	-36 dBmV
54 a 88 MHz	-50 dBmV	-50 dBmV
88 a 870 MHz	-50 dBmV	-50 dBmV

Cuadro 6-14 – Emisiones no esenciales

Parámetro	Ráfaga en transmisión	Entre ráfagas
Cuando la gama operativa ascendente es 5-85 MHz: Límites de emisiones no esenciales integradas en el CM (todas en 4 MHz, incluye frecuencias discretas) ¹ 108 a 136 MHz 136 a 870 MHz	 -40 dBmV -45 dBmV	 -40 dBmV max(-45 dBmV, -40 dB ref d/s ²)
Cuando la gama operativa ascendente es 5-85 MHz: Límites de emisiones no esenciales discretas del CM ¹ 108 a 870 MHz	-50 dBmV	-50 dBmV
¹ Estos límites de la especificación excluyen una emisión individual discreta relacionada con el canal recibido sintonizado; esta emisión individual discreta NO DEBE ser mayor que -40 BmV. ² "dB ref d/s" es relativo al nivel de la señal recibida en sentido de ida. Algunas salidas no esenciales son proporcionales al nivel de señal en recepción.		

6.2.22.1.1 Emisiones no esenciales en canal adyacente

Emisiones no esenciales de una portadora transmitida pueden producirse en un canal adyacente que pudiera ser ocupado por una portadora de velocidad de modulación igual o diferente. El Cuadro 6-15 indica los niveles de emisiones no esenciales de canal adyacente para todas las combinaciones de velocidades de modulación de portadora transmitida y velocidades de modulación de canal adyacente. La medición se realiza en un intervalo de canal adyacente que tiene un ancho de banda adecuado, y la distancia con respecto a la portadora transmitida se basa en las velocidades de modulación de la portadora transmitida y en la portadora del canal adyacente.

Cuadro 6-15 – Requisitos de emisiones no esenciales de canal adyacente relativas al nivel de potencia en ráfaga transmitido por canal en cada canal

Especificación en el intervalo	Intervalo de medición y distancia respecto al borde de la portadora	Velocidad de modulación de la portadora de canal adyacente
-50 dBc	20 kHz a 180 kHz	160 kHz
-50 dBc	40 kHz a 360 kHz	320 kHz
-50 dBc	80 kHz a 720 kHz	640 kHz
-50 dBc	160 kHz a 1 440 kHz	1 280 kHz
-47 dBc	320 kHz a 2 880 kHz	2 560 kHz
-44 dBc	640 kHz a 5 760 kHz	5 120 kHz

Además, el CM DEBERÍA cumplir los requisitos del Cuadro 6-16 en las mismas condiciones enumeradas para el Cuadro 6-15 anterior. Cuando la potencia de ráfaga por canal sea inferior, pues sólo hay un canal emitiendo ráfagas (en un momento dado) se aplicará una relajación de 2 dB de los requisitos de emisiones no esenciales absolutos del Cuadro 6-16.

Cuadro 6-16 – Objetivos de emisiones no esenciales de canal adyacente relativas al nivel de potencia en ráfaga transmitido por canal en cada canal

Especificación en el intervalo	Intervalo de medición y distancia respecto al borde de la portadora	Velocidad de modulación de la portadora de canal adyacente
-53 dBc	20 kHz a 180 kHz	160 kHz
-53 dBc	40 kHz a 360 kHz	320 kHz
-52 dBc	80 kHz a 720 kHz	640 kHz
-51 dBc	160 kHz a 1 440 kHz	1 280 kHz
-50 dBc	320 kHz a 2 880 kHz	2 560 kHz
-48 dBc	640 kHz a 5 760 kHz	5 120 kHz

6.2.22.1.2 Emisiones no esenciales en la gama de frecuencias ascendente

En el Cuadro 6-17 se indican las posibles velocidades de modulación que podrían transmitirse en un intervalo, el nivel de emisión espuria requerido en ese intervalo, y el intervalo de medición inicial en que se empiezan a medir las emisiones no esenciales. Las mediciones deberían realizarse a la distancia inicial y repetirse a distancias crecientes con respecto a la portadora hasta alcanzar el borde de la banda en sentido de retorno. El borde inferior de la banda ascendente es 5 MHz; el borde superior de la banda ascendente es 42 MHz o, si en el CM se puede seleccionar la gama de frecuencias ascendente, puede seleccionarse 85 MHz.

Cuadro 6-17 – Requisitos de emisiones no esenciales en la gama de frecuencias ascendente relativas al nivel de potencia en ráfaga transmitido por canal en cada canal

Posible velocidad de modulación en este intervalo	Especificación en el intervalo	Intervalo de medición inicial y distancia respecto al borde de la portadora
160 kHz	-54 dBc	220 kHz a 380 kHz
320 kHz	-52 dBc	240 kHz a 560 kHz
640 kHz	-50 dBc	280 kHz a 920 kHz
1 280 kHz	-50 dBc	360 kHz a 1 640 kHz
2 560 kHz	-47 dBc	520 kHz a 3 080 kHz
5 120 kHz	-44 dBc	840 kHz a 5 960 kHz

Además, el CM DEBERÍA cumplir los requisitos del Cuadro 6-18 en las mismas condiciones enumeradas para el Cuadro 6-17 anterior. Cuando la potencia de ráfaga por canal sea inferior, pues sólo hay un canal emitiendo ráfagas (en un momento dado) se aplicará una relajación de 2 dB de los requisitos de emisiones no esenciales absolutos del Cuadro 6-18.

Cuadro 6-18 – Objetivos de emisiones no esenciales en la gama de frecuencias ascendente relativas al nivel de potencia en ráfaga transmitido por canal en cada canal

Posible velocidad de modulación en este intervalo	Especificación en el intervalo	Intervalo de medición inicial y distancia respecto al borde de la portadora
160 kHz	-60 dBc	220 kHz a 380 kHz
320 kHz	-58 dBc	240 kHz a 560 kHz
640 kHz	-56 dBc	280 kHz a 920 kHz
1 280 kHz	-54 dBc	360 kHz a 1 640 kHz
2 560 kHz	-52 dBc	520 kHz a 3 080 kHz
5 120 kHz	-50 dBc	840 kHz a 5 960 kHz

6.2.22.2 Emisiones no esenciales durante estados transitorios de ráfaga de tipo activado/desactivado

Cada transmisor DEBE controlar las emisiones no esenciales, antes y durante la rampa ascendente y durante y después de la rampa descendente, y antes y después de una ráfaga.

Las emisiones no esenciales de tipo activado/desactivado, como el cambio en la tensión a la salida del transmisor en sentido de retorno cuando se habilita o inhabilita la transmisión, NO DEBEN ser superiores a 100 mV. Tal escalón DEBE desaparecer no antes de haber transcurrido 2 μ s de estabilización constante. Este requisito se aplica cuando el CM está transmitiendo a +55 dBmV o más por canal en cada canal. En niveles de transmisión con reducción de potencia, el máximo cambio en la tensión DEBE disminuir por un factor de dos por cada disminución de 6 dB del nivel de potencia en el canal activo de potencia más alta desde +55 dBmV por canal, hasta un cambio máximo de 7 mV en un nivel de 31 dBmV por canal y más bajos. Este requisito no es aplicable a los transitorios de potencia activada y potencia desactivada del CM.

6.2.22.3 Tasa de error de modulación

La tasa de errores de modulación (MER, *modulation error ratio*) mide la varianza de conglomerado causada por la forma de onda en transmisión. incluye los efectos de la interferencia entre símbolos (ISI), emisiones no esenciales, ruido de fase, y todas las demás degradaciones del transmisor.

6.2.22.3.1 Definiciones

MER para los símbolos: MER_{symb} se define como sigue en el caso de símbolos transmitidos en modo TDMA o S-CDMA. La forma de onda RF transmitida (tras la conversión descendente apropiada) se aplica al filtro ideal con el que se efectúa la concordancia de símbolos en recepción (brevemente, el filtro concordado) y se muestrea una vez por cada símbolo. Para TDMA, el filtro concordado es un filtro de forma raíz cuadrada de coseno elevado con un factor alfa = 0,25. Para S-CDMA, el filtro concordado es un filtro de forma raíz cuadrada de coseno elevado con alfa = 0,25, convolucionado con la secuencia de códigos de ensanche invertida en el tiempo (en esta convolución, la secuencia de códigos de ensanche se expresa como un tren de impulsos ponderado espaciado en el periodo de chip). No se añade ningún ruido externo [(ruido gaussiano blanco aditivo (AWGN, *additive white gaussian noise*))] a la señal. El desplazamiento de la frecuencia portadora, desplazamiento de la fase de la portadora, la temporización de símbolos y la ganancia pueden ajustarse durante cada ráfaga para maximizar MER_{symb} . La igualación de la forma de onda recibida no está permitida. En aquellos casos en que el igualador en transmisión del CM está ACTIVADO, los coeficientes del igualador en transmisión pueden ajustarse para maximizar MER_{symb} . MER_{symb} se define en el conector F del CM, salvo que, cuando se inserta un canal de eco, MER_{symb} se define a la salida del canal de eco. MER_{symb} se calcula por la fórmula:

$$MER_{\text{symp}}(dB) = 10 \cdot \log_{10} \left\{ \frac{E_{av}}{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N |e_j|^2} \right\}$$

donde:

E_{av} es la energía de constelación promedio para símbolos equiprobables (véase la cláusula 6.2.14 y la Figura 6-20)

N es el número de símbolos promediados

e_j es el vector de error desde el j -ésimo símbolo recibido hasta el símbolo QAM transmitido, ideal, en la cuadrícula de la Figura 6-20.

Para S-CDMA, MER_{symp} se promedia sobre todos los códigos activos.

MER de chips compuestos: MER_{chip} se especifica para chips S-CDMA compuestos con el fin de asegurarse de que se mantiene una alta relación señal/ruido (SNR), sobre todo cuando se atribuye un reducido número de códigos, para evitar los efectos de embudo cuando muchos módems transmiten simultáneamente. Un chip S-CDMA compuesto se define como la salida del ensanchador durante un intervalo de chip, es decir, un elemento del vector de transmisión definido en la cláusula 6.2.15, "Ensanchador S-CDMA".

MER_{chip} se define como sigue: la forma de onda RF transmitida (después de una conversión descendente adecuada) se aplica al filtro concordado de chip en recepción, ideal, y se muestrea una vez por cada chip. El filtro concordado es un filtro de forma raíz cuadrada de coseno elevado con un factor $\alpha = 0,25$. No se añade ruido externo (AWGN) a la señal. El desplazamiento de frecuencia de la portadora, desplazamiento de fase de la portadora, temporización y ganancia pueden ajustarse durante cada ráfaga para maximizar MER_{chip} . La igualación de la forma de onda recibida no está permitida. En aquellos casos en que el igualador en transmisión del CM está ACTIVADO, los coeficientes del igualador en transmisión pueden ajustarse para maximizar MER_{chip} . MER_{chip} se define en el conector F del CM. Se calcula por la fórmula:

$$MER_{\text{chip}}(dB) = 10 \cdot \log_{10} \left\{ \frac{\sum_{j=1}^N |p_j|^2}{\sum_{j=1}^N |P_j - r_j|^2} \right\}$$

donde:

p_j es el j -ésimo chip compuesto transmitido

r_j es el j -ésimo chip compuesto recibido

N es el número de chips compuestos observados

6.2.22.3.2 Requisitos

A menos que se indique otra cosa, la MER DEBE satisfacer o exceder los siguientes límites en la totalidad de la gama de potencias de transmisión del Cuadro 6-12 para cada tipo de modulación, velocidad de modulación, y en la gama completa de frecuencias portadoras, y para S-CDMA, en cualquier número válido de códigos activos y atribuidos. La gama de frecuencias portadoras 5-85 MHz se refiere más precisamente a las frecuencias comprendidas entre $[5 \text{ MHz} + \text{velocidad de modulación} * 1,25/2]$ y $[85 \text{ MHz} - \text{velocidad de modulación} * 1,25/2]$. En los puntos de separación entre regiones, se aplica la especificación de la MER más alta.

Caso 1: Canal plano, igualación en transmisión DESACTIVADA

Caso 1a: para velocidades de modulación de 2,56 MHz e inferiores para el modo de funcionamiento de 5 MHz a 42 MHz:

$MER_{\text{sy mb}} \geq 30$ dB en frecuencias portadoras de 15 a 30 MHz

$MER_{\text{sy mb}} \geq 27$ dB en frecuencias portadoras de 10 MHz a 15 MHz y de 30 MHz a 35 MHz

$MER_{\text{sy mb}} \geq 26$ dB en frecuencias portadoras de 5 MHz a 10 MHz y de 35 MHz a 42 MHz

Caso 1b: para velocidad de modulación de 5,12 MHz para el modo de funcionamiento de 5 MHz a 42 MHz:

$MER_{\text{sy mb}} \geq 27$ dB en frecuencias portadoras de 15 a 30 MHz

$MER_{\text{sy mb}} \geq 24$ dB en frecuencias portadoras de 10 MHz a 15 MHz y de 30 MHz a 35 MHz

$MER_{\text{sy mb}} \geq 23$ dB en frecuencias portadoras de 5 MHz a 10 MHz y de 35 MHz a 42 MHz

Caso 1c: para velocidades de modulación de 2,56 MHz e inferiores para el modo de funcionamiento de 5 MHz a 85 MHz:

$MER_{\text{sy mb}} \geq 30$ dB en frecuencias portadoras de 15 a 61 MHz

$MER_{\text{sy mb}} \geq 27$ dB en frecuencias portadoras de 10 MHz a 15 MHz y de 61 MHz a 71 MHz

$MER_{\text{sy mb}} \geq 26$ dB en frecuencias portadoras de 5 MHz a 10 MHz y de 71 MHz a 85 MHz

Caso 1d: para velocidad de modulación de 5,12 MHz para el modo de funcionamiento de 5 MHz a 85 MHz:

$MER_{\text{sy mb}} \geq 27$ dB en frecuencias portadoras de 15 a 61 MHz

$MER_{\text{sy mb}} \geq 24$ dB en frecuencias portadoras de 10 MHz a 15 MHz y de 61 MHz a 71 MHz

$MER_{\text{sy mb}} \geq 23$ dB en frecuencias portadoras de 5 MHz a 10 MHz y de 71 MHz a 85 MHz

Caso 2: Canal plano, igualación en transmisión ACTIVADA

Caso 2a: para TDMA/QPSK, $MER_{\text{sy mb}} \geq 30$ dB

Caso 2b: para S-CDMA y todas las modulaciones TDMA excepto QPSK, $MER_{\text{sy mb}} \geq 35$ dB

Caso 2c: para S-CDMA, $MER_{\text{sy mb}} \geq 33$ dB

Caso 3: Canal de eco, igualación en transmisión ACTIVADA

(El canal de eco no DEBE estar limitado por la gama dinámica. El canal de eco DEBE ser una representación verdadera, como se describe en el Cuadro 5-2.)

Caso 3a: en presencia de un solo eco seleccionado entre las microrreflexiones de canal definidas en el Cuadro 5-2, la $MER_{\text{sy mb}}$ medida DEBE ser ≥ 30 dB para TDMA/QPSK, y ≥ 33 dB para S-CDMA y todas las modulaciones TDMA excepto QPSK.

Caso 3b: en presencia de dos o tres de los ecos definidos en el Cuadro 5-2 (especificándose como máximo una de las dos cantidades: magnitud y retardo), $MER_{\text{sy mb}}$ medida DEBE ser ≥ 29 dB.

Puesto que el cuadro no limita el retardo de eco en el caso de -30 dBc, a los fines de las pruebas se supone que el alcance temporal del eco en esta magnitud es inferior o igual a 1,5 μ s.

El CMTS DEBE proporcionar un modo prueba en que:

- acepta coeficientes de igualador a través de una interfaz externa (por ejemplo, Ethernet);
- envía los coeficientes al preecualizador del CM mediante una respuesta determinación de distancia (tanto en el modo fijación como en el modo convolución);
- no ajusta la frecuencia, la temporización ni la potencia del CM.

6.2.22.4 Distorsión del filtro

Los siguientes requisitos presuponen que toda preigualación está inhabilitada.

6.2.22.4.1 Amplitud

La máscara espectral DEBE ser el espectro ideal de raíz cuadrada de coseno elevado con un factor alfa = 0,25, dentro de las gamas indicadas en el Cuadro 6-19.

Cuadro 6-19 – Distorsión de amplitud del filtro de canal único

Frecuencia	Límites de máscara espectral	
	Inferior	Superior
$f_c - 5R_s/8$	–	–30 dB
$f_c - R_s/2$	–3,5 dB	–2,5 dB
$f_c - 3R_s/8$ a $f_c - R_s/4$	–0,5 dB	+0,3 dB
$f_c - R_s/4$ a $f_c + R_s/4$	–0,3 dB	+0,3 dB
$f_c + R_s/4$ a $f_c + 3R_s/8$	–0,5 dB	+0,3 dB
$f_c + R_s/2$	–3,5 dB	–2,5 dB
$f_c + 5R_s/8$	–	–30 dB

Donde f_c es la frecuencia central, R_s es la velocidad de modulación, y la densidad espectral se mide con un ancho de banda de resolución de 10 kHz o menos.

6.2.22.5 Ruido de fase de la portadora

El ruido de fase integrado total del transmisor en sentido de retorno (incluido el ruido de señales no esenciales discretas) DEBE ser menor o igual que –46 dBc sumado en las regiones espectrales que abarcan 200 Hz a 400 kHz por encima y por debajo de la portadora.

El ruido de fase integrado total del transmisor en sentido de retorno (incluido el ruido de señales no esenciales discretas) DEBE ser menor o igual que –44 dBc sumado en las regiones espectrales que abarcan 8 kHz a 3,2 MHz por encima y por debajo de la portadora.

El CM DEBE proporcionar un modo prueba en el que:

- una señal continua (no transmitida en ráfaga), no modulada (CW) en sentido de retorno se transmite a la frecuencia portadora, la velocidad de modulación y el nivel dispuestos por la instrucción. Esto equivale a sustituir la secuencia de chip en la salida del ensanchador por la secuencia constante (1, 1, 1, 1, 1, 1,...) a la amplitud nominal, igual en I y en Q;
- el CM rastrea el reloj de símbolos descendente y lo utiliza para generar el reloj de símbolos ascendente como en el funcionamiento síncrono normal.

6.2.22.6 Exactitud de la frecuencia de canal

El CM DEBE proporcionar la frecuencia de canal asignada dentro de un margen de 50 partes por millón en una gama de temperaturas de 0 a 40 grados centígrados durante cinco años a partir de la fecha de fabricación.

6.2.22.7 Exactitud de la velocidad de modulación

El mensaje MDD [UIT-T J.222.2] facilita un campo TLV que indica si el CMTS ofrece un reloj de símbolos descendente síncrono, es decir, si el reloj de símbolos descendente está fijado al reloj maestro a 10,24 MHz. Si el MDD indica que el reloj de símbolos descendente es síncrono, el CM DEBE fijar su temporización al reloj de símbolos descendente. Si el mensaje MDD indica que el reloj

de símbolos descendente es asíncrono, el CM NO DEBE fijar su temporización al reloj de símbolos descendente.

En el funcionamiento síncrono (es decir, cuando el CM está fijado al reloj de símbolos descendente), el modulador ascendente DEBE fijar la velocidad de modulación ascendente de todos los canales ascendentes (S-CDMA y/o TDMA) a la velocidad de símbolos descendente, habida cuenta de los requisitos de fluctuación de fase de la temporización de símbolos de la cláusula 6.2.22.8.

En el funcionamiento asíncrono (es decir, cuando la temporización del CM no está fijada al reloj de símbolos descendente), el modulador en sentido de retorno DEBE proporcionar una exactitud de velocidad de modulación absoluta de velocidades de símbolos de 50 partes por millón en una gama de temperaturas de 0 a 40 grados centígrados durante cinco años a partir de la fecha de fabricación.

6.2.22.8 Fluctuación de fase de la temporización de la modulación

6.2.22.8.1 Fluctuación de fase de la temporización de símbolos para canales ascendentes TDMA en el funcionamiento asíncrono

Para canales ascendentes TDMA en el funcionamiento asíncrono, la fluctuación de fase cresta a cresta de la temporización de símbolos, con referencia al primer cruce por cero de los símbolos, de la forma de onda transmitida DEBE ser menor que 0,02 del valor nominal de la duración de símbolo en un periodo de 2 s. En otras palabras, la diferencia entre la máxima duración de símbolo y la mínima durante el periodo de 2 s será inferior a 0,02 del valor nominal de la duración de símbolo para cada una de las cinco velocidades de símbolos en sentido de retorno.

Para canales ascendentes TDMA en el funcionamiento asíncrono, el error de fase acumulativo cresta a cresta, con referencia al tiempo del primer símbolo y factorizando cualquier desplazamiento fijo de la frecuencia de símbolo, DEBE ser menor que 0,04 del valor nominal de la duración de símbolo en un periodo de 0,1 s. En otras palabras, la diferencia entre el máximo error de fase acumulativo y el mínimo durante el periodo de 0,1 s será menor que 0,04 del valor nominal de la duración de símbolo para cada una de las cinco velocidades de símbolos en sentido de retorno. La factorización de un desplazamiento fijo de la frecuencia de símbolo habrá de realizarse utilizando la duración media de símbolo calculada durante el periodo de 0,1 s.

6.2.22.8.2 Fluctuación de fase de la temporización de modulación para funcionamiento síncrono

Todas las especificaciones presuponen que la entrada en sentido de ida al CM se ajusta a lo establecido en las cláusulas 6.3.5, 6.3.3 y [UIT-T J.210].

Para canales S-CDMA y TDMA en el funcionamiento síncrono, el error de temporización del reloj de modulación ascendente (una vez restado el error medio) relativo al reloj director del CMTS DEBE ser menor que 0,005 valor medio cuadrático (RMS) del intervalo de modulación en un intervalo de medición de 35 s de duración. Esto es aplicable:

- 1) a la deriva de la fluctuación de fase y de la frecuencia de caso más desfavorable especificada para el reloj maestro del CMTS y el reloj de símbolos descendente del CMTS de acuerdo con los requisitos antes expresados;
- 2) a cualquier tiempo de propagación de ida y retorno hasta el máximo permitido.

El reloj de modulación ascendente del CM DEBERÍA rastrear los componentes de fluctuación de fase por debajo de 10 Hz en el reloj de símbolo en sentido de ida a la entrada con una función de transferencia de error por debajo de -25 dB. El reloj de modulación ascendente del CM DEBERÍA atenuar los componentes de fluctuación de fase en el reloj de símbolo en sentido descendente a la entrada por encima de 200 Hz.

El CM DEBE proporcionar un modo prueba en el cual:

- se transmite una señal continua (no en ráfaga) en sentido de retorno a la frecuencia portadora, velocidad de modulación y nivel dispuestos por la instrucción;
- la secuencia de modulación a la entrada del ecualizador de transmisión se reemplaza por una secuencia binaria alternante (1, -1, 1, -1, 1, -1,...) de amplitud nominal, igual para los componentes en fase (I) y para los componentes en cuadratura (Q);
- el CM rastrea el reloj de símbolos descendente y lo utiliza para generar el reloj de modulación ascendente como en el funcionamiento síncrono normal.

6.2.23 Características de la potencia de entrada del desmodulador en sentido de retorno

El nivel de la señal de entrada instantáneo, incluidos el ingreso y el ruido en el desmodulador ascendente NO DEBE exceder 29 dBmV para el funcionamiento en la gama de frecuencias de 5-85 MHz.

La potencia recibida prevista en cada portadora DEBE estar dentro de los valores indicados en el Cuadro 6-20.

El desmodulador DEBE funcionar respetando sus especificaciones de calidad de funcionamiento definidas con ráfagas dentro de ± 6 dB de la potencia nominal en recepción dispuesta por la instrucción. Por consiguiente, la potencia máxima de una ráfaga recibida DEBE ser igual o inferior a 29 dBmV.

Cuadro 6-20 – Características de potencia de entrada del desmodulador de canal ascendente

Velocidad de modulación (kHz)	Gama máxima (dBmV)	Aplicabilidad
160	-13 a +17	CMTS PUEDE soportar
320	-13 a +17	CMTS PUEDE soportar
640	-13 a +17	CMTS PUEDE soportar
1 280	-13 a +17	CMTS DEBE soportar
2 560	-10 a +20	CMTS DEBE soportar
5 120	-7 a +23	CMTS DEBE soportar

6.2.24 Salida eléctrica del CM en sentido de retorno

El CM DEBE presentar a la salida una señal modulada RF con las características indicadas en el Cuadro 6-21.

Cuadro 6-21 – Salida eléctrica del CM

Parámetro	Valor
Frecuencia	5 a 42 MHz borde a borde PUEDE ofrecerse la siguiente opción: Opción de selección de modo: Modo 1: 5 a 42 MHz borde a borde Modo 2: 5 a 85 MHz borde a borde

Cuadro 6-21 – Salida eléctrica del CM

Parámetro	Valor
Gama de nivel por canal (modo transmisión por canales múltiples desactivado o sólo modo de transmisión por canales múltiples activado con un canal en el TCS)	TDMA: P_{\min} a +57 dBmV (32 QAM, 64 QAM) P_{\min} a +58 dBmV (8 QAM, 16 QAM) P_{\min} a +61 dBmV (QPSK) S-CDMA: P_{\min} a +56 dBmV (todas las modulaciones) siendo P_{\min} = +17 dBmV, velocidad de modulación 1 280 kHz P_{\min} = +20 dBmV, velocidad de modulación 2 560 kHz P_{\min} = +23 dBmV, velocidad de modulación 5 120 kHz
Gama de nivel por canal (dos canales en el TCS)	TDMA: P_{\min} a +54 dBmV (32 QAM, 64 QAM) P_{\min} a +55 dBmV (8 QAM, 16 QAM) P_{\min} a +58 dBmV (QPSK) S-CDMA: P_{\min} a +53 dBmV (todas las modulaciones) siendo P_{\min} = +17 dBmV, velocidad de modulación 1 280 kHz P_{\min} = +20 dBmV, velocidad de modulación 2 560 kHz P_{\min} = +23 dBmV, velocidad de modulación 5 120 kHz
Gama de nivel por canal (tres o cuatro canales en el TCS)	TDMA: P_{\min} a +51 dBmV (32 QAM, 64 QAM) P_{\min} a +52 dBmV (8 QAM, 16 QAM) P_{\min} a +55 dBmV (QPSK) S-CDMA: P_{\min} a +53 dBmV (todas las modulaciones) siendo P_{\min} = +17 dBmV, velocidad de modulación 1 280 kHz P_{\min} = +20 dBmV, velocidad de modulación 2 560 kHz P_{\min} = +23 dBmV, velocidad de modulación 5 120 kHz
Tipo de modulación	QPSK, 8 QAM, 16 QAM, 32 QAM, 64 QAM y 128 QAM
Velocidad de modulación (nominal)	TDMA: 1 280, 2 560 y 5 120 kHz S-CDMA: 1 280, 2 560 y 5 120 kHz Funcionamiento pre-DOCSIS 3.0 facultativo, TDMA: 160, 320 y 640 kHz
Ancho de banda	TDMA: 1 600, 3 200 y 6 400 kHz S-CDMA: 1 600, 3 200 y 6 400 kHz Funcionamiento pre-DOCSIS 3.0 facultativo, TDMA: 200, 400 y 800 kHz
Impedancia de salida	75 ohmios
Pérdida de retorno a la salida	> 6 dB (en toda la gama de frecuencias ascendente seleccionada 5-42 MHz o 5-85 MHz). > 6 dB (108 a 870 MHz)
Conector	Conector F de acuerdo con [CEI 61169-24] o [SCTE 02] (común con la entrada)

6.2.25 Capacidades del transmisor CM ascendente

El CM anuncia sus capacidades al CMTS. Esas capacidades pueden comprender:

- máximo número de canales activos, que DEBE ser 4 o superior;
- máximo número de canales de 3,2 MHz, que no DEBE ser superior al máximo número de canales activos soportado;
- máximo número de canales de 6,4 MHz. que no DEBE ser superior al número máximo de canales de 3,2 MHz soportado. El máximo número de canales de 6,4 MHz DEBE ser 4 o superior;
- capacidad de modo 2 de códigos activos seleccionables – sí/no;
- capacidad de modo 2 de salto de código – sí/no;
- soporte de gama de frecuencias ascendente ampliada 5-85 MHz – sí/no.

El CM DEBE soportar todas las capacidades que comunica al CMTS.

El CMTS NO DEBE dar al CM la instrucción de funcionar fuera de sus capacidades anunciadas.

6.2.25.1 Descripción de la capacidad conjunto de canales de transmisión ascendentes del CM

El CM comunica al CMTS sus capacidades en cuanto al número de canales ascendentes activos que puede soportar. El método de transporte debe describir clara e inequívocamente las capacidades del CM al CMTS. Los parámetros de este intercambio de mensajes se definen en la presente cláusula y en el Apéndice IV se da un ejemplo de cálculo para esta comunicación del CM al CMTS del número de canales ascendentes activos con los diversos anchos de banda soportados por el CM.

Sean X = número de canales de 6,4 MHz, Y = número de canales de 3,2 MHz y Z = número de canales de 1,6 MHz activos al mismo tiempo (conjunto de canales de transmisión). Sean X_{\max} el número máximo de canales de 6,4 MHz que el CM puede soportar; Y_{\max} el número máximo de canales de 3,2 MHz que puede soportar el CM, y Z_{\max} el número máximo de canales de 1,6 MHz que el CM puede soportar. Z_{\max} equivale al número máximo de transmisores ascendentes que puede soportar el CM.

El CM comunica X_{\max} , Y_{\max} y Z_{\max} durante el registro utilizando las codificaciones de capacidades de módem especificadas en la cláusula C.1.3.1 de [UIT-T J.222.2]. El CM DEBE asegurarse de que $X_{\max} \leq Y_{\max} \leq Z_{\max}$.

La comunicación de X_{\max} , Y_{\max} y Z_{\max} por el CM da información suficiente para describir todas las combinaciones posibles de X , Y y Z .

A partir de esos valores el CMTS puede calcular $B_{\max} = \max(6,4 * X_{\max}, 3,2 * Y_{\max}, 1,6 * Z_{\max})$.

Entonces, se permiten todos los valores de (X, Y, Z) que satisfagan las siguientes cuatro desigualdades:

$$6,4 * X + 3,2 * Y + 1,6 * Z \leq B_{\max}$$

$$X \leq X_{\max}$$

$$Y \leq Y_{\max}$$

$$X + Y + Z \leq Z_{\max}.$$

6.3 Descendente

6.3.1 Protocolo descendente y soporte de intercalado

La subcapa PMD descendente DEBE ajustarse a [UIT-T J.83-B], a excepción de la cláusula B.6.2. La profundidad del intercalador se define en la cláusula 6.3.3 de [UIT-T J.210]. Los requisitos eléctricos de salida RF descendente, incluidos el plan de frecuencias descendentes, la profundidad del intercalador, el formato de espectro, el reloj y los requisitos de símbolos, se definen en [UIT-T J.210]. El CM DEBE soportar las profundidades de intercalador definidas en el Cuadro 6-1 de [UIT-T J.210]. El CM PUEDE soportar las profundidades de intercalador definidas en el Cuadro 6-2 de [UIT-T J.210].

6.3.2 Entrada eléctrica descendente al CM

El CM DEBE poder aceptar cualquier número de señales entre uno y MDBC simultáneamente, situadas en intervalos de frecuencias que se ajustan a la lista TB y la lista Demod del CM. El CM DEBE poder reconfigurarse para recibir distintos canales. Como mínimo, el CM DEBE poder recibir al menos cuatro canales descendentes, situados independientemente dentro de una ventana arbitraria de 60 MHz en una banda de frecuencias descendente. El CM DEBE soportar la agrupación de cualquier número de canales descendentes hasta el máximo. El CM DEBE poder situar y aceptar señales moduladas RF en los canales que utiliza el sistema de cable en que operará. Por ejemplo, puede tratarse de los canales definidos en [CEA-542-B] para portadoras relacionadas con armónicos (HRC, *harmonic related carrier*), portadoras relacionadas con incrementos (IRC, *incremental related carrier*) y planes de frecuencias de América del Norte normalizados (STD). No es necesario el funcionamiento por debajo de una frecuencia central de 111 MHz. Las señales tendrán las características definidas en el Cuadro 6-22.

Cuadro 6-22 – Entrada eléctrica al CM

Parámetro	Valor
Frecuencia central	111 a 867 MHz \pm 30 kHz
Gama de nivel (un canal DOCSIS)	-15 dBmV a +15 dBmV
Tipo de modulación	64 QAM y 256 QAM
Velocidad de símbolos (nominal)	5,056941 Msímbolo/s (64 QAM) y 5,360537 Msímbolo/s (256 QAM)
Ancho de banda	6 MHz (conformación de raíz cuadrada de coseno elevado con alfa = 0,18 para 64 QAM y conformación de raíz cuadrada de coseno elevado con alfa = 0,12 para 256 QAM)
Potencia de entrada total (40 MHz y superior)	< 33 dBmV
Potencia máxima de cualquier entrada de portadora al CM	20 dBmV
Impedancia de entrada (carga)	75 ohmios
Pérdida de retorno a la entrada	> 6 dB (en toda la gama de frecuencias ascendente seleccionada 5-42 MHz o 5-85 MHz) > 6 dB (108 a 870 MHz)
Conector	Conector F de acuerdo con [CEI 61169-24] o [SCTE 02] (común con la salida)

6.3.3 Característica de tasa de errores de bit del CM

La característica de tasa de errores de bit del CM DEBE ser la descrita en esta cláusula. Los requisitos son aplicables a cada uno de los canales descendentes recibidos con el intercalador puesto al modo de intercalado $I = 128, J = 1$.

6.3.3.1 64 QAM

6.3.3.1.1 Característica de tasa de errores en los bits del CM para 64 QAM

La pérdida por implementación del CM DEBE ser tal que, después de aplicada la corrección intrínseca de errores (FEC), el CM debe alcanzar una tasa de errores de bit (BER) de menos de 10^{-8} cuando funcione con una relación portadora/ruido (E_s/N_o) de 23,5 dB o superior. Si no es posible medir directamente la BER posterior a la FEC, puede utilizarse la tasa de errores en palabras de código, R_C (definida a continuación). En ese caso, el CM DEBE lograr una tasa de errores en palabras de código inferior o igual a 9×10^{-7} cuando funcione con una relación portadora/ruido (E_s/N_o) de 23,5 dB o superior.

Cálculo de la tasa de errores en palabras de código, R_C :

$$R_C = \frac{(E_U - E_{U0})}{(E_U - E_{U0}) + (E_C - E_{C0})(C - C_0)}$$

siendo:

- E_U el valor del cómputo de palabras de código con errores incorregibles;
- E_C el valor del cómputo de palabras de código con errores corregibles; y
- C el valor del cómputo de palabras de código sin errores.

Se muestran los valores al inicio del intervalo de prueba (indicados por los subíndices E_{U0}, E_{C0} y C_0) y al final del intervalo de prueba (indicados por los subíndices E_U, E_C y C).

6.3.3.1.2 Característica de rechazo de imagen para 64 QAM

La característica descrita en la cláusula 6.3.3.1.1 DEBE satisfacerse en presencia de una señal analógica o digital con un nivel de +10 dBc en cualquier porción de la banda RF que no sean los canales adyacentes.

6.3.3.1.3 Calidad de funcionamiento de los canales adyacentes 64 QAM

La característica descrita en la cláusula 6.3.3.1.1 DEBE satisfacerse en presencia de una señal digital con un nivel de 0 dBc en los canales adyacentes.

La característica descrita en la cláusula 6.3.3.1.1 DEBE satisfacerse en presencia de una señal analógica con un nivel de +10 dBc en los canales adyacentes.

La característica descrita en la cláusula 6.3.6.1.1, con un margen adicional de 0,2 dB, DEBE satisfacerse en presencia de una señal digital con un nivel de +10 dBc en los canales adyacentes.

6.3.3.2 256 QAM

6.3.3.2.1 Característica de tasa de errores de bit del CM para 256 QAM

La pérdida por implementación del CM DEBE ser tal que, después de aplicada la corrección intrínseca de errores (FEC), el CM debe alcanzar una tasa de errores de bit (BER) de menos de 10^{-8} cuando funcione con una relación portadora/ruido (E_s/N_o) como la indicada más adelante. Si no es posible medir directamente la BER posterior a la FEC, puede utilizarse la tasa de errores en palabras de código, R_C (definida en la cláusula 6.3.3.1.1). En ese caso, el CM DEBE lograr una tasa de errores en palabras de código inferior o igual a 9×10^{-7} cuando funcione con una relación portadora/ruido (E_s/N_o) como la que se indica a continuación:

Nivel de la señal de entrada en recepción

E_s/N_o

Desde -6 dBmV hasta +15 dBmV	30 dB o mayor
Desde -6 dBmV en sentido descendente hasta -15 dBmV	33 dB o mayor

6.3.3.2.2 Característica de rechazo de imagen para 256 QAM

La característica descrita en la cláusula 6.3.3.2.1 DEBE satisfacerse en presencia de una señal analógica o digital con un nivel de +10 dBc en cualquier porción de la banda RF que no sea los canales adyacentes.

6.3.3.2.3 Calidad de funcionamiento de los canales adyacentes 256 QAM

La característica descrita en la cláusula 6.3.3.2.1 DEBE satisfacerse en presencia de una señal analógica o digital con un nivel de 0 dBc en los canales adyacentes.

La característica descrita en la cláusula 6.3.3.2.1, con un margen adicional de 0,5 dB, DEBE satisfacerse en presencia de una señal analógica con un nivel de +10 dBc en los canales adyacentes.

La característica descrita en la cláusula 6.3.3.2.1, con un margen adicional de 1,0 dB, DEBE satisfacerse en presencia de una señal digital con un nivel de +10 dBc en los canales adyacentes.

6.3.4 Capacidades de recepción múltiple descendente

En esta cláusula se describe el mecanismo mediante el cual el CM comunica al CMTS las limitaciones de la asignación de canales de recepción impuestas por las capacidades del CM. El CMTS necesita conocer las capacidades del CM al asignar o modificar los parámetros de un canal descendente recibido por el CM. Si el CM se reconfigura sin considerar sus capacidades, podría interrumpirse la sincronización de los datos descendentes y/o del reloj maestro DOCSIS.

El CM comunica sus capacidades al CMTS enviándole sus perfiles de canal receptor (RCP, *receive channel profiles*). En respuesta, el CMTS configura el CM enviándole una configuración de canal receptor (RCC, *receive channel configuration*).

El CM DEBE soportar todas las capacidades que comunica al CMTS.

El CMTS NO DEBE ordenar al CM que funcione fuera de sus capacidades anunciadas.

En [UIT-T J.222.2] se definen las codificaciones detalladas con las que los perfiles de canal receptor y las configuraciones de canal receptor describen los módulos receptores, los canales receptores y las interconexiones entre ellos.

6.3.4.1 Parámetros del módulo receptor

Un módulo receptor (RM, *receive module*) es una agrupación de canales y los parámetros que describen las restricciones impuestas en esos canales. Como ejemplo de RM pueden citarse los siguientes:

- sintonizador, con restricciones en el ancho de banda de captura y la gama de frecuencias;
- desmodulador, con restricciones en el posicionamiento contiguo de los canales, la gama de frecuencias, el orden de modulación y la profundidad del intercalador.

Un perfil de canal receptor comunicado del CM al CMTS define los siguientes atributos de cada módulo receptor:

- canales adyacentes: el número de canales contiguos procesados por el módulo receptor;
- gama de bloques de canal: la frecuencia central mínima del canal con la frecuencia más baja del bloque y la frecuencia central máxima del canal con la frecuencia más alta del bloque;
- parámetros de capa física comunes: lista de los parámetros de capa física que comparten todos los canales receptores conectados al módulo receptor. Ejemplos son, entre otros, el tipo de modulación y la configuración del intercalador;

- capacidad de conexión: lista de módulos receptores de alto nivel (más cercanos al puerto RF) a los que se puede conectar este módulo receptor.

La configuración de canales receptores (RCC), comunicada por el CMTS al CM, asigna uno o más de los siguientes atributos al módulo receptor:

- frecuencia central del primer canal: frecuencia central del canal con la frecuencia más baja de un bloque de canales adyacentes;
- asignación de conexión: especifica a qué módulo receptor de alto nivel hay que conectarse.

6.3.4.2 Parámetros del canal receptor

Un canal receptor (RC) es un tren de paquetes que va a la capa MAC desde un único canal QAM. El perfil de canal receptor, comunicado por el CM al CMTS, define los siguientes atributos para cada canal receptor:

- capacidad de conexión: lista de módulos receptores a los que se puede conectar el canal receptor;
- desplazamiento conectado: desplazamiento del canal receptor dentro de un bloque de canales adyacentes;
- capacidad de canal descendente primario: bandera que indica si el canal receptor es capaz de ofrecer la referencia de reloj maestro DOCSIS al CM.

La configuración de canal receptor, comunicada por el CMTS al CM, asigna los siguientes atributos a los canales receptores:

- asignación de frecuencias central: frecuencia central RF del canal receptor;
- indicador de canal descendente primario: bandera que indica que el CMTS asigna a este canal receptor la responsabilidad de entregar la temporización de referencia de reloj maestro al CM;
- asignación de conexión: especifica a qué módulo receptor está conectado el canal receptor.

6.3.4.3 Perfil de canal receptor normalizado

Para restar al CMTS la complejidad de configurar arbitrariamente perfiles de canal receptores complicados, DOCSIS define un conjunto de canales receptores "normalizados" que describen un conjunto mínimo de restricciones.

El CM comunica al CMTS al menos un RCP normalizado, así como el RCP "del fabricante", que da más detalles de sus capacidades y restricciones. Si el CMTS configura el CM con una configuración de canal receptor sobre la base de un RCP normalizado, puede que algunas capacidades del CM representadas en el RCP del fabricante, pero no el RCP normalizado, no estén disponibles.

El perfil de canal receptor normalizado denominado "6-DOCSIS-01" está definido para el funcionamiento a 6 MHz, como se muestra en la Figura 6-33. La entrada RF desde la planta de cable está conectada a un módulo receptor con un bloque de 10 canales adyacentes. Este módulo receptor representa las restricciones de un sintonizador con un ancho de banda de captura de 60 MHz que puede situarse en cualquier punto de la gama de frecuencias DOCSIS completa. La desmodulación de cuatro canales en cualquier punto del ancho de banda de captura está representada por los cuatro canales receptores, cada uno de ellos correspondiente al tren de paquetes que va de un único canal QAM a la capa MAC.

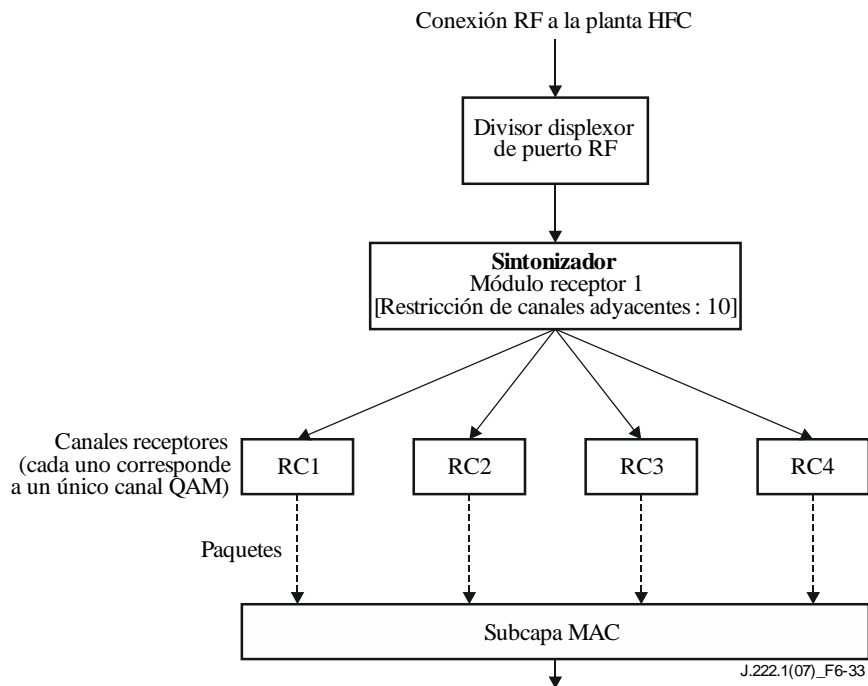


Figura 6-33 – Perfil de canal receptor normalizado DOCSIS 6 MHz 01

Para este perfil de canal receptor normalizado, el CMTS envía los siguientes parámetros al CM en la configuración de canal receptor:

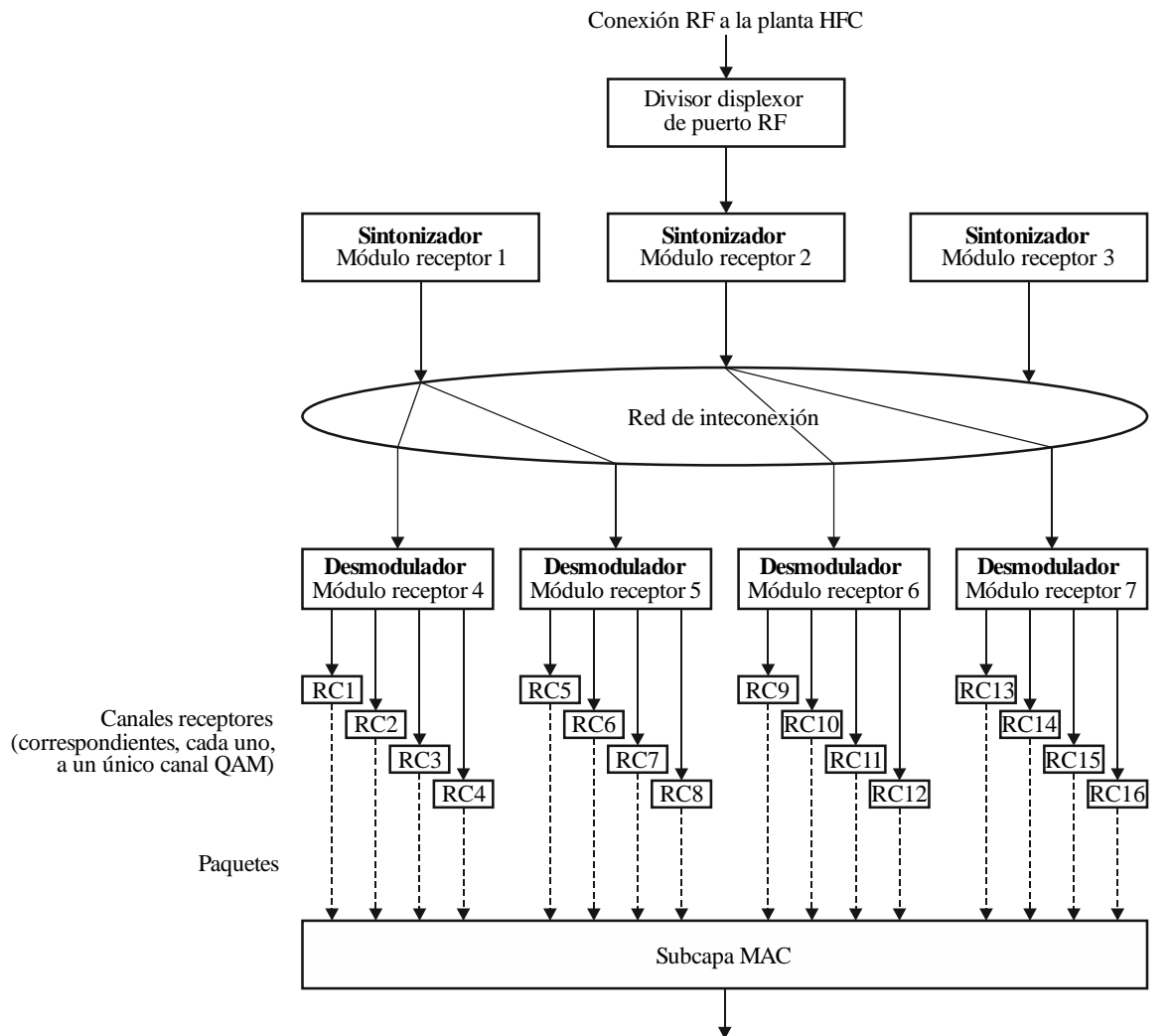
- frecuencia central del primer canal en el módulo receptor de 10 canales;
- frecuencia central de cada canal receptor dentro del ancho de banda de captura del módulo receptor.

6.3.4.4 Ejemplo de perfil de canal receptor del fabricante

En la Figura 6-34 se muestra un ejemplo más complejo de perfil de canal receptor del fabricante comunicado por el CM al CMTS. La entrada RF de la planta de cable se distribuye a tres módulos receptores, correspondientes a módulos sintonizadores con restricciones de ancho de banda de captura. Una red conecta los sintonizadores a un grupo de cuatro módulos receptores, correspondientes a desmoduladores con restricciones de canal contiguo. Cada desmodulador se conecta a cuatro canales receptores, que representan, cada uno de ellos, una única salida de canal QAM a la capa MAC.

En respuesta, el CMTS configura cada módulo receptor y canal receptor de la siguiente manera:

- gama de frecuencias de cada sintonizador analógico;
- frecuencia central del primer canal de cada desmodulador;
- frecuencia central de cada canal receptor;
- interconexión entre módulos receptores;
- interconexión entre módulos receptores de nivel inferior (desmodulador) y canales receptores.



J.222.1(07)_F6-34

Figura 6-34 – Ejemplo de perfil de canal receptor del fabricante

6.3.4.5 Reconfiguración de los canales receptores del CM

Antes de que el CMTS envíe un mensaje DBC-REQ (solicitud de cambio de agrupación dinámica) pidiendo al CM que modifique los parámetros de un canal receptor, el CMTS puede determinar las restricciones y la conectividad del CM en función del perfil de canal receptor y de la configuración de canal receptor. A partir de esa información, el CMTS puede determinar si el CM puede aplicar el cambio solicitado y si el cambio interrumpirá otros canales descendentes. De este modo, el CMTS puede minimizar y/o programar la interrupción del tráfico descendente y toda perturbación de la temporización de reloj maestro DOCSIS resultante de los cambios de parámetros del canal receptor.

6.3.5 Soporte de canal DS no síncrono

El "canal descendente primario" de un CM se define como el canal descendente del que se deriva la temporización de reloj maestro del CMTS para la transmisión ascendente. Todos los demás canales recibidos al mismo tiempo se denominan "canales descendentes secundarios".

Un CM DOCSIS 3.0 DEBE soportar canales descendentes secundarios asíncronos con el canal descendente primario, es decir, con una velocidad de símbolos QAM media a largo plazo distinta, pero conformes a todas las Recomendaciones DOCSIS 3.0.

Anexo A

Requisitos de temporización para el soporte de servicios de empresa por DOCSIS

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

El CMTS transmite su temporización de reloj de referencia a 10,24 MHz al CM a través del reloj de símbolos QAM descendente y de la información de temporización integrada en mensajes SYNC descendentes. El CM utiliza esta información de reloj descendente para regenerar un reloj de referencia a 10,24 MHz local. El reloj de referencia del CM junto con las instrucciones de determinación de distancia se utilizan para temporizar con precisión las transmisiones de ráfagas TDMA o S-CDMA.

A.1 CMTS

Los requisitos de temporización y sincronización de los CMTS DOCSIS 3.0 son los siguientes:

- El CMTS DEBE poder bloquear el reloj de símbolos DOCSIS descendente a una fuente de reloj de estrato 1 externa.
- El CMTS DEBE poder bloquear los mensajes SYNC DOCSIS descendentes a una fuente de reloj de estrato 1 externa, como se define en los requisitos de fluctuación de fase de sellos de tiempo del CMTS de [UIT-T J.210].

Fuentes de reloj de estrato 1 son, por ejemplo, el reloj de fuente de referencia primaria (PRS) y la fuente de reloj obtenida de un servidor de temporización DTI (Recomendación UIT-T J.211).

A.2 CM

La necesidad de que un CMTS DOCSIS 3.0 soporte un reloj de símbolos rastreado a una referencia de estrato 1 crea la posibilidad de que el CM transmita el reloj preciso a los dispositivos secundarios en los locales del cliente. Queda fuera del alcance de esta Recomendación el soporte de esa salida de reloj. En [UIT-T J.214] se da un ejemplo de utilización de tal salida de reloj, donde el CM transmite el reloj maestro recuperado a una "unidad de reloj" en un adaptador de emulación TDM integrado, que utiliza el reloj rastreado para ofrecer el servicio de emulación T1 o E1.

Anexo B

Adiciones y modificaciones a la separación de canales de 8 MHz

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

En este anexo se aplica la segunda opción de tecnología a que se hace referencia en la cláusula 1.1. Para la primera opción, véanse las cláusulas 5 y 6. Para la tercera opción, véase el Anexo D.

En este anexo se define la interfaz de capa física utilizada en la distribución de televisión multiprograma europea. Se describen las características eléctricas y las operaciones de procesamiento de la señal para lo que se suele denominar módem de cable EuroDOCSIS (CM) y sistema de terminación de módem de cable (CMTS). Este es un anexo facultativo y no afecta en forma alguna a los equipos que utilizan la primera o tercera opción tecnológica indicada en las cláusulas citadas.

Los requisitos relativos al nivel absoluto de potencia eléctrica se expresan en dBmV a lo largo de esta Recomendación contrariamente a lo que ocurre en otras normas europeas aplicables a los sistemas de distribución por cable de señales de sonido y televisión (por ejemplo, [EN 50083-7] o [EN 50083-10]), que suelen expresar esos requisitos en dB μ V. Los valores en dBmV utilizados en esta Recomendación pueden transformarse en valores en dB μ V añadiendo 60 dB.

Las cláusulas de este anexo se han numerado de tal manera que el sufijo después de la letra correspondiente al anexo hace referencia a la parte de la Recomendación a que se aplican los cambios. Cuando los requisitos para ambas opciones tecnológicas son idénticas, la referencia puede encontrarse en el cuerpo de la Recomendación.

B.1 Alcance

B.1.1 Introducción y finalidad

Véase la cláusula 1.1.

B.1.2 Antecedentes

B.1.2.1 Red de acceso de banda ancha

Se supone una red de acceso de banda ancha de cable coaxial. Esta red puede ser totalmente coaxial o híbrida de fibra óptica/cable coaxial (HFC, *hybrid-fibre/coax*). El término genérico "red de cable" se utiliza en este anexo para abarcar todos los casos.

Una red de cable utiliza un medio compartido, y una arquitectura de árbol y rama con transmisión analógica. Las características funcionales esenciales supuestas en este anexo son las siguientes:

- transmisión bidireccional;
- un máximo espaciamiento óptico/eléctrico entre el CMTS y el terminal de cliente más distante, de 160 km (medidores de ruta) en cada dirección;
- un máximo espaciamiento óptico/eléctrico diferencial entre el CMTS y los módems más cercano y más distante, de 160 km (medidores de ruta) en cada dirección.

Dado que la velocidad de propagación por fibra es de aproximadamente 5 ns/m, 160 km de fibra en cada dirección supone un retardo de ida y vuelta de unos 1,6 ms.

B.1.2.2 Arquitectura de red y de sistema

B.1.2.2.1 La red DOCSIS

Véase la cláusula 1.2.2.1.

B.1.2.3 Objetivos del servicio

Véase la cláusula 1.2.3.

B.1.2.4 Enunciado de compatibilidad

En este anexo se especifica una interfaz, comúnmente denominada EuroDOCSIS 3.0, que es la tercera generación de la interfaz (las versiones anteriores se denominan comúnmente EuroDOCSIS 1.x y 2.0). EuroDOCSIS 3.0 DEBE garantizar la compatibilidad con versiones anteriores y futuras de equipos conformes a anteriores Recomendaciones. Los CM conformes con EuroDOCSIS 3.0 DEBEN interoperar sin discontinuidad con CMTS EuroDOCSIS 2.0 y EuroDOCSIS 1.x aunque en modo 2.0 o 1.x, según el caso. Los CMTS conformes con EuroDOCSIS 3.0 DEBEN soportar sin discontinuidad los CM EuroDOCSIS 2.0 y EuroDOCSIS 1.x.

B.1.2.5 Arquitectura de referencia

Véase la cláusula 1.2.5.

B.1.2.6 Recomendaciones DOCSIS 3.0

En el Cuadro B.1 se presenta una lista de Recomendaciones de la serie DOCSIS 3.0. Las adiciones y modificaciones necesarias para definir la opción tecnológica europea se incluyen en anexos normativos a cada Recomendación. Las Recomendaciones enumeradas se aplican por igual a EuroDOCSIS 3.0. Puede encontrarse más información al respecto en <http://www.cablemodem.com>.

Cuadro B.1 – Serie de Recomendaciones sobre DOCSIS 3.0

Signatura	Título
CM-SP-PHYv3.0	Physical Layer Specification
CM-SP-MULPIv3.0	Media Access Control and Upper Layer Protocols Interface Specification
CM-SP-OSSIV3.0	Operations Support System Interface Specification
CM-SP-SECv3.0	Security Specification

En este anexo se define la interfaz de capa física de la opción tecnológica europea.

B.2 Referencias

B.2.1 Referencias normativas

Véase la cláusula 2.1.

B.2.2 Referencias informativas

Véase la cláusula 2.2.

B.2.3 Obtención de referencias

Véase la cláusula 2.3.

B.3 Términos y definiciones

Véase la cláusula 3.

B.4 Abreviaturas y acrónimos

Véase la cláusula 4.

B.5 Supuestos relativos al funcionamiento

En esta cláusula se describen las características de la planta de televisión por cable que habrán de suponerse para el funcionamiento de un sistema de datos por cable. No se describen los parámetros del CMTS ni del CM. El sistema de datos por cable DEBE ser interoperable dentro del entorno descrito en esta cláusula.

Cuando cualquier referencia en esta cláusula a planes de frecuencia o compatibilidad con otros servicios esté en contradicción con cualquier requisito de orden legal relativo al funcionamiento, prevalecerá este requisito. Una referencia a señales de televisión analógicas en una banda de frecuencias concreta no implica la presencia física de tales señales.

B.5.1 Supuestos relativos al equipo

B.5.1.1 Plan de frecuencias

En el sentido descendente, se supone que el sistema de cable tiene una banda de paso con un borde inferior hasta 47 MHz. Normalmente el borde inferior de la banda de paso descendente es 87,5 MHz. El borde superior que depende de la implementación pero que suele estar en la gama de 300 a 862 MHz. Dentro de esta banda de paso se supone la presencia de señales de televisión analógica PAL/SECAM en canales de 7/8 MHz, señales de radio FM, así como otras señales digitales de banda estrecha y de banda ancha. Los canales de 8 MHz se utilizan para la comunicación de datos.

En el sentido ascendente se supone que el sistema de cable tiene una banda de paso de 5-65 MHz. En los canales de 7/8MHz puede haber señales de televisión analógica PAL/SECAM, así como otras señales.

B.5.1.2 Compatibilidad con otros servicios

Véase la cláusula 5.1.2.

B.5.1.3 Efecto del aislamiento de averías en otros usuarios

Véase la cláusula 5.1.3.

B.5.1.4 Dispositivos terminales del sistema de cable

La conformidad con los requisitos relativos a la compatibilidad electromagnética (EMC) no se tratan en esta Recomendación. Los requisitos de protección con respecto a la compatibilidad electromagnética están contenidos en normas armonizadas publicadas en el Boletín Oficial de la Unión Europea.

Toda referencia en la presente Recomendación a la transmisión de televisión en el canal de ida que no se ajuste a [ETSI EN 300 429] está fuera del ámbito normativo, pues sólo [ETSI EN 300 429] se utiliza para la distribución de la televisión digital multiprograma por cable en aplicaciones europeas.

Los requisitos de seguridad están fuera del ámbito de esta Recomendación. Las normas de seguridad para aplicaciones europeas son publicadas por CENELEC, por ejemplo las normas sobre seguridad de productos CENELEC [EN 60950-1] y [EN 50083-1]. Para las categorías de las interfaces de seguridad CENELEC, véase [CableLabs1].

B.5.2 Supuestos relativos a los canales de radiofrecuencia

Véase la cláusula 5.2.

B.5.2.1 Transmisión de sentido de ida

Las características de transmisión de los canales RF de la red de cable en el sentido de ida supuestas a los fines de una mínima capacidad operativa se describen en el Cuadro B.2. Los valores indicados presuponen la potencia media total de una señal digital en un ancho de banda de canal de 8 MHz para niveles de portadora, a menos que se indique otra cosa. Para niveles de degradación, los valores indicados en el Cuadro B.2 presuponen una potencia media en un ancho de banda en el que los niveles de degradación se miden de una manera normalizada para los sistemas de televisión por cable. Para niveles de señales analógicas, los valores indicados en el Cuadro B.2 presuponen un nivel de portadora de vídeo analógica (potencia de cresta de la envolvente) en un ancho de banda de canal de 7/8 MHz. La transmisión se efectúa desde el combinador de cabecera a la entrada del CM en los locales del cliente. Todas las condiciones están presentes concurrentemente.

Cuadro B.2 – Características de transmisión de los canales RF supuestas en sentido descendente

Parámetro	Valor
Gama de frecuencias	La gama operativa del sistema de cable en sentido descendente es de 47 MHz a 862 MHz. En cambio, la gama operativa para comunicaciones de datos es de 108 a 862 MHz y los valores de este cuadro sólo se aplican a esta gama de frecuencias. La utilización de frecuencias entre 108 y 136 MHz puede estar prohibida por los reglamentos nacionales con respecto a la interferencia con las frecuencias utilizadas en la navegación aeronáutica.
Espaciamiento de canales RF (ancho de banda de diseño)	7/8 MHz, para comunicación de datos se utilizan canales de 8 MHz
Retardo de tránsito desde la cabecera hasta el cliente más distante	≤ 0,800 ms (suele ser mucho menor)
Relación portadora/ruido en una banda de 8 MHz (nivel de vídeo analógico)	No menor que 44 dB ¹
Relación portadora/interferencia para la potencia total (señales de ingreso discretas y de banda ancha)	No menor que 52 dB en el ancho de banda de diseño
Distorsión compuesta de triple batido para portadoras analógicas moduladas	No mayor que -57 dBc en el ancho de banda de diseño ²
Distorsión compuesta de segundo orden para portadoras analógicas moduladas	No mayor que -57 dBc en el ancho de banda de diseño ³
Nivel de transmodulación	En estudio
Rizado de la amplitud	2,5 dB en 8 MHz
Rizado del retardo de grupo en el espectro ocupado por el CMTS	100 ns en la gama de frecuencias 0,5-4,43 MHz
Límite de microrreflexiones para el eco dominante	-10 dBc @ ≤ 0,5 μs -15 dBc @ ≤ 1,0 μs -20 dBc @ ≤ 1,5 μs -31,5 dBc @ > 1,5 μs
Modulación de la portadora por zumbido	No mayor que -46 dBc (0,5%)
Ruido de ráfaga	No mayor que 25 μs a una velocidad promedio de 10 Hz
Variación estacional y diurna del nivel de la señal	8 dB

**Cuadro B.2 – Características de transmisión de los canales RF
supuestas en sentido descendente**

Parámetro	Valor
Pendiente del nivel de la señal, 85 – 862 MHz	Pendiente máxima de 12 dB en sentido positivo o negativo
Máximo nivel de la portadora de vídeo analógica a la salida del sistema, incluyendo la variación del nivel de la señal antes mencionada	17 dBmV ³
Mínimo nivel de la portadora de vídeo analógica a la salida del sistema, incluyendo la variación del nivel de la señal antes mencionada	0 dBmV ⁴
¹ Esto presupone que la portadora digital promedio trabaja al nivel de potencia de cresta de la portadora analógica. Cuando la portadora digital trabaja por debajo del nivel de potencia de cresta de la portadora analógica, esta relación señal ruido puede ser menor. ² Para los sistemas SECAM el valor no es superior a –52 dBc en el ancho de banda de diseño. ³ Para los sistemas SECAM el valor es 14 dBmV. ⁴ Para los sistemas SECAM el valor es –3 dBmV.	

B.5.2.2 Transmisión en sentido ascendente

Las características de transmisión de los canales RF de la red de cable en el sentido ascendente, supuestas con miras a una capacidad operativa mínima, se describen en el Cuadro B.3. La transmisión se efectúa desde el combinador de cabecera a la entrada del CM en los locales del cliente. Todas las condiciones son concurrentes.

**Cuadro B.3 – Características de transmisión supuestas de los canales RF
en sentido ascendente**

Parámetro	Valor
Gama de frecuencias	5 a 65 MHz borde a borde
Retardo de tránsito desde la cabecera al cliente más distante	≤ 0,800 ms (suele ser mucho menor)
Relación portadora/ruido en el canal activo	No menor que 22 dB
Relación de potencia portadora/ingreso (suma de las señales discretas y de ingreso en banda ancha) en el canal activo	No menor que 22 dB ¹
Relación portadora/interferencia (la suma de ruido, distorsión, distorsión de trayecto común y transmodulación) en el canal activo	No menor que 22 dB ²
Modulación de la portadora por zumbido	No mayor que –23 dBc (7,0%)
Ruido de ráfaga	Con una duración de no más de 10 μs a una velocidad promedio de 1 kHz en la mayoría de los casos ^{2,3}
Rizado de la amplitud en la gama de frecuencias operativa ascendente (máximo)	2,5 dB en 2 MHz
Rizado del retardo de grupo en la gama de frecuencias operativa ascendente (máximo)	300 ns en 2 MHz

Cuadro B.3 – Características de transmisión supuestas de los canales RF en sentido ascendente

Parámetro	Valor
Microrreflexiones (máximo) – un solo eco	–10 dB @ $\leq 0,5 \mu s$ –20 dB @ $\leq 1,0 \mu s$ –31,5 dB @ $> 1,0 \mu s$
Variación del nivel de la señal estacional y diurna	No mayor que 12 dB de mínima a máxima
¹ Pueden utilizarse técnicas de evitación de ingresos o tolerancia a ingresos para garantizar el funcionamiento en presencia de señales de ingreso discretas, que podrían llegar a alcanzar niveles de 0 dBc. ² Características de amplitud y frecuencia suficientemente fuertes para enmascarar parcial o totalmente la portadora de datos. ³ Niveles de ruido impulsivo más prevalentes en las frecuencias más bajas (< 15 MHz).	

B.5.2.2.1 Disponibilidad

Véase la cláusula 5.2.2.1.

B.5.3 Niveles de transmisión

Véase la cláusula 5.3.

B.5.4 Inversión de frecuencia

Véase la cláusula 5.4.

B.6 Especificación de la subcapa dependiente del medio físico

B.6.1 Alcance

En esta cláusula se definen las características eléctricas y las operaciones de procesamiento de señales en el módem de cable (CM) y en el sistema de terminación de módem de cable (CMTS). Esta Recomendación tiene por finalidad definir unos CM y CMTS interoperables de manera que cualquier implementación de un CM pueda funcionar con cualquier CMTS. No es el propósito de esta Recomendación establecer una implementación concreta.

Esta cláusula es de aplicación para la segunda opción tecnológica a que se hace referencia en la cláusula 1. Cuando los requisitos para esta opción tecnológica son idénticos a los de la primera opción tecnológica, la referencia puede encontrarse en el cuerpo de la Recomendación.

B.6.2 Sentido ascendente

B.6.2.1 Visión general

La subcapa dependiente del medio físico (PMD) en sentido ascendente utiliza un formato de tipo ráfaga FDMA/TDMA (aquí denominado modo TDMA) o FDMA/TDMA/S-CDMA (aquí denominado S-CDMA), que proporciona seis velocidades de modulación y múltiples formatos de modulación. La utilización del modo TDMA o S-CDMA la configura el CMTS mediante mensajes MAC.

Acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA, *frequency division multiple access*) indica que múltiples canales RF se asignan en la banda para la transmisión en sentido ascendente. Un CM transmite por uno o varios canales RF y puede reconfigurarse para cambiar canales.

Un CM DEBE soportar, como mínimo, cuatro canales en sentido ascendente activos (denominados conjunto de canales de transmisión de ese CM).

El CM comunica su capacidad máxima de canales en sentido ascendente, así como otras características de su capacidad, al CMTS (cláusula B.6.2.25).

El CM DEBE poder funcionar en cada canal del conjunto de canales de transmisión simultáneamente y en cualquier punto de la banda ascendente con sujeción a las restricciones de potencia de transmisión de los canales y a la reconfiguración de determinadas propiedades de la transmisión (véanse las cláusulas B.6.2.19 y B.6.2.20, y sus correspondientes subcláusulas). El CMTS DEBE poder asignar y recibir cada uno de los canales RF en cualquier punto de la banda ascendente. El CMTS DEBE configurar el número de canales asignados, la frecuencia central de los canales asignados y todos los demás atributos de canal. El CMTS PUEDE cambiar el número de canales asignados y sus atributos. Cada canal RF tiene su propio conjunto de parámetros de descriptor de canal en sentido ascendente (UCD, *upstream channel descriptor*), según se define en la cláusula 6.4.3 de [UIT-T J.222.2].

Acceso múltiple por división de tiempo (TDMA, *time division multiple access*) indica que la transmisión es, por naturaleza, en forma de ráfagas. Un canal RF dado es compartido por múltiples CM mediante la asignación dinámica de intervalos de tiempo. Acceso múltiple por división de código síncrono (S-CDMA, *synchronous code division multiple access*) indica que múltiples CM pueden transmitir simultáneamente en el mismo canal RF y durante el mismo intervalo de tiempo TDMA, al estar separados por códigos ortogonales diferentes.

En este anexo se aplican los siguientes convenios. Para TDMA, el término "velocidad de modulación" se refiere a la velocidad de símbolos de canal RF (160 a 5 120 ksímbolo/s). Para S-CDMA, el término "velocidad de modulación" se refiere a la "velocidad de chip", que es la velocidad (1 280 a 5 120 kHz) de cada uno de los elementos (chips) del código de ensanche S-CDMA. La velocidad de modulación se expresa en "Hz" y denota el número de símbolos por segundo en modo TDMA o el número de chips por segundo en modo S-CDMA. El intervalo de modulación es el periodo de símbolo (modo TDMA) o el periodo de chip (modo S-CDMA) y es la inversa de la velocidad de modulación. A la salida del ensanchador, un grupo de 128 chips que forma un solo código de ensanche S-CDMA, y es el resultado de ensanchar un solo símbolo de información (constelación QAM), se designa por "símbolo de ensanche". El periodo de un símbolo de ensanche (128 chips) se designa por "intervalo de ensanche". Una "ráfaga" es una transmisión RF física que contiene un preámbulo y datos, y (cuando no existen ráfagas precedentes ni siguientes) presenta rampas ascendentes y descendentes de energía RF.

En algunos casos se utilizan ceros o unos lógicos para rellenar bloques de datos; esto indica datos con elementos binarios de valor cero o de valor uno, lo que da por resultado que se transmita una energía RF diferente de cero. En otro caso se utiliza un cero numérico; esto indica, por ejemplo, símbolos que dan por resultado la transmisión de una energía RF nula (habida cuenta de las rampas ascendentes y descendentes).

El formato de modulación incluye la conformación de impulsos con miras a la eficiencia espectral, es ágil en lo que respecta a la frecuencia portadora, y su nivel de potencia de salida es seleccionable.

Cada ráfaga permite un orden de modulación, velocidad de modulación, preámbulo, aleatorización de la cabida útil flexibles, y una codificación FEC programable.

Todos los parámetros de transmisión en sentido ascendente relacionados con salidas de transmisiones del CM en forma de ráfaga pueden ser configurados por el CMTS mediante mensajes MAC. Muchos de los parámetros son programables ráfaga por ráfaga.

La subcapa PMD puede soportar un modo de transmisión casi continua, en el que a la rampa descendente de una ráfaga PUEDE superponerse la rampa ascendente de la ráfaga siguiente, por lo que la envolvente transmitida nunca es nula. En modo TDMA, la temporización sistema de las transmisiones TDMA desde los diversos CM DEBE prever que el centro del último símbolo de una ráfaga y el centro del primer símbolo del preámbulo de la ráfaga inmediatamente siguiente estén separados por un lapso no menor que la duración de cinco símbolos. La banda de guarda DEBE ser

mayor o igual que la duración de cinco símbolos más el máximo error de temporización. Tanto el CM como el CMTS contribuyen al error de temporización. Las características de la temporización del CM se especifican en la cláusula B.6.2.20.1. El máximo error de temporización y la banda de guarda pueden variar en el caso de CMTS adquiridos de diferentes vendedores. El término tiempo de guarda se asemeja al de banda de guarda a excepción de que se mide desde el final del último símbolo de una ráfaga al principio del primer símbolo del preámbulo de la ráfaga inmediatamente posterior. Así, el tiempo de guarda es igual a la banda de guarda – 1.

Cuando se utiliza S-CDMA, la subcapa PMD también soporta un modo de transmisión síncrono en el que a la rampa descendente de una ráfaga PUEDE superponerse completamente la rampa ascendente de la ráfaga siguiente, por lo que la envolvente transmitida nunca es nula. No hay tiempo de guarda para la transmisión por canales S-CDMA. La temporización sistema de las transmisiones S-CDMA desde los diversos CM DEBEN proporcionar una exactitud de temporización adecuada, a fin de que CM diferentes no se interfieran sensiblemente unos a otros. El S-CDMA utiliza una sincronización precisa por lo que varios CM pueden transmitir simultáneamente.

El modulador en sentido ascendente forma parte del módem de cable que interconecta con la red de cable. Este modulador tiene la función modulación del nivel eléctrico y la función procesamiento de las señales digitales; esta última realiza la corrección intrínseca de errores, inserción de preámbulo, correspondencia de símbolos y otras operaciones de procesamiento.

En el desmodulador sucede lo mismo que en el modulador; hay dos funciones básicas: la función desmodulación y la función procesamiento de las señales. El desmodulador está emplazado en el CMTS y hay una función desmodulación (no necesariamente un desmodulador físico real) para cada frecuencia portadora que se está utilizando. La función desmodulación recibe todas las ráfagas a una frecuencia dada.

La función desmodulación del desmodulador acepta una señal de nivel variante centrada alrededor de un nivel de potencia gobernado, y realiza operaciones de temporización de símbolos y de recuperación y rastreo de portadora, recepción de ráfaga, y desmodulación. Además, la función desmodulación proporciona una estimación de la temporización de ráfaga con relación a un borde de referencia, una estimación de la potencia de señal recibida, puede proporcionar una estimación de la relación señal/ruido, y puede realizar igualación adaptativa para mitigar los efectos de:

- a) ecos en la planta de cable;
- b) ingreso en banda estrecha; y
- c) retardo de grupo.

La función procesamiento de las señales en el desmodulador realiza el procesamiento inverso de la función de procesamiento de las señales en el modulador. Incluye la aceptación del tren de datos en ráfaga desmodulados y la decodificación, etc. La función procesamiento de las señales también proporciona la referencia de temporización de borde y la señal de habilitación de la introducción por puerta al desmodulador para activar la recepción de ráfaga para cada intervalo de ráfaga asignado. La función procesamiento de las señales puede también proporcionar una indicación de decodificación realizada con éxito, decodificación realizada con error, o decodificación no realizada, para cada palabra de código, y el número de símbolos Reed-Solomon corregidos en cada palabra de código. Para cada ráfaga en sentido ascendente, el CMTS tiene un conocimiento previo de la longitud exacta de las ráfagas en los intervalos de modulación (véanse las cláusulas B.6.2.5, B.6.2.5.1, B.6.2.5.2, B.6.2.6, B.6.2.20 y la cláusula A.2, ID del servicio MAC, de [UIT-T J.222.2]).

B.6.2.2 Requisitos del procesamiento de las señales

Véase la cláusula 6.2.2.

B.6.2.3 Formatos de modulación

Véase la cláusula 6.2.3.

B.6.2.4 Codificación R-S

B.6.2.4.1 Modos de codificación R-S

Véase la cláusula 6.2.4.1.

B.6.2.4.2 Ordenación de bit a símbolo R-S

Véase la cláusula 6.2.4.2.

B.6.2.5 Estructura de trama R-S ascendente con modo canal de transmisión múltiple DOCSIS 3.0 activado

Véase la cláusula 6.2.5.

B.6.2.5.1 Longitud de palabra de código R-S

Véase la cláusula 6.2.5.1.

B.6.2.5.1.1 Tamaño de ráfaga

Véase la cláusula 6.2.5.1.1.

B.6.2.5.1.2 Palabra de código de longitud fija

Véase la cláusula 6.2.5.1.2.

B.6.2.5.1.3 Última palabra de código acortada

Véase la cláusula 6.2.5.1.3.

B.6.2.5.2 R-S FEC desactivada

Véase la cláusula 6.2.5.2.

B.6.2.6 Estructura de trama R-S ascendente con modo canal de transmisión múltiple DOCSIS 3.0 desactivado

Véase la cláusula 6.2.6.

B.6.2.7 Entrelazador de bytes TDMA

Véase la cláusula 6.2.7.

B.6.2.7.1 Parámetros del entrelazador de bytes

Véase la cláusula 6.2.7.1.

B.6.2.7.2 Modos de funcionamiento del entrelazador

Véase la cláusula 6.2.7.2.

B.6.2.7.2.1 Modio fijo

Véase la cláusula 6.2.7.2.1.

B.6.2.7.2.2 Modo dinámico

Véase la cláusula 6.2.7.2.2.

B.6.2.8 Aleatorizador

Véase la cláusula 6.2.8.

B.6.2.9 Codificador TCM

Véase la cláusula 6.2.9.

B.6.2.9.1 Correspondencia de bytes a símbolos TCM

Véase la cláusula 6.2.9.1.

B.6.2.10 Inserción de preámbulo

Véase la cláusula 6.2.10.

B.6.2.11 Velocidades de modulación

Véase la cláusula 6.2.11.

B.6.2.11.1 Velocidades de modulación DOCSIS 3.0

Véase la cláusula 6.2.11.1.

B.6.2.11.2 Velocidades de modulación para la retrocompatibilidad

Véase la cláusula 6.2.11.2.

B.6.2.12 Entramador y entrelazador S-CDMA

B.6.2.12.1 Consideraciones sobre el entramado S-CDMA

Véase la cláusula 6.2.12.1.

B.6.2.12.2 Numeración de los miniintervalos

Véase la cláusula 6.2.12.2.

B.6.2.12.2.1 Parámetros de numeración de los miniintervalos en el UCD

Véase la cláusula 6.2.12.2.1.

B.6.2.12.2.2 Ejemplos de numeración de los miniintervalos

Véase la cláusula 6.2.12.2.2.

B.6.2.12.3 Tiempo de transmisión

Véase la cláusula 6.2.12.3.

B.6.2.12.4 Consideraciones sobre la latencia

Véase la cláusula 6.2.12.4.

B.6.2.12.5 Ráfagas con ensanchador desactivado para mantenimiento en un canal S-CDMA

Véase la cláusula 6.2.12.5.

B.6.2.12.6 Límite del número de códigos asignados a un CM

Véase la cláusula 6.2.12.6.

B.6.2.13 Entramador S-CDMA

Véase la cláusula 6.2.13.

B.6.2.13.1 Definición de subtrama

Véase la cláusula 6.2.13.1.

B.6.2.13.2 Funcionamiento del entramador

Véase la cláusula 6.2.13.2.

B.6.2.13.2.1 Reglas para el preámbulo y los subsímbolos TCM codificados

Véase la cláusula 6.2.13.2.1.

B.6.2.13.2.2 Reglas para los símbolos no codificados y los subsímbolos TCM no codificados

Véase la cláusula 6.2.13.2.2.

B.6.2.13.2.3 Ejemplo de subtrama

Véase la cláusula 6.2.13.2.3.

B.6.2.13.2.4 Transmisión de trama

Véase la cláusula 6.2.13.2.4.

B.6.2.14 Correspondencia de símbolos

Véase la cláusula 6.2.14.

B.6.2.15 Ensanchador S-CDMA

Véase la cláusula 6.2.15.

B.6.2.15.1 Salto de código

Véase la cláusula 6.2.15.1.

B.6.2.15.1.1 Modo 1 de salto de código

Véase la cláusula 6.2.15.1.1.

B.6.2.15.1.2 Modo 2 de salto de código

Véase la cláusula 6.2.15.1.2.

B.6.2.15.1.3 Generador de salto de código

Véase la cláusula 6.2.15.1.3.

B.6.2.16 Precualizador en transmisión

El CM DEBE configurar, para cada canal ascendente utilizado, un precualizador en transmisión con una estructura de igualador lineal, como se muestra en la Figura B.1, en respuesta al mensaje Respuesta de alineación de distancia (RNG-RSP, *ranging response*) transmitido por el CMTS.

El precualizador de un CM tiene dos modos de funcionamiento: los modos precualización DOCSIS 1.1 y DOCSIS 2.0. En el modo DOCSIS 1.1, el CM DEBE soportar una estructura de igualador con un espaciamiento igual al intervalo de modulación (T), con 8 tomas; el precualizador PUEDE tener 1, 2 ó 4 muestras por símbolo, con una longitud de toma de más de 8 símbolos. En el modo precualización DOCSIS 1.1, por razones de retrocompatibilidad, el CMTS PUEDE soportar un formato de igualador con espaciamiento igual a una fracción del intervalo de modulación (T/2 y T/4). En el modo precualización DOCSIS 2.0, el precualizador DEBE soportar una estructura de igualador con un espaciamiento (T) de símbolo, con 24 tomas.

En canales lógicos sólo DOCSIS 1.x (canales lógicos tipo 1 [UIT-T J.222.2]), el CM y el CMTS DEBEN utilizar el modo precualización DOCSIS 1.1.

En canales lógicos sólo DOCSIS 2.0 o DOCSIS 3.0 (canales lógicos tipo 3 o tipo 4 [UIT-T J.222.2]), el CM y el CMTS DEBEN utilizar el modo precualización DOCSIS 2.0.

En canales lógicos mixtos DOCSIS 1.x/2.0 (canales lógicos tipo 2 [UIT-T J.222.2]), el CM y el CMTS DEBEN utilizar el modo precualización DOCSIS 1.1 desde la determinación de distancia inicial hasta que el modo DOCSIS 2.0 o el modo transmisión por canales múltiples hayan sido activados en el proceso de registro (si se activa alguno de ellos). El CM y el CMTS DEBEN utilizar el modo precualización DOCSIS 2.0 tras la activación de DOCSIS 2.0 para el CM. Si el CM se pone en modo transmisión por canales múltiples, el CM y el CMTS utilizarán la precualización

DOCSIS 2.0 para todas las ráfagas en los canales lógicos tipo 2, sea el descriptor de ráfaga del UCD para las ráfagas transmitidas de tipo 4 o de tipo 5.

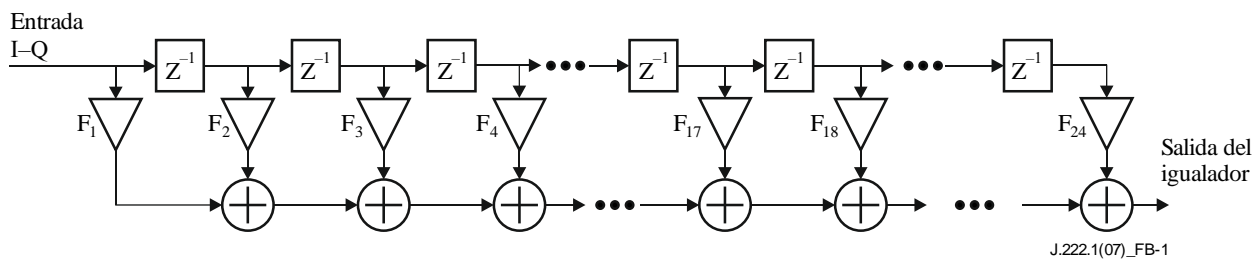


Figura B.1 – Estructura del preigualador en transmisión

El mensaje MAC RNG-RSP transporta la información de igualación del CM, y puede ordenar al CM que efectúe la convolución los coeficientes del igualador o (en el modo preecualización DOCSIS 2.0 solamente) que los cargue directamente. Cuando se ordena al CM que efectúe la convolución de los coeficientes del igualador en transmisión, el CM DEBE convolucionar los coeficientes enviados por el CMTS en el mensaje RNG-RSP con los coeficientes existentes, a fin de obtener los nuevos coeficientes. Una vez efectuada la convolución, el CM DEBE truncar su resultado para que queden 24 tomas (8 tomas en el modo preecualización DOCSIS 1.1), estando la toma principal situada en la toma designada por el último mensaje RNG-RSP recibido por el CM. El funcionamiento de la convolución se formula por la siguiente ecuación:

$$F_n^{m+1} = \begin{matrix} \min(24-L^{m+1}, n+L^m-L^{m+1}-1) \\ \sum_{k=\max(1-L^{m+1}, n+L^m-L^{m+1}-24)} \end{matrix} F_{n-k+L^m-L^{m+1}}^m \cdot \hat{F}_{k+L^{m+1}}, \quad n = 1 \dots 24$$

donde:

F_n^m son los coeficientes antes de la convolución

F_n^{m+1} son los coeficientes después de la convolución

\hat{F}_n son los coeficientes enviados desde el CMTS

L_m es la ubicación de la toma principal antes de la convolución

L^{m+1} es la ubicación de la toma principal después de la convolución como lo dispone el CMTS.

En el modo preecualización DOCSIS 2.0 el CMTS PUEDE ordenar al CM que cargue los coeficientes del preigualador en transmisión. Cuando se ordena al CM que cargue los coeficientes del igualador en transmisión, éste DEBE cargar los coeficientes enviados por el CMTS en los coeficientes del preigualador, después de una normalización adecuada, si es necesaria.

En canales lógicos sólo DOCSIS 1.x, en respuesta a una petición de determinación de distancia inicial y de peticiones de determinación de distancia periódicas antes del registro del CM, cuando el CMTS envía los coeficientes del preigualador, el CMTS DEBE calcularlos y enviarlos con una longitud de igualador de 8 y en formato con un espaciamiento T, siendo T el intervalo de modulación. Después del registro, el CMTS PUEDE utilizar un formato de igualador con espaciamiento fraccionario (de T/2 o T/4), con una mayor longitud de toma, para que concuerde con las capacidades del preigualador del CM, de las cuales el CMTS se enteró por el campo capacidades de módem del mensaje REG-REQ.

En canales sólo lógicos DOCSIS 2.0 o sólo DOCSIS 3.0, el CMTS DEBE calcular y enviar los coeficientes del preigualador con una longitud de igualador de 24 y un formato con espaciamiento T en todo momento.

En canales lógicos mixtos DOCSIS 1.x/2.0, en respuesta a una petición de determinación de distancia inicial y a peticiones de determinación de distancia periódicas antes del registro del CM, cuando el CMTS envía los coeficientes del preigualador, el CMTS DEBE calcularlos y enviarlos con una longitud de igualador de 8 y un formato con espaciamiento T. Después del registro, si el modo preecualización DOCSIS 1.1 está activado, el CMTS PUEDE utilizar un formato de igualador con espaciamiento fraccionario (de T/2 o T/4), con una mayor longitud de toma, para que concuerde con las capacidades del preigualador del CM de las cuales el CMTS se enteró por el campo capacidades de módem del mensaje REG-REQ. Si el modo preecualización DOCSIS 2.0 o el modo de transmisión por múltiples canales están activados para el CM, el CMTS DEBE utilizar una estructura de igualador con espaciamiento T, con 24 tomas. Si en la primera actualización del preigualador después de la activación del modo preecualización DOCSIS 2.0 se utiliza el modo "convolución", el CM DEBE rellenar con ceros el filtro de 8 tomas existente como en el caso de un filtro de 24 tomas, después de lo cual efectuará la convolución de acuerdo con las reglas anteriormente enunciadas.

Antes de hacer una petición de determinación de distancia inicial y cada vez que cambia la frecuencia o la velocidad de modulación del canal en sentido ascendente, el CM DEBE inicializar los coeficientes del preigualador a un juego de valores por defecto en el cual todos los coeficientes son cero excepto el coeficiente real de la primera toma (es decir, F1). Cada vez que cambia la ubicación principal, el CM, no el CMTS, DEBE compensar el retardo (desplazamiento de la determinación de distancia) debido al desplazamiento, de la anterior ubicación de la toma principal a una nueva ubicación de la toma principal, de los coeficientes de igualador enviados por el CMTS (tanto en operaciones de "convolución" como en operaciones de "carga"). Los coeficientes del preigualador se actualizan entonces mediante el subsiguiente proceso de determinación de distancia (determinación de distancia inicial unidifusión, y determinación de distancia periódica).

En el modo preecualización DOCSIS 1.1, el CMTS NO DEBE desplazar la ubicación de la toma principal durante una determinación de distancia periódica.

En el modo preecualización DOCSIS 1.1, el CMTS NO DEBE ordenar al CM que cargue los coeficientes del igualador en transmisión.

En el modo preecualización DOCSIS 2.0, el CMTS PUEDE desplazar la ubicación de la toma principal durante la determinación de distancia inicial unidifusión o durante una determinación de distancia periódica.

Los coeficientes del igualador pueden incluirse en cada mensaje RNG-RSP, pero generalmente sólo aparecen cuando el CMTS determina que la respuesta del canal ha cambiado significativamente. La frecuencia de las actualizaciones de los coeficientes del igualador en el mensaje RNG-RSP la determina CMTS.

El CM DEBE normalizar los coeficientes del igualador en transmisión a fin de garantizar un funcionamiento adecuado (por ejemplo, sin desbordamiento ni recorte). El CM NO DEBE modificar su potencia de transmisión deseada debido a la o pérdida en los nuevos coeficientes, tanto en operaciones de "convolución" como de "carga". La potencia deseada se define en la cláusula B.6.2.19.

En el modo DOCSIS 1.1, si la estructura de igualador del CM tiene el mismo número de coeficientes que los asignados en el mensaje RNG-RSP, el CM NO DEBE cambiar la ubicación de la toma principal en el mensaje RNG-RSP. Si la estructura de igualador del CM tiene un número de coeficientes diferente de los definidos en el mensaje RNG-RSP, el CM PUEDE cambiar el valor de la ubicación de la toma principal. El CM DEBE ajustar su desplazamiento de determinación de distancia, además de efectuar cualquier otro ajuste indicado en el mensaje RNG-RSP, en una cantidad que compense el desplazamiento de la ubicación de la toma principal.

B.6.2.17 Conformación espectral

Véase la cláusula 6.2.17.

B.6.2.17.1 Agilidad de las frecuencias y gama de frecuencias en sentido ascendente

El CM DEBE soportar el funcionamiento en la gama de frecuencias de 5-65 MHz ascendente normalizada.

DEBEN soportarse las instrucciones de frecuencia de desplazamiento del Cuadro B.9.

B.6.2.17.2 Formato del espectro

Véase la cláusula 6.2.17.2.

B.6.2.18 Retardos de procesamiento relativos

Véase la cláusula 6.2.18.

B.6.2.19 Requisitos de la potencia de transmisión

Los siguientes requisitos se aplican cuando está activado el modo transmisión por canales múltiples. Los requisitos aplicables cuando el modo transmisión por canales múltiples está desactivado se detallan en la cláusula B.6.2.19.4 siguiente.

El CM debe permitir que se varíe la potencia de transmisión. Se presentan los requisitos que deben satisfacer:

- 1) la gama de potencia de transmisión informada por canal;
- 2) el tamaño de escalón de las instrucciones relativas a la potencia;
- 3) la exactitud relativa del tamaño de escalón (cambio real en la potencia de salida por canal en relación con el cambio dispuesto en la instrucción); y
- 4) la exactitud absoluta de la potencia de salida por canal del CM.

El protocolo seguido para ajustar la potencia se define en la cláusula 6.4.5 de [UIT-T J.222.2]. Esos ajustes realizados por el CM DEBEN mantenerse dentro de los márgenes de tolerancia descritos a continuación. En CM DEBE confirmar que, para cada uno de los canales activos del CM referenciados, se cumplen los límites de potencia de transmisión por canal una vez recibido el RNG-RSP o después de un cambio de UCD. Un canal activo para un CM se define como cualquier canal para el que el CM ha recibido una concesión, que utilizará para la inicialización de canal, o la determinación de distancia, O cualquier canal dentro de la gama de distancias del CM. El conjunto de "canales activos" también se denomina conjunto de canales de transmisión (habrá algún tipo de mecanismo mediante el cual un CMTS pueda ordenar al CM que desactive un canal activo a fin de reducir el número de canales activos en ese CM o para añadir un canal activo distinto como canal ascendente de sustitución para ese CM). Téngase en cuenta que el conjunto de canales que realmente envía ráfagas ascendentes desde el CM es un subconjunto de los canales activos de ese CM. Normalmente habrá un canal activo del CM que no envíe ráfagas, o no lo hará ninguno de ellos, pero esos canales silentes siguen siendo "canales activos" de ese CM.

La potencia de transmisión por canal se define como la potencia RF media en el ancho de banda ocupado (ancho de canal) transmitida en los símbolos de datos de una ráfaga, suponiendo símbolos QAM equiprobables, medida en el conector F del CM. La potencia de transmisión total se define como la suma de la potencia de transmisión por canal de cada canal que transmite una ráfaga en un determinado momento. Los requisitos de los niveles de potencia de transmisión por canal máxima y mínima se refieren al nivel de potencia de transmisión por canal deseada del CM, definida como la estimación, por el CM, de su potencia de transmisión por canal real. La potencia de transmisión por canal real DEBE estar dentro de un margen de 2 dB de la potencia deseada. La potencia de transmisión por canal deseada DEBE ser variable en la gama especificada en el Cuadro B.9.

Cuando el modo transmisión por canales múltiples está activado, $P_{load} = P_{hi} - P_r$ para cada canal, utilizando las definiciones de P_{hi} y P_r de las siguientes subcláusulas de B.6.2.19. El canal correspondiente al valor mínimo de P_{load} se denomina canal más alto cargado y su valor se representa mediante P_{load_1} en esta Recomendación, aunque sólo haya un canal en el conjunto de canales de transmisión. Un canal con carga elevada tiene un valor P_{load_n} bajo (pero no inferior a 0); el valor de P_{load_n} es análogo a una reducción en el amplificador con respecto a su potencia de salida máxima. Un canal tiene una menor potencia de salida cuando su carga es inferior (más reducción) y, por tanto, tiene un valor P_{load_n} más elevado. Téngase en cuenta que el canal más alto cargado no es necesariamente el canal con la mayor potencia de transmisión, pues la máxima potencia de un canal depende de la modulación que soporta en su perfil de ráfaga. El canal con segundo valor P_{load} más bajo es el segundo canal más alto cargado y su valor de carga se representa mediante P_{load_2} . El canal con el tercer valor P_{load} más bajo es el tercer canal más alto cargado y su valor de carga se representa mediante P_{load_3} , y el canal con el cuarto valor de carga más bajo es el cuarto canal más alto cargado y su valor de carga es P_{load_4} . $P_{load_min_set}$ define el límite superior de la gama dinámica del CM con respecto a P_{hi} para cada canal. $P_{load_min_set}$ limitará la potencia máxima posible para cada canal activo a un valor inferior a P_{hi} cuando $P_{load_min_set}$ sea superior a cero. $P_{load_min_set}$ es un valor ordenado al CM por el CMTS. (En caso de que en el conjunto de canales de transmisión haya menos de 4 canales activos, P_{load_n} sólo será válido para los n canales ascendentes activos). $P_{load_min_set}$, P_{load_n} , P_{hi_n} , P_{r_n} , etc. se definen sólo cuando está activado el modo transmisión por canales múltiples.

Las instrucciones del CMTS para ajustar P_{r_n} DEBEN ser coherentes con el valor $P_{load_min_set}$ previamente asignado al CM y estar dentro de los límites siguientes:

$$P_{load_min_set} \leq P_{hi_n} - P_{r_n} \leq P_{load_min_set} + 12 \text{ dB}$$

y, de manera equivalente:

$$P_{hi_n} - (P_{load_min_set} + 12 \text{ dB}) \leq P_{r_n} \leq P_{hi_n} - P_{load_min_set}$$

Para cada canal del conjunto de canales de transmisión se calcula el valor $P_{low_multi_n}$, que define el límite inferior de la gama dinámica de potencia de transmisión, en función del límite superior de la gama (que está determinado por el valor $P_{load_min_set}$).

$$P_{low_multi_n} = P_{hi_n} - P_{load_min_set} - 12 \text{ dB}$$

$P_{low_multi_n}$ limita la gama dinámica exigida (o incluso permitida) por un CM en sus múltiples canales, cuando funciona con múltiples canales activos.

Cuando el CMTS envía un nuevo valor $P_{load_min_set}$ al CM, es posible que el CM no pueda proceder a cambiar al nuevo valor inmediatamente por estar en medio de una ráfaga en uno o más de sus canales ascendentes en el momento en que recibe la instrucción de cambiar $P_{load_min_set}$. Puede pasar un tiempo antes de que el CMTS conceda el tiempo de reconfiguración global al CM. Del mismo modo, es posible que el CM no cumpla inmediatamente las instrucciones de cambiar P_{r_n} recibidas, si el n -ésimo canal está emitiendo ráfagas. Es posible que se ordene cambiar P_{r_n} al tiempo que se ordena cambiar $P_{load_min_set}$. El CMTS NO DEBERÍA ordenar un cambio de $P_{load_min_set}$ tras ordenar un cambio de P_{r_n} , a menos que también haya concedido un tiempo de reconfiguración suficiente en el n -ésimo canal. El CMTS NO DEBERÍA ordenar un cambio de $P_{load_min_set}$ tras ordenar previamente un cambio de $P_{load_min_set}$ a menos que también haya concedido un tiempo de reconfiguración global para la primera instrucción. Del mismo modo, el CMTS NO DEBERÍA ordenar un cambio de P_{r_n} :

- a) hasta haber concedido un tiempo de reconfiguración global tras ordenar un nuevo valor de $P_{load_min_set}$; y
- b) hasta haber concedido un tiempo de reconfiguración suficiente en el n -ésimo canal tras ordenar previamente un cambio de P_{r_n} .

Dicho de otro modo, el CMTS debe evitar enviar consecutivamente órdenes de cambio de $P_{r,n}$ y/o $P_{load_min_set}$ al CM sin dejar un tiempo de reconfiguración suficiente para ejecutar la primera instrucción. Cuando se ordenan simultáneamente un nuevo valor de $P_{load_min_set}$ y un cambio de $P_{r,n}$, el CM PUEDE esperar y aplicar el cambio de $P_{r,n}$ en el siguiente tiempo de reconfiguración global (es decir, al mismo tiempo que $P_{load_min_set}$ adopta el nuevo valor) en lugar de aplicarlo en el primer tiempo de reconfiguración suficiente del n -ésimo canal. El valor de $P_{load_min_set}$ que se aplica al nuevo $P_{r,n}$ es el valor de $P_{load_min_set}$ ordenado al mismo tiempo, por lo que, si el nuevo $P_{r,n}$ no está dentro de la gama dinámica del antiguo $P_{load_min_set}$, el CM DEBE esperar al siguiente tiempo de reconfiguración global para modificar el $P_{r,n}$.

El CM DEBE ignorar la instrucción de incrementar la potencia de transmisión por canal si esa instrucción redundara en que el valor $P_{load,n}$ para ese canal fuese inferior a $P_{load_min_set}$. Téngase en cuenta que el CMTS puede permitir pequeños cambios de potencia en el canal más alto cargado del CM sin que esas fluctuaciones afecten a la gama dinámica de potencia de transmisión. Esto se consigue poniendo $P_{load_min_set}$ a un valor más pequeño de lo normal y se espera que la fluctuación de la potencia por canal en el canal más alto cargado sea lenta. Asimismo, el CM DEBE ignorar toda instrucción de modificación de la potencia de transmisión por canal que haga que $P_{r,n}$ no llegue a la gama dinámica, es decir, una potencia inferior a la permitida por la gama dinámica, determinada por $P_{load_min_set}$. El CM también DEBE ignorar toda instrucción de cambio de $P_{load_min_set}$ que haga que los valores de $P_{r,n}$ vigentes se salgan de la nueva gama dinámica.

Los requisitos de funcionamiento no esenciales de las cláusulas B.6.2.22.1, B.6.2.22.1.1 y B.6.2.22.1.2 son de aplicación cuando el CM funciona dentro de ciertas gamas de valores de $P_{load,n}$, cuando el número de canales ascendentes activos $n = 1$ y cuando se transmiten ciertas gamas del número de códigos de ensanche como fracción total del número de códigos activos en un canal S-CDMA, según se detalla en esas cláusulas.

La potencia de transmisión por canal de cada canal informada por el CM en la MIB se refiere a la constelación 64 QAM. Cuando se transmite con otras constelaciones, se produce una potencia de transmisión algo diferente, que depende de la ganancia de constelación indicada en los Cuadros B.4, B.5 y B.6. Por ejemplo, si la potencia informada es 30 dBmV, 64 QAM se transmitirá con una potencia deseada de 30 dBmV por ese canal, mientras que QPSK se transmitirá con 28,82 dBmV.

Cuadro B.4 – Ganancias de constelación y límites de potencia por canal con un canal en el conjunto de canales de transmisión

Constelaciones	Ganancia de constelación G_{const} relativa a 64 QAM (dB)	P_{min} (dBmV)			P_{max} (dBmV) TDMA	P_{max} (dBmV) S-CDMA	$P_{min} - G_{const}$ (dBmV)	$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) TDMA	$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) S-CDMA
		L	M	H					
QPSK	-1,18	17	20	23	61	56	18,18	62,18	57,18
8 QAM	-0,21	17	20	23	58	56	17,21	58,21	56,21
16 QAM	-0,21	17	20	23	58	56	17,21	58,21	56,21
32 QAM	0,00	17	20	23	57	56	17,00	57,00	56,00
64 QAM	0,00	17	20	23	57	56	17,00	57,00	56,00
128 QAM	0,05	17	20	23	N/A	56	16,95	N/A	55,95

(P_{min} es una función de la velocidad de modulación, siendo L = 1 280 kHz, M = 2 560 kHz y H = 5 120 kHz.)

Cuadro B.5 – Ganancias de constelación y límites de potencia por canal con dos canales en el conjunto de canales de transmisión

Constelaciones	Ganancia de constelación G_{const} relativa a 64 QAM (dB)	P_{min} (dBmV)			P_{max} (dBmV) TDMA	P_{max} (dBmV) S-CDMA	$P_{min} - G_{const}$ (dBmV)	$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) TDMA	$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) S-CDMA
		L	M	H					
QPSK	-1,18	17	20	23	58	53	18,18	59,18	54,18
8 QAM	-0,21	17	20	23	55	53	17,21	55,21	53,21
16 QAM	-0,21	17	20	23	55	53	17,21	55,21	53,21
32 QAM	0,00	17	20	23	54	53	17,00	54,00	53,00
64 QAM	0,00	17	20	23	54	53	17,00	54,00	53,00
128 QAM	0,05	17	20	23	N/A	53	16,95	N/A	52,95

(P_{min} es una función de la velocidad de modulación, siendo L = 1 280 kHz, M = 2 560 kHz y H = 5 120 kHz.)

Cuadro B.6 – Ganancias de constelación y límites de potencia por canal con tres o cuatro canales en el conjunto de canales de transmisión

Constelaciones	Ganancia de constelación G_{const} relativa a 64 QAM (dB)	P_{min} (dBmV)			P_{max} (dBmV) TDMA	P_{max} (dBmV) S-CDMA	$P_{min} - G_{const}$ (dBmV)	$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) TDMA	$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) S-CDMA
		L	M	H					
QPSK	-1,18	17	20	23	55	53	18,18	56,18	54,18
8 QAM	-0,21	17	20	23	52	53	17,21	52,21	53,21
16 QAM	-0,21	17	20	23	52	53	17,21	52,21	53,21
32 QAM	0,00	17	20	23	51	53	17,00	51,00	53,00
64 QAM	0,00	17	20	23	51	53	17,00	51,00	53,00
128 QAM	0,05	17	20	23	N/A	53	16,95	N/A	52,95

(P_{min} es una función de la velocidad de modulación, siendo L = 1 280 kHz, M = 2 560 kHz y H = 5 120 kHz.)

La potencia de transmisión por canal real dentro de una ráfaga DEBE ser constante dentro de 0,1 dB cresta a cresta, incluso en presencia de cambios de potencia en otros canales activos. Esto excluye la variación de amplitud teóricamente presente debido a la modulación de amplitud QAM, la conformación de impulsos, la preecualización y, para S-CDMA, el ensanche y el número variante de códigos atribuidos.

El CM DEBE soportar los cálculos de potencia de transmisión definidos en las cláusulas B.6.2.19.1 y B.6.2.19.2.

B.6.2.19.1 Cálculo de la potencia de transmisión en el modo TDMA

En el modo TDMA, el CM determina la potencia de transmisión por canal deseada P_t como sigue para canal activo. Se define para canal activo, por ejemplo, el canal ascendente X:

P_r = Nivel de potencia informado (dBmV) de CM en MIB (se refiere a la constelación 64 QAM) para el canal X.

ΔP = Ajuste del nivel de potencia (dB); por ejemplo, dispuesta en un mensaje de respuesta de determinación de distancia.

G_{const} = Ganancia de constelación (dB) relativa a la constelación 64 QAM de acuerdo con la cláusula B.6.2.19.

P_{min} = Mínima potencia de transmisión por canal deseada permitida para el CM de acuerdo con la cláusula B.6.2.19.

P_{max} = Máxima potencia de transmisión deseada permitida para el CM de acuerdo con la cláusula B.6.2.19.

$P_{\text{hi}} = \min(P_{\text{max}} - G_{\text{const}})$ para todos los perfiles de ráfaga utilizados por el CM en el canal X de acuerdo con la cláusula B.6.2.19.

$P_{\text{low}} = \max(P_{\text{min}} - G_{\text{const}})$ para todos los perfiles de ráfaga utilizados por el CM en el canal X de acuerdo con la cláusula B.6.2.19.

P_t = Nivel de potencia de transmisión por canal deseada (dBmV) del CM en el canal X (potencia por canal transmitida real en el canal X, estimada por el CM).

El CM actualiza su potencia por canal en cada canal informada mediante los siguientes pasos:

- 1) $P_s = P_r + \Delta P$
//Añadir ajuste de nivel de potencia (para cada canal) al nivel de potencia informada para cada nivel.
- 2) $P_r = \min[P_r, P_{\text{hi}}]$
//Recortar al límite máximo de potencia por canal.
- 3) $P_r = \max[P_r, P_{\text{low}}]$
//Recortar al límite mínimo de potencia por canal.
- 4) Probar, SI [$P_r < P_{\text{low_multi}}$], ignorar instrucción y restaurar el anterior P_r .
//La potencia por canal de esta instrucción violaría la gama dinámica configurada.
- 5) Probar, SI [$P_r > P_{\text{hi}} - P_{\text{load_min_set}}$], ignorar instrucción y restaurar el anterior P_r .
//La potencia por canal de esta instrucción violaría la gama dinámica configurada.

El CM transmite entonces, por el canal X, con la potencia por canal deseada $P_t = P_r + G_{\text{const}}$, es decir, la potencia informada más la ganancia de constelación.

Generalmente, el nivel de potencia informada es una cantidad relativamente constante, en tanto que el nivel de potencia transmitida por el canal X varía dinámicamente cuando se transmiten perfiles de ráfaga diferentes, con ganancias de constelación diferentes. Una potencia de transmisión por canal deseada del CM nunca DEBE ser inferior a P_{min} ni superior a P_{max} . Esto implica que, en algunos casos, los niveles extremos de potencia de transmisión (por ejemplo, 61 dBmV para QPSK y 17 dBmV) pueden no ser permitidos si están activos perfiles de ráfaga con múltiples constelaciones. Además, si sólo se utiliza QPSK, la potencia por canal informada puede ser mayor que 61 dBmV, aunque la potencia de transmisión por canal deseada no exceda 61 dBmV.

Por ejemplo, con dos canales activos, si en el canal X sólo están activos perfiles de ráfaga QPSK y 64 QAM, $P_{\text{hi}} = 54$ dBmV y $P_{\text{low}} = 18,2$ dBmV para una velocidad de modulación de 1 280 kHz. P_{low} depende de la velocidad de modulación. La máxima potencia transmitida QPSK permitida por el canal X es 54 dBmV $- 1,2$ dB = $52,8$ dBmV, la mínima potencia QPSK por el canal X es $18,2$ dBmV $- 1,2$ dB = 17 dBmV (con una velocidad de modulación de 1 280 kHz), la máxima potencia 64 QAM por el canal X es 54 dBmV, y la mínima potencia 64 QAM por el canal X es $18,2$ dBmV (con una velocidad de modulación de 1 280 kHz).

B.6.2.19.2 Cálculo de la potencia de transmisión en el modo S-CDMA

Véase la cláusula 6.2.19.2.

B.6.2.19.2.1 Cálculo de la potencia de transmisión en el modo S-CDMA con el número máximo de códigos calendarizados desactivado

En el modo S-CDMA, cuando el número máximo de códigos calendarizados está desactivado, el CM determina su potencia de transmisión por canal deseada, P_t , de la siguiente manera para cada uno de los canales activos. Se define para cada canal activo, por ejemplo, el canal ascendente X:

P_r = nivel de potencia informada (dBmV) de CM en MIB (se refiere a constelación 64 QAM y todos los códigos activos transmitidos) para el canal X.

$P_{hi} = \min[P_{max} - G_{const}]$ para todos los perfiles de ráfaga utilizados por el CM en el canal X de acuerdo con la cláusula B.6.2.19.

$P_{low} = \max[P_{min} - G_{const}] + 10 \log(\text{number_active_codes}/\text{number_of_codes_per_mini-slot})$ donde el máximo se calcula para todos los perfiles de ráfaga utilizados por el CM en el canal X de acuerdo con la cláusula B.6.2.19.

El CM actualiza su potencia por canal informada en cada canal mediante los siguientes pasos:

- 1) $P_r = P_r + \Delta P$
//Añadir ajuste de nivel de potencia (para cada canal) al nivel de potencia informada para cada canal.
- 2) $P_r = \min[P_r, P_{hi}]$
//Recortar al límite máximo de potencia por canal.
- 3) $P_r = \max [P_r, P_{low}]$
//Recortar al límite mínimo de potencia por canal.
- 4) Probar SI [$P_r < P_{low_multi}$], ignorar instrucción y restaurar el anterior P_r .
//La potencia por canal de esta instrucción violaría la gama dinámica configurada.
- 5) Probar SI [$P_r > P_{hi} - P_{load_min_set}$], ignorar instrucción y restaurar el anterior P_r .
//La potencia por canal de esta instrucción violaría la gama dinámica configurada.

En una trama con ensanchador activado, el CM transmite cada código i con la potencia deseada:

$$P_{t,i} = P_r + G_{const,i} - 10 \log(\text{number_active_codes})$$

(es decir, la potencia informada para el canal X más la ganancia de constelación $G_{const,i}$ de ese código, menos un factor que tiene en cuenta el número de códigos activos. La potencia de transmisión en el canal X P_t total en una trama es la suma de las potencias de transmisión individuales $P_{t,i}$ de cada código en el canal X, donde la suma se realiza utilizando cantidades de potencia absolutas [es decir, no expresadas en dB].)

En una trama con ensanchador desactivado, la potencia de transmisión deseada del CM en el canal X es $P_t = P_r + G_{const}$.

El nivel de potencia transmitida en el canal X varía dinámicamente cuando varía el número de códigos atribuidos, y cuando se transmiten diferentes perfiles de ráfaga con diferentes ganancias de constelación. La potencia de transmisión por canal deseada de un CM nunca DEBE ser inferior a P_{min} ni superior a P_{max} , incluyendo todos los números de códigos atribuidos y todos los perfiles de ráfaga. Esto implica que, en algunos casos, los niveles extremos de potencia de transmisión por canal (por ejemplo, 17 y 56 dBmV) pueden no ser permitidos. Además, si sólo se utiliza QPSK, la potencia informada en un canal puede ser mayor que 56 dBmV, aunque la potencia de transmisión por canal deseada no exceda 56 dBmV.

Si, por ejemplo, el conjunto de canales de transmisión comprende un solo canal y ese canal, el canal X, tiene los perfiles de ráfaga QPSK y 64 QAM, el número de códigos activos es 128 y el número de códigos por miniintervalo es 2, $P_{hi} = 56$ dBmV y $P_{low} = 36,24$ dBmV para una velocidad de modulación de 1 280 kHz. P_{low} depende de la velocidad de modulación. La máxima potencia

QPSK transmitida por canal permitida es $56 - 1,18 = 54,82$ dBmV cuando se transmiten todos los códigos activos. La mínima potencia QPSK en el canal X es $36,24$ dBmV $- 1,18$ dB $- 10\log(128)$ dB $+ 10\log(2)$ dB = 17 dBmV (con una velocidad de modulación de $1\ 280$ kHz) cuando se transmite un miniintervalo. El último término de la suma es el resultado de la suma de las potencias individuales en dos códigos. Del mismo modo, la máxima potencia 64 QAM en el canal X es 56 dBmV cuando se transmiten todos los códigos activos; y la mínima potencia 64 QAM en el canal X es $36,24$ dBmV $- 10\log(128)$ dB $+ 10\log(2)$ dB = $18,18$ dBmV (con una velocidad de modulación de $1\ 280$ kHz) cuando se transmite un miniintervalo. La mínima potencia QPSK en el canal X permitida cuando se transmiten, por ejemplo, 2 miniintervalos, es 20 dBmV (con una velocidad de modulación de $1\ 280$ kHz), y la mínima potencia 64 QAM en el canal X permitida cuando se transmiten 2 miniintervalos es $21,2$ dBmV (con una velocidad de modulación de $1\ 280$ kHz).

El CM necesita aplicar cierta forma de recorte a la forma de onda transmitida en las potencias de salida más altas a fin de evitar problemas en la relación valor de cresta/valor medio (PAR, *peak to average ratio*).

La potencia recibida en el CMTS en una trama con ensanchador activado será a veces menor que la potencia nominal de una trama con ensanchador desactivado, debido a factores tales como:

- 1) oportunidades de difusión no utilizadas por ningún CM;
- 2) concesiones unidifusión no utilizadas por uno o más CM; o
- 3) miniintervalos asignados al SID NULL.

B.6.2.19.2.2 Cálculo de la potencia transmitida en el modo S-CDMA con el número máximo de códigos calendarizados activado

En el modo S-CDMA, en los canales donde está activado el número máximo de códigos calendarizados, el CM determina su potencia de transmisión por canal deseada, P_t , de la siguiente manera para cada uno de los canales activos. Se define para cada canal ascendente, por ejemplo, el canal ascendente X:

P_r = nivel de potencia informada (dBmV) del CM en la MIB (potencia de transmisión operativa de la ráfaga de determinación de distancia con ensanchador desactivado con referencia a una modulación 64 QAM) para el canal X.

$P_{hi_S} = \min[53 - G_{const}]$ en todos los perfiles de ráfaga con ensanchador activado utilizados por el CM en el canal X de acuerdo con la cláusula B.6.2.19.

$P_{low_S} = \max[17 - G_{const}] + 10 \log (\text{number_active_codes}/\text{number_of_codes_per_mini-slot})$ donde el máximo se calcula para todos los perfiles de ráfaga utilizados por el CM en el canal X de acuerdo con la cláusula B.6.2.19.

P_{max_T} = Máxima potencia de transmisión deseada permitida para el CM en el canal X en el modo TDMA de acuerdo con la cláusula B.6.2.19 para la constelación utilizada en la determinación de distancia.

$P_{hi_T} = \min[P_{max_T} - G_{const}]$ en todos los perfiles de ráfaga con ensanchador desactivado utilizados por el CM en el canal X de acuerdo con la cláusula B.6.2.19.

$P_{on} = P_r$ recortada al límite con ensanchador activado máximo.

P_{sf} = déficit de potencia del CM.

P_{hr} = margen de potencia en modo S-CDMA en dB. Equivalente al valor del mensaje respuesta de determinación de distancia TLV-11 dividido entre 4.

ΔP = ajuste del nivel de potencia, en dB, enviada del CMTS al CM para el canal X.

El CM actualiza su potencia por canal en cada canal mediante los siguientes pasos:

- 1) $P_r = P_r + \Delta P$ //Añadir ajuste del nivel de potencia (para cada canal) al nivel de potencia informada para cada canal.
- 2) $P_r = \min[P_r, P_{hi_T}]$ //Recortar al nivel de potencia máximo en modo TDMA por canal.
- 3) $P_r = \max[P_r, P_{low_S}]$ //Recortar al nivel de potencia máximo en modo S-CDMA por canal.
- 4) Probar SI [$P_r < P_{low_multi}$], ignorar instrucción y restaurar el anterior P_r .
//La potencia por canal de esta instrucción violaría la gama dinámica configurada.
- 5) probar SI [$P_r > P_{hi_T} - P_{load_min_set}$], ignorar instrucción y restaurar el anterior P_r .
//La potencia por canal de esta instrucción violaría la gama dinámica configurada.
- 6) $P_{on} = \min[P_r, P_{hi_S} - P_{load_min_set}]$
//Recortar el nivel de potencia máximo en modo S-CDMA por canal para el límite de gama dinámica en canales múltiples, definido por $P_{load_min_set}$.

En las tramas con ensanchador desactivado el CM transmite por el canal desactivado con la potencia deseada:

$$P_t = P_r + G_{const}$$

En función de la potencia de transmisión con ensanchador desactivado del canal X, el CM actualiza su déficit de potencia en el canal X mediante los siguientes pasos:

Con sólo un canal en el conjunto de canales de transmisión:

$$P_{sf} = P_t - (56 - P_{load_min_set})$$

//Diferencia entre la potencia deseada con ensanchador desactivado y la potencia deseada máxima con ensanchador activado en el canal X.

$$P_{sf} = \max[P_{sf}, 0]$$

//Poner P_{sf} a 0 si P_t es inferior a $56 \text{ dBmV} - P_{load_min_set}$ en el canal X;

y con más de un canal en el conjunto de canales de transmisión:

$P_{sf} = P_t - (53 - P_{load_min_set})$ //Diferencia entre la potencia deseada con ensanchador desactivado y máxima con ensanchador activado en el canal X.

$P_{sf} = \max[P_{sf}, 0]$ //Poner P_{sf} a 0 si P_t es inferior a $53 \text{ dBmV} - P_{load_min_set}$ en el canal X.

En las tramas con ensanchador activado el CM transmite cada code i con la potencia deseada:

$$P_{t,i} = P_{on} + G_{const,i} - 10 \log(\text{number_active_codes}) + P_{hr}$$

Es decir, la potencia informada recortada en el canal X más la ganancia de constelación, $G_{const,i}$, de ese código menos un factor que tiene en cuenta el número de códigos activos, más el margen de potencia P_{hr} . P_{hr} es la potencia (en dB) añadida para compensar los CM que tienen límites máximos de códigos calendarizados y pueden transmitir con potencia adicional por código. La potencia de transmisión total en el canal X, P_t , en una trama es la suma de las potencias de transmisión individuales, $P_{t,i}$, de cada código en el canal X, donde se suman todos los códigos atribuidos, N_{alloc} , utilizando cantidades de potencia absoluta (no expresadas en dB).

$$P_t = 10 \log \sum_{i=1}^{N_{alloc}} 10^{P_{t,i}/10}$$

Si, por ejemplo, el conjunto de canales de transmisión tiene más de un canal y el perfil de ráfaga del canal X contiene QPSK para IUC 1, 2, 3 y 4, y 64 QAM para IUC 9 y 10, el número de códigos activos es 128 y el número de códigos por miniintervalo es 2, entonces $P_{hi_S} = 53 \text{ dBmV}$, $P_{low_S} = 36,24 \text{ dBmV}$ y $P_{hi_T} = 58 \text{ dBmV}$. Se supone que $P_{load_min_set} = 0 \text{ dB}$. Se supone que el CM utiliza en el canal X una potencia de transmisión deseada con ensanchador desactivado de 57 dBmV .

El CM informa para el canal X $P_{sf} = 57 \text{ dBmV} - 53 \text{ dBmV} = 4 \text{ dB}$. El CMTS utiliza P_{sf} para definir para el canal X (utilizando su algoritmo propio del fabricante) $\text{max_scheduled_codes} = 32$ y $P_{hr} = 6 \text{ dB}$ (el margen de potencia S-CDMA puede diferir del déficit de potencia, queda a la discreción del CMTS). El CM pone su potencia transmitida por código en el canal X a:

$$P_{t,i} = P_{on} + G_{const,i} - 10 \log(\text{number_active_codes}) + P_{hr} = 53 \text{ dBmV} + 0 \text{ dB} - 21 \text{ dB} + 6 \text{ dB}$$

//Para un código con modulación 64 QAM en el canal X = 38 dBmV

El parámetro que puede utilizarse para ilustrar el efecto del aumento de potencia por código en el canal X es la potencia de transmisión efectiva, P_{eff} , la potencia que resultaría en el canal X si hipotéticamente se transmitiesen todos los N_a códigos activos. Se calcula de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} P_{eff} &= 10 \log \sum_{i=1}^{N_{act}} 10^{P_{t,i}/10} \\ &= P_{on} + P_{hr} + 10 \log \frac{1}{N_{act}} \sum_{i=1}^{N_{act}} 10^{G_{const,i}/10} \end{aligned}$$

siendo el último término la ganancia de constelación media.

En un caso de referencia con todos los códigos transmitidos en el canal X con modulación 64 QAM ($G_{const} = 0 \text{ dB}$), la potencia de transmisión efectiva se reduce a:

$$P_{eff} = P_{on} + P_{hr}$$

Partiendo del ejemplo anterior, el resultado es:

$$P_{eff} = 53 \text{ dBmV} + 6 \text{ dB} = 59 \text{ dBmV}$$

La limitación del número de códigos da al CM una mayor potencia efectiva de 59 dBmV, es decir, 6 dB por encima de la potencia máxima normal por canal, que es de 53 dBmV, y 2 dB por encima de la potencia de determinación de distancia de 57 dBmV. En este ejemplo el CMTS utiliza su discreción para pedir una mejora en el canal X de 2 dB más de lo necesario ($P_{hr} = 6 \text{ dB}$ en lugar de $P_{sf} = 4 \text{ dB}$), quizá debido a una degradación conocida del canal.

effective_SNR es una estimación de la SNR para un determinado código correspondiente a la potencia de transmisión efectiva en el canal X. Se define como la SNR medida en el último mantenimiento de estación menos el déficit de potencia del CM más el margen de potencia y la diferencia de ganancia de constelación entre la ráfaga de determinación de distancia y el código que se considera. La ecuación es:

$$\text{effective_SNR} = \text{measured_SNR} - P_{sf} + P_{hr} + (G_{const,i} - G_{const,ranging})$$

siendo $G_{const,ranging}$ la ganancia de constelación de la ráfaga de determinación de distancia en el canal X que da lugar a la SNR medida. En la MIB, *effective_SNR* corresponde a un caso de referencia con modulación 64 QAM ($G_{const,i} = 0 \text{ dB}$):

$$\text{effective_SNR} = \text{measured_SNR} - P_{sf} + P_{hr} - G_{const,ranging}$$

Siguiendo con el mismo ejemplo, si la SNR medida en el canal X en el último mantenimiento de estación es 17 dB, con modulación QPSK ($G_{const,ranging} = -1,2 \text{ dB}$), entonces *effective_SNR* con modulación 64 QAM es:

$$\text{effective_SNR} = 17 \text{ dB} - 4 \text{ dB} + 6 \text{ dB} + 1,2 \text{ dB} = 20,2 \text{ dB}$$

B.6.2.19.3 Tamaño del escalón de potencia de transmisión

Véase la cláusula 6.2.19.3.

B.6.2.19.4 Requisitos de potencia de transmisión cuando el modo transmisión por canales múltiples está desactivado

Cuando el modo transmisión por canales múltiples está desactivado el CM DEBE funcionar como se indica en la cláusula F.6.2.18 de [UIT-T J.122] con las siguientes excepciones. La potencia ascendente mínima, P_{\min} , DEBE ser la indicada en el Cuadro B.7 siguiente, que sustituye los requisitos de potencia ascendente mínima de [UIT-T J.122]. La potencia ascendente máxima, P_{\max} , DEBE ser la indicada en el Cuadro B.4 anterior, que sustituye los requisitos de potencia ascendente mínima de [UIT-T J.122]. Téngase en cuenta que en la cláusula F.6.2.18.2 de [UIT-T J.122], el valor 53 en la ecuación para $P_{hi,S}$ DEBE sustituirse por 56, pues éste es el valor realmente previsto para P_{\max} en el Cuadro B.4 anterior.

Cuadro B.7 – Potencia de transmisión mínima, P_{\min} , cuando el modo transmisión por canales múltiples está desactivado

Velocidad de modulación (kHz)	P_{\min} (dBmV)	Aplicabilidad
160	17	CM PUEDE soportar
320	17	CM PUEDE soportar
640	17	CM PUEDE soportar
1 280	17	CM DEBE soportar
2 560	20	CM DEBE soportar
5 120	23	CM DEBE soportar

B.6.2.20 Perfiles de ráfaga

Las características de transmisión se dividen en tres categorías:

- parámetros de canal;
- atributos de perfil de ráfaga; y
- parámetros únicos del usuario.

Los parámetros de canal son:

- la velocidad de modulación (seis velocidades entre 160 kHz y 5 120 kHz en pasos de octava);
- la frecuencia central (Hz);
- la supercadena preámbulo de 1536 bits; y
- los parámetros de canal S-CDMA.

Todos los usuarios de un canal dado comparten los parámetros de canal. En el Cuadro B.8 se enumeran los atributos de perfil de ráfaga, que son atributos compartidos correspondientes a un tipo de ráfaga.

El CM DEBE generar cada ráfaga en el momento adecuado, indicado en las concesiones de miniintervalo facilitadas por los MAP CMTS.

El CM DEBE soportar todos los perfiles de ráfaga instruidos por el CMTS a través de los descriptores de ráfaga del UCD, y posteriormente asignados para la transmisión en un MAP.

Cuadro B.8 – Atributos de perfil de ráfaga

Atributos de perfil de ráfaga	Valores de configuración
Modulación	QPSK, 8 QAM, 16 QAM, 32 QAM, 64 QAM, 128 QAM (sólo TCM)
Codificación diferencial	Activada/desactivada
Codificación TCM	Activada/desactivada
Longitud del preámbulo	0-1536 bits (véase la cláusula B.6.2.19)
Desplazamiento del valor de preámbulo	0 a 1534
Corrección de errores FEC R-S (T)	0 a 16 (0 implica ninguna FEC R-S). el número de bytes de paridad de la palabra de código es $2 * T$)
Bytes de información de la palabra de código FEC R-S (k)	Fija: 16 a 253 (suponiendo una FEC R-S activada) Acortada: 16 a 253 (suponiendo una FEC R-S activada)
Semilla del aleatorizador	15 bits
Longitud de ráfaga máxima (miniintervalos) ¹	0 a 255
Tiempo de guarda	4 a 255 intervalos de modulación En S-CDMA no hay tiempo de guarda
Longitud de la última palabra de código	Fija, acortada
Aleatorizador activado/desactivado	Activado/desactivado
Profundidad del entrelazador de bytes (I_r) ²	0 a pedestal ($2048/N_r$) ³
Tamaño de bloque del entrelazador de bytes (B_r) ⁴	$2 * N_r$ a 2048
Tipo de preámbulo	QPSK0/QPSK1
Ensanchador S-CDMA ⁵	Activado/desactivado
Códigos por subtrama S-CDMA ⁵	1 a 128
Paso del intercalador S-CDMA ⁵	1 a (intervalos de ensanche por trama – 1)
Modo selección S-CDMA para códigos activos y salto de código	Modo 1 o Modo 2
Cadena de selección S-CDMA para el modo 2 de códigos activos seleccionables	Cadena de 128 bits que indica qué códigos están activos en el modo 2 de códigos activos seleccionables
<p>¹ Una longitud de ráfaga de 0 miniintervalos de tiempo en el perfil del canal significa que la longitud de las ráfagas es variable en ese canal para ese tipo de ráfaga. La longitud de ráfaga, aunque no sea fija, la concede explícitamente el CMTS al CM en el MAP.</p> <p>² Si profundidad = 1, no hay entrelazado; si profundidad = 0, modo dinámico.</p> <p>³ N_r es el tamaño de la palabra de código R-S $k + 2T$, como se define en la cláusula B.6.2.5.1.</p> <p>⁴ Sólo en el modo dinámico.</p> <p>⁵ Sólo para canales S-CDMA.</p>	

Los parámetros únicos del usuario pueden variar de un usuario a otro cuando se utiliza el mismo tipo de ráfaga en el mismo canal que otro usuario (por ejemplo, nivel de potencia). Estos parámetros se enumeran en el Cuadro B.9.

Cuadro B.9 – Parámetros de ráfaga únicos del usuario

Parámetros únicos del usuario	Instrucción de ajuste	Valor de parámetro resultante
Nivel de potencia ¹	Complemento de dos de 8 bits, resolución = 0,25 dB	TDMA: +17 a +57 dBmV (32 QAM, 64 QAM) +17 a +58 dBmV (8 QAM, 16 QAM) +17 a +61 dBmV (QPSK) S-CDMA: +17 a +56 dBmV (todas las modulaciones) Resolución = 0,25 dB o mejor
Frecuencia de desplazamiento ²	Gama = ±32 kHz, resolución = 1 Hz	Gama de frecuencias de la cláusula B.6.2.17.1
Desplazamiento de determinación de distancia	Parte entera: complemento de dos de 32 bits, resolución = $(1/10,24 \text{ MHz}) = 6,25 \mu\text{s}/64 = 97,65625 \text{ ns}$ Parte fraccionaria: extensión fraccionaria de 8 bits sin signo, resolución = $6,25 \mu\text{s}/(64*256) = 0,3814697265625 \text{ ns}$	Gama: suficiente para la longitud de planta de cable máxima según la cláusula B.1.2.1 Resolución: no síncrona: $6,25\mu\text{s}/64$. síncrona $6,25 \mu\text{s}/(64*256)$
Longitud de ráfaga (miniintervalos), si es variable en este canal (cambio ráfaga a ráfaga)	No disponible	1 a 255 miniintervalos
Coefficientes de ecualizador de transmisión (Véase la cláusula 6.2.16, Preecualizador de transmisión)	Modos DOCSIS 3.0 y 2.0: 24 coeficientes complejos, 4 bytes por coeficiente (2 reales y 2 imaginarios), modos carga y convolución Modo DOCSIS 1.1: hasta 64 coeficientes complejos, 4 bytes por coeficiente (2 reales y 2 imaginarios), sólo modo convolución	Modos DOCSIS 3.0 y 2.0: 24 coeficientes complejos Modo DOCSIS 1.1: hasta 64 coeficientes complejos
<p>¹ El límite de nivel de potencia mínimo depende de la velocidad de modulación. El límite de nivel de potencia máximo depende del orden de modulación y del número de canales ascendentes.</p> <p>² El CM DEBE proceder al ajuste de frecuencia de desplazamiento para modificar la frecuencia portadora ascendente ±10 Hz del cambio ordenado.</p>		

B.6.2.20.1 Desplazamiento de determinación de distancia

Véase la cláusula 6.2.20.1.

B.6.2.20.2 Tiempos de reconfiguración en modo TDMA

El CM DEBE poder conmutar perfiles de ráfaga sin que se requiera un tiempo de reconfiguración entre las ráfagas, salvo para introducir cambios en los siguientes parámetros:

- 1) potencia de salida;
- 2) velocidad de símbolos;
- 3) frecuencia de desplazamiento;
- 4) frecuencia de canal;
- 5) desplazamiento de determinación de distancia; y
- 6) coeficientes de preecualizador.

Si el modo transmisión por canales múltiples está activado, todos esos parámetros se ajustan de manera independiente en cada canal ascendente y el CM no necesita un tiempo de reconfiguración en los canales no ajustados.

Si el modo transmisión por canales múltiples está activado, el CM puede necesitar un tiempo de reconfiguración global (simultáneamente en todos los canales activos) cuando se ajusta la gama dinámica (nuevo valor de $P_{load_min_set}$) o cuando un canal activo acumula un cambio de potencia de transmisión superior a 3 dB desde el último tiempo de reconfiguración global (véase la cláusula B.6.2.22.1). El CM DEBE cumplir en cada canal activo los requisitos de "cambio de gama dinámica" (véase *infra*) siempre que se modifica o vuelve a instruir $P_{load_min_set}$.

Para cambio o reinstrucción de **gama dinámica**: si se cambia o reinstruye $P_{load_min_set}$, el CM DEBE poder implementar el cambio entre ráfagas, siempre y cuando el CMTS atribuya al menos 96 símbolos, más 10 μ s, entre el centro del último símbolo de una ráfaga (en cualquier canal activo) y el centro del primer símbolo de la ráfaga siguiente (en cualquier canal activo – el mismo canal o un canal diferente del de la ráfaga anterior). (Un "silencio" global en todos los canales activos exige que la intersección de intervalos de ráfaga no concedidos en todos los canales TDMA activos tenga una duración mínima de 96 más 10 μ s.) La potencia de salida del CM DEBE fijarse a $\pm 0,1$ dB de su nivel de potencia de salida final en los 10 μ s a partir del inicio del cambio en $P_{load_min_set}$, y desde el principio de todo cambio de potencia de salida en cualquier canal que acompaña el cambio o reinstrucción de $P_{load_min_set}$. La gama dinámica, es decir, $P_{load_min_set}$, NO DEBE cambiarse hasta que el CMTS dé al CM tiempo suficiente entre ráfagas. La gama dinámica NO DEBE cambiar mientras quede por transmitir más de -30 dB de la energía de cualquier símbolo de la ráfaga anterior o se haya transmitido más de -30 dB de la energía de cualquier símbolo de la ráfaga siguiente.

Para cambios de la **potencia de salida**, si ha de introducirse un cambio 1 dB o menos en la potencia de salida, el CM DEBE poder introducir el cambio entre ráfagas siempre que el CMTS atribuya al menos 96 símbolos más 5 μ s entre el centro del último símbolo de una ráfaga y el centro del primer símbolo de la ráfaga siguiente. Si ha de introducirse un cambio de más de 1 dB en la potencia de salida, el CM DEBE poder introducir el cambio entre ráfagas siempre que el CMTS atribuya al menos 96 símbolos más 10 μ s entre el centro del último símbolo de una ráfaga y el centro del primer símbolo de la ráfaga siguiente. El máximo tiempo de reconfiguración de 96 símbolos debería compensar el tiempo de rampa descendente de una ráfaga y el tiempo de rampa ascendente de la ráfaga siguiente, así como el retardo de transmisor global, incluido el retardo de tubería y el retardo de preigualador. La potencia de salida del CM DEBE establecerse dentro de un margen de $\pm 0,1$ dB de su nivel final de potencia de salida:

- a) dentro de 5 μ s a partir del comienzo de un cambio de 1 dB o menos; y
- b) dentro de 10 μ s a partir del comienzo de un cambio de más de 1 dB.

La potencia de salida NO DEBE cambiarse hasta que el CMTS haya proporcionado al CM tiempo suficiente entre las ráfagas, y NO DEBE cambiarse mientras quede por transmitir más de -30 dB de la energía de cualquier símbolo de la ráfaga precedente, o se haya transmitido más de -30 dB de la energía de cualquier símbolo de la ráfaga siguiente.

Para introducir cambios en la **velocidad de símbolos**, el CM DEBE poder transmitir ráfagas consecutivas siempre que el CMTS permita que transcurra el tiempo requerido entre las ráfagas para efectuar cambios de parámetros UCD. La velocidad de símbolos NO DEBE cambiarse hasta que el CMTS haya proporcionado al CM tiempo suficiente entre las ráfagas, y NO DEBE cambiarse mientras quede por transmitir más de -30 dB de la energía de cualquier símbolo de la ráfaga precedente, o se haya transmitido más de -30 dB de la energía de cualquier símbolo de la ráfaga siguiente.

Para cambios de la **frecuencia de desplazamiento**, el CM DEBE poder transmitir ráfagas consecutivas siempre que el CMTS atribuya al menos 96 símbolos entre el centro del último símbolo de una ráfaga y el centro del primer símbolo de la ráfaga siguiente. El máximo tiempo de reconfiguración de 96 símbolos debería compensar el tiempo de rampa descendente de una ráfaga y el tiempo de rampa ascendente de la ráfaga siguiente así como el retardo global del transmisor, incluido el retardo de tubería y el retardo de preigualador facultativo. La frecuencia de desplazamiento NO DEBE cambiarse hasta que el CMTS haya proporcionado al CM tiempo suficiente entre las ráfagas, y NO DEBE cambiarse mientras quede por transmitir más de -30 dB de la energía de cualquier símbolo de la trama precedente, o se haya transmitido más de -30 dB de la energía de cualquier símbolo de la trama siguiente.

Para cambios de la **frecuencia de canal**, el CM DEBE poder introducir el cambio entre ráfagas siempre que el CMTS atribuya al menos 96 símbolos más 100 ms entre el centro del último símbolo de una ráfaga y el centro del primer símbolo de la ráfaga siguiente. La frecuencia de canal del CM DEBE establecerse en cumplimiento de los requisitos de ruido de fase y exactitud especificados en las cláusulas B.6.2.22.5 y B.6.2.22.6 dentro de los 100 ms a partir del comienzo del cambio. La frecuencia de canal NO DEBE cambiarse hasta que el CMTS haya proporcionado al CM tiempo suficiente entre las ráfagas, y NO DEBE cambiarse mientras quede por transmitir más de -30 dB de la energía de cualquier símbolo de la ráfaga precedente, o se haya transmitido más de -30 dB de la energía de cualquier símbolo de la ráfaga siguiente.

Para cambios del **desplazamiento de determinación de distancia** y/o del **coeficiente de preecualizador**, el CM DEBE poder transmitir ráfagas consecutivas siempre que el CMTS atribuya al menos 96 símbolos entre el centro de último símbolo de una ráfaga y el centro del primer símbolo de la ráfaga siguiente. El máximo tiempo de reconfiguración de 96 símbolos debería compensar el tiempo de rampa descendente de una ráfaga y el tiempo de rampa ascendente de la ráfaga siguiente, así como el retardo global del transmisor, incluido el retardo de tubería y el retardo de preigualador facultativo. El desplazamiento de determinación de distancia NO DEBE cambiarse hasta que el CMTS haya proporcionado al CM tiempo suficiente entre las ráfagas, y NO DEBE cambiarse mientras quede por transmitir más de -30 dB de la energía de cualquier símbolo de la ráfaga precedente, o se haya transmitido más de -30 dB de la energía de cualquier símbolo de la ráfaga siguiente.

Para cambios del **tipo de modulación**, el CM DEBE poder transmitir ráfagas consecutivas sin tiempo de reconfiguración entre ellas (excepto el tiempo de guarda mínimo). La modulación NO DEBE cambiar mientras quede por transmitir más de -30 dB de la energía de cualquier símbolo de la ráfaga precedente, o se haya transmitido más de -30 dB de la energía de cualquier símbolo de la ráfaga siguiente, EXCLUIDO el efecto del igualador en transmisión (si existe en el CM). (Esto ha de verificarse en una situación en que el igualador en transmisión no proporcione filtrado, y exista solamente el retardo. Obsérvese que si el CMTS tiene retroalimentación de decisión en su igualador, es posible que tenga que proporcionar un periodo de más de 96 símbolos entre las ráfagas de diferente tipo de modulación que el mismo CM pueda utilizar; esto es objeto de una decisión del CMTS.)

B.6.2.20.3 Tiempos de reconfiguración en modo S-CDMA

En el modo S-CDMA, para cambios en la potencia de salida por miniintervalo, frecuencia de desplazamiento, coeficientes de preigualador, y/o desplazamiento de determinación de distancia, el CM DEBE poder transmitir ráfagas consecutivas siempre que el CMTS atribuya un tiempo por lo menos igual a la duración de una trama, entre las ráfagas. Para los cambios de todos los demás parámetros del perfil de ráfaga, no se requiere una reconfiguración que vaya más allá de la proporcionada por el MAC para tales cambios. Cuando está activado el modo transmisión por canales múltiples todos esos parámetros se ajustan de manera independiente en cada canal ascendente y el CM no necesita un tiempo de reconfiguración en esos canales no ajustados.

Cuando el modo transmisión por canales múltiples está activado, el CM puede necesitar un tiempo de reconfiguración global cuando se ajusta la gama dinámica (nuevo valor de $P_{load_min_set}$) o cuando cualquier canal activo acumula un cambio de potencia de transmisión superior a 3 dB desde el último tiempo de reconfiguración global (véase la cláusula B.6.2.22.1). (Un "silencio" global en todos los canales activos exige que la intersección de los intervalos de ráfaga no concedidos en todos los canales S-CDMA sea de al menos una trama). El CM DEBE poder transmitir ráfagas consecutivas, incluso con un cambio o reinstrucción de $P_{load_min_set}$, siempre y cuando el CMTS atribuya al menos una trama entre ráfagas en todos los canales del conjunto de canales de transmisión. (Desde el final de una ráfaga en un canal al principio de la ráfaga siguiente en cualquier canal debe haber una duración mínima de una trama para conceder un "tiempo de reconfiguración global" en los canales S-CDMA.)

B.6.2.20.4 Desplazamiento de temporización del CM cuando cambia la velocidad de modulación

Véase la cláusula 6.2.20.4.

B.6.2.21 Convenio relativo a la temporización de las ráfagas

Véase la cláusula 6.2.21.

B.6.2.22 Requisitos de fidelidad

Véase la cláusula 6.2.22.

B.6.2.22.1 Emisiones no esenciales

El ruido y la potencia no esencial NO DEBEN superar los niveles indicados en los Cuadros B.10, B.11 y B.12. El ruido y la potencia no esencial NO DEBERÍAN rebasar los niveles indicados en los Cuadros B.13 y B.14. Cuando el modo transmisión por canales múltiples está activado se suman los requisitos de ruido y potencia no esencial de cada canal (potencia absoluta, NO en dB) para determinar el pedestal de ruido compuesto para la condición de transmisión multicanal. Asimismo, cuando el modo transmisión por canales múltiples está activado, estos requisitos de calidad de funcionamiento no esencial sólo se aplican al CM que opera dentro de ciertas gamas de valores de P_{load_n} , desde $n = 1$ al número de canales ascendentes del conjunto de canales de transmisión y para una relación $number_allocated_codes/number_active_codes$ entre 1 y 1/4, para canales S-CDMA.

En el modo S-CDMA, cuando un módem está transmitiendo menos de 1/4 de los códigos de ensanche activos en el canal, el requisito de emisiones no esenciales límite es el valor de potencia (en dBmV) correspondiente a las especificaciones para el nivel de potencia asociadas con 1/4 de los códigos de ensanche activos (es decir, 6 dB por debajo de la potencia de canal correspondiente a todos los códigos activos para el canal atribuido al CM).

Cuando el modo transmisión por canales múltiples está activado y hay dos o más canales en el conjunto de canales de transmisión (TCS), se DEBEN cumplir los requisitos de calidad de funcionamiento no esencial sólo cuando se satisfacen las siguientes gamas de carga:

Dos o más canales en el TCS: aplicable cuando $P_{load_1} - P_{load_min_set} \leq 3$ dB; y

Dos canales en el TCS: aplicable cuando $P_{load_2} - P_{load_1} \leq 12$ dB.

Tres canales en el TCS: aplicable cuando $P_{load_3} - P_{load_1} \leq 8$ dB.

Cuadro canales en el TCS: aplicable cuando:

$$P_{load_2} - P_{load_1} \leq 4 \text{ dB}$$

y

$$P_{load_3} - P_{load_2} \leq 4 \text{ dB}$$

y

$$P_{load_4} - P_{load_3} \leq 4 \text{ dB}$$

Cuando un módem transmite con niveles de potencia fuera de estas gamas de carga (permitido por la gama dinámica de 12 dB), los requisitos de emisiones no esenciales límite son los valores de potencia (en dBmV en lugar de dBc) correspondientes a las especificaciones asociadas con las transmisiones en los canales más alto cargado y segundo más alto cargado, si la carga de esos canales se reduce (aumento de la potencia de transmisión) para respetar las gamas de aplicabilidad.

Cuando el modo transmisión por canales múltiples está activado los requisitos de calidad de funcionamiento no esencial no se aplican a ningún canal ascendente desde el momento en que la potencia de salida de cualquier canal ascendente activo varía en más de ± 3 dB desde el último tiempo de reconfiguración global hasta el final del siguiente tiempo de reconfiguración global. "Tiempo de reconfiguración global" se define como el intervalo de tiempo inactivo entre transmisiones activas, que satisface simultáneamente el requisito de la cláusula B.6.2.20.2 para todos los canales TDMA del TCS y el requisito de la cláusula B.6.2.20.3 para todos los canales S-CDMA del TCS. Cuando el modo transmisión por canales múltiples está activado, el CMTS DEBERÍA facilitar un tiempo de reconfiguración global al CM antes de ordenarle un cambio de potencia de transmisión de cualquier canal ascendente activo de ± 3 dB acumulado desde el último tiempo de reconfiguración global.

Por ejemplo, con tres canales S-CDMA en el TCS, con potencias de transmisión por canal de 53 dBmV, 41 dBmV y 41 dBmV, los requisitos de emisiones no esenciales absolutos, cuando dos o más canales del TCS están transmitiendo, corresponden a los requisitos de emisiones no esenciales absolutos cuando la potencia de transmisión por canal es de 53 dBmV, 45 dBmV y 45 dBmV. El nivel de potencia de 41 dBmV se eleva para determinar los límites de emisiones no esenciales a $53 \text{ dBmV} - 8 = 45 \text{ dBmV}$.

Por ejemplo, con cuatro canales S-CDMA en el TCS, con potencias de transmisión por canal de 53 dBmV, 41 dBmV, 41 dBmV y 41 dBmV, los requisitos de emisiones no esenciales absolutos, cuando dos o más canales del TCS están transmitiendo, corresponden a los requisitos de emisiones no esenciales absolutos cuando la potencia de transmisión por canal es de 53 dBmV, 49 dBmV, 45 dBmV y 41 dBmV. Los niveles de potencia de 41 dBmV se elevan para determinar los límites de emisiones no esenciales a $53 \text{ dBmV} - 4 \text{ dB} = 49 \text{ dBmV}$; y el valor artificial $49 \text{ dBmV} - 4 \text{ dB} = 45 \text{ dBmV}$ y el valor artificial $45 \text{ dBmV} - 4 \text{ dB} = 41 \text{ dBmV}$.

En el Cuadro B.10, las emisiones no esenciales dentro de banda incluyen ruido, residuos de portadora, rayas espectrales de reloj, productos de emisiones no esenciales del sintetizador, y otros productos del transmisor no deseados. No incluyen la interferencia entre símbolos (ISI, *inter-symbol interference*). El ancho de banda de medición para emisiones no esenciales dentro de banda es igual a la velocidad de modulación (por ejemplo, 1 280 a 5 120 símbolos/s). Todos los requisitos expresados en dBc son relativos a la potencia de transmisión emitida realmente por el CM por un canal.

El ancho de banda de medición es de 160 kHz para las especificaciones entre ráfagas (ninguno de los canales del TCS emite ráfagas) del Cuadro B.10, excepto cuando se explicita que es de 4 MHz o 250 kHz.

Las especificaciones ráfaga en transmisión son aplicables durante los miniintervalos concedidos al CM (cuando el CM utiliza la totalidad o una parte de la concesión), y para 32 intervalos de modulación antes y después de los miniintervalos concedidos. Las especificaciones entre ráfagas son aplicables salvo cuando se esté utilizando una concesión de miniintervalos en cualquier canal activo del CM, y durante los 32 intervalos de modulación precedentes y subsiguientes a la concesión utilizada.

En el modo TDMA, un miniintervalo puede tener una duración de sólo 32 intervalos de modulación, o 6,25 μ s a la velocidad de 5,12 Msímbolo/s, o de sólo 25 μ s microsegundos a la velocidad de 1,28 Msímbolo/s.

Cuadro B.10 – Emisiones no esenciales

Parámetro	Ráfaga en transmisión	Entre ráfagas
Dentro de banda	-40 dBc	-72 dBc
Banda adyacente	Véanse los Cuadros B.11 y B.12	-72 dBc
Dentro de la gama operativa ascendente 5-65 MHz (excluyendo el canal asignado, canales adyacentes y canales relacionados con la portadora)	Véanse los Cuadros B.13 y B.14	-72 dBc
Cuando la gama operativa ascendente es 5-65 MHz: Límites de emisiones no esenciales integradas en el CM (todas en 250 kHz, incluye frecuencias discretas)		
87,5 a 108 MHz	-30 dBmV	-59 dBmV
Cuando la gama operativa ascendente es 5-65 MHz: Límites de emisiones no esenciales integradas en el CM (todas en 4,75 MHz, incluye frecuencias discretas) ¹		
65 a 87,5 MHz	max(-40 dBc, -26 dBmV)	-26 dBmV
108 a 136 MHz ²	-40 dBmV	-45 dBmV
126 a 862 MHz	-45 dBmV	max(-45 dBmV, -40 dB ref d/s ³)
Cuando la gama operativa ascendente es 5-65 MHz: Límites de emisiones no esenciales discretas del CM ¹		
65 a 87,5 MHz	max(-50 dBc, -36 dBmV)	-36 dBmV
108 a 862 MHz	-50 dBmV	-50 dBmV
¹ Estos límites de la especificación excluyen una emisión individual discreta relacionada con el canal recibido sintonizado; esta emisión individual discreta NO DEBE ser mayor que -40 BmV. ² Las frecuencias entre 108 y 136 MHz pueden estar prohibidas por las reglamentaciones nacionales. ³ "dB ref d/s" es relativo al nivel de la señal recibida en sentido de ida. Algunas salidas no esenciales son proporcionales al nivel de señal en recepción.		

B.6.2.22.1.1 Emisiones no esenciales en canal adyacente

Emisiones no esenciales de una portadora transmitida pueden producirse en un canal adyacente que pudiera ser ocupado por una portadora de velocidad de modulación igual o diferente. El Cuadro B.11 indica los niveles de emisiones no esenciales de canal adyacente para todas las combinaciones de velocidades de modulación de portadora transmitida y velocidades de modulación de canal adyacente. La medición se realiza en un intervalo de canal adyacente que tiene un ancho de banda adecuado, y la distancia con respecto a la portadora transmitida se basa en las velocidades de modulación de la portadora transmitida y en la portadora del canal adyacente.

Cuadro B.11 – Requisitos de emisiones no esenciales de canal adyacente relativas al nivel de potencia en ráfaga transmitido por canal en cada canal

Especificación en el intervalo	Intervalo de medición y distancia respecto al borde de la portadora	Velocidad de modulación de la portadora de canal adyacente
-50 dBc	20 kHz a 180 kHz	160 kHz
-50 dBc	40 kHz a 360 kHz	320 kHz
-50 dBc	80 kHz a 720 kHz	640 kHz
-50 dBc	160 kHz a 1 440 kHz	1 280 kHz
-47 dBc	320 kHz a 2 880 kHz	2 560 kHz
-44 dBc	640 kHz a 5 760 kHz	5 120 kHz

Además, el CM DEBERÍA cumplir los requisitos del Cuadro B.12 en las mismas condiciones enumeradas para el Cuadro B.11 anterior. Cuando la potencia de ráfaga por canal sea inferior, pues sólo hay un canal emitiendo ráfagas (en un momento dado) se aplicará una relajación de 2 dB de los requisitos de emisiones no esenciales absolutos del Cuadro B.12.

Cuadro B.12 – Objetivos de emisiones no esenciales de canal adyacente relativas al nivel de potencia en ráfaga transmitido por canal en cada canal

Especificación en el intervalo	Intervalo de medición y distancia respecto al borde de la portadora	Velocidad de modulación de la portadora de canal adyacente
-53 dBc	20 kHz a 180 kHz	160 kHz
-53 dBc	40 kHz a 360 kHz	320 kHz
-52 dBc	80 kHz a 720 kHz	640 kHz
-51 dBc	160 kHz a 1 440 kHz	1 280 kHz
-50 dBc	320 kHz a 2 880 kHz	2 560 kHz
-48 dBc	640 kHz a 5 760 kHz	5 120 kHz

B.6.2.22.1.2 Emisiones no esenciales en la gama de frecuencias ascendente

El Cuadro B.13 se indica las posibles velocidades de modulación que podrían transmitirse en un intervalo, el nivel de emisión espuria requerido en ese intervalo, y el intervalo de medición inicial en que se empiezan a medir las emisiones no esenciales. Las mediciones deberían realizarse a la distancia inicial y repetirse a distancias crecientes con respecto a la portadora hasta alcanzar el borde de la banda en sentido de retorno. El borde inferior de la banda ascendente es 5 MHz; el borde superior de la banda ascendente es 65 MHz.

Cuadro B.13 – Requisitos de emisiones no esenciales en la gama de frecuencias operativa ascendente relativas al nivel de potencia en ráfaga transmitido por canal en cada canal

Posible velocidad de modulación en este intervalo	Especificación en el intervalo	Intervalo de medición inicial y distancia respecto al borde de la portadora
160 kHz	-54 dBc	220 kHz a 380 kHz
320 kHz	-52 dBc	240 kHz a 560 kHz
640 kHz	-50 dBc	280 kHz a 920 kHz
1 280 kHz	-50 dBc	360 kHz a 1 640 kHz
2 560 kHz	-47 dBc	520 kHz a 3 080 kHz
5 120 kHz	-44 dBc	840 kHz a 5 960 kHz

Además, el CM DEBERÍA cumplir los requisitos del Cuadro B.14 en las mismas condiciones enumeradas para el Cuadro B.13 anterior. Cuando la potencia de ráfaga por canal sea inferior, pues sólo hay un canal emitiendo ráfagas (en un momento dado) se aplicará una relajación de 2 dB de los requisitos de emisiones no esenciales absolutos del Cuadro B.14.

Cuadro B.14 – Objetivos de emisiones no esenciales en la gama de frecuencias operativa ascendente relativas al nivel de potencia en ráfaga transmitido por canal en cada canal

Posible velocidad de modulación en este intervalo	Especificación en el intervalo	Intervalo de medición inicial y distancia respecto al borde de la portadora
160 kHz	-60 dBc	220 kHz a 380 kHz
320 kHz	-58 dBc	240 kHz a 560 kHz
640 kHz	-56 dBc	280 kHz a 920 kHz
1 280 kHz	-54 dBc	360 kHz a 1 640 kHz
2 560 kHz	-52 dBc	520 kHz a 3 080 kHz
5 120 kHz	-50 dBc	840 kHz a 5 960 kHz

B.6.2.22.2 Emisiones no esenciales durante estados transitorios de ráfaga de tipo activado/desactivado

Véase la cláusula 6.2.22.2.

B.6.2.22.3 Tasa de error de modulación

Véase la cláusula 6.2.22.3.

B.6.2.22.3.1 Definiciones

Véase la cláusula 6.2.22.3.1.

B.6.2.22.3.2 Requisitos

A menos que se indique otra cosa, la MER DEBE satisfacer o exceder los siguientes límites en la totalidad de la gama de potencias de transmisión del Cuadro B.9 para cada tipo de modulación, velocidad de modulación, y en la gama completa de frecuencias portadoras, y para S-CDMA, en cualquier número válido de códigos activos y atribuidos. La gama de frecuencias portadoras 5-65 MHz se refiere más precisamente a las frecuencias comprendidas entre $[5 \text{ MHz} + \text{velocidad de modulación} * 1,25/2]$ y $[65 \text{ MHz} - \text{velocidad de modulación} * 1,25/2]$. En los puntos de separación entre regiones, se aplica la especificación de la MER más alta.

Caso 1: Canal plano, igualación en transmisión DESACTIVADA

Caso 1a: para velocidades de modulación de 2,56 Msímbolo/s e inferiores para el modo de funcionamiento de 5 MHz a 65 MHz:

$MER_{\text{symb}} \geq 30$ dB en frecuencias portadoras de 15 a 47 MHz

$MER_{\text{symb}} \geq 27$ dB en frecuencias portadoras de 10 MHz a 15 MHz y de 47 MHz a 54 MHz

$MER_{\text{symb}} \geq 26$ dB en frecuencias portadoras de 5 MHz a 10 MHz y de 54 MHz a 65 MHz

Caso 1b: para velocidad de modulación de 5,12 Msímbolo/s para el modo de funcionamiento de 5 MHz a 65 MHz:

$MER_{\text{symb}} \geq 27$ dB en frecuencias portadoras de 15 a 47 MHz

$MER_{\text{symb}} \geq 24$ dB en frecuencias portadoras de 10 MHz a 15 MHz y de 47 MHz a 54 MHz

$MER_{\text{symb}} \geq 23$ dB en frecuencias portadoras de 5 MHz a 10 MHz y de 54 MHz a 65 MHz

Caso 2: Canal plano, igualación en transmisión ACTIVADA

Caso 2a: para TDMA/QPSK, $MER_{\text{symb}} \geq 30$ dB

Caso 2b: para S-CDMA y todas las modulaciones TDMA excepto QPSK, $MER_{\text{symb}} \geq 35$ dB

Caso 2c: para S-CDMA, $MER_{\text{symb}} \geq 33$ dB

Caso 3: Canal de eco, igualación en transmisión ACTIVADA (El canal de eco no DEBE estar limitado por la gama dinámica. El canal de eco DEBE ser una representación verdadera, como se describe en el Cuadro B.3)

Caso 3a: en presencia de un solo eco seleccionado entre las microrreflexiones de canal definidas en el Cuadro B.3, la MER_{symb} medida DEBE ser ≥ 30 dB para TDMA/QPSK, y ≥ 33 dB para S-CDMA y todas las modulaciones TDMA excepto QPSK.

Caso 3b: en presencia de dos o tres de los ecos definidos en el Cuadro B.3 (especificándose como máximo una de las dos cantidades: magnitud y retardo), MER_{symb} medida DEBE ser ≥ 29 dB.

Puesto que el cuadro no limita el retardo de eco en el caso de -30 dBc, a los fines de las pruebas se supone que el alcance temporal del eco en esta magnitud es inferior o igual a $1,5$ μ s.

El CMTS DEBE proporcionar un modo prueba en que:

- acepta coeficientes de igualador a través de una interfaz externa (por ejemplo, Ethernet);
- envía los coeficientes al preecualizador del CM mediante una respuesta determinación de distancia (tanto en el modo fijación como en el modo convolución);
- no ajusta la frecuencia, la temporización ni la potencia del CM.

B.6.2.22.4 Distorsión del filtro

Véase la cláusula 6.2.22.4.

B.6.2.22.4.1 Amplitud

Véase la cláusula 6.2.22.4.1.

B.6.2.22.5 Ruido de fase de la portadora

Véase la cláusula 6.2.22.5.

B.6.2.22.6 Exactitud de la frecuencia de canal

Véase la cláusula 6.2.22.6.

B.6.2.22.7 Exactitud de la velocidad de modulación

Véase la cláusula 6.2.22.7.

B.6.2.22.8 Fluctuación de fase de la temporización de la modulación

B.6.2.22.8.1 Fluctuación de fase de la temporización de símbolos en canales ascendentes TDMA en funcionamiento asíncrono

Véase la cláusula 6.2.22.8.1.

B.6.2.22.8.2 Fluctuación de fase de la temporización de la modulación para el funcionamiento síncrono

Véase la cláusula 6.2.22.8.2.

B.6.2.23 Características de la potencia de entrada del desmodulador en sentido ascendente

Véase la cláusula 6.2.23.

B.6.2.24 Salida eléctrica del CM en sentido ascendente

El CM DEBE sacar una señal modulada RF con las características que se indican en el Cuadro B.15.

Cuadro B.15 – Salida eléctrica por un solo canal del CM

Parámetro	Valor
Frecuencia	5 a 42 MHz borde a borde
Gama de nivel por canal (modo transmisión por canales múltiples desactivado o sólo modo de transmisión por canales múltiples activado con un canal en el TCS)	TDMA: P_{\min} a +57 dBmV (32 QAM, 64 QAM) P_{\min} a +58 dBmV (8 QAM, 16 QAM) P_{\min} a +61 dBmV (QPSK) S-CDMA: P_{\min} a +56 dBmV (todas las modulaciones) siendo P_{\min} = +17 dBmV, velocidad de modulación 1 280 ksímbolo/s P_{\min} = +20 dBmV, velocidad de modulación 2 560 ksímbolo/s P_{\min} = +23 dBmV, velocidad de modulación 5 120 ksímbolo/s
Gama de nivel por canal (dos canales en el TCS)	TDMA: P_{\min} a +54 dBmV (32 QAM, 64 QAM) P_{\min} a +55 dBmV (8 QAM, 16 QAM) P_{\min} a +58 dBmV (QPSK) S-CDMA: P_{\min} a +53 dBmV (todas las modulaciones) siendo P_{\min} = +17 dBmV, velocidad de modulación 1 280 ksímbolo/s P_{\min} = +20 dBmV, velocidad de modulación 2 560 ksímbolo/s P_{\min} = +23 dBmV, velocidad de modulación 5 120 ksímbolo/s

Cuadro B.15 – Salida eléctrica por un solo canal del CM

Parámetro	Valor
Gama de nivel por canal (tres o cuatro canales en el TCS)	TDMA: P _{min} a +51 dBmV (32 QAM, 64 QAM) P _{min} a +52 dBmV (8 QAM, 16 QAM) P _{min} a +55 dBmV (QPSK) S-CDMA: P _{min} a +53 dBmV (todas las modulaciones) siendo P _{min} = +17 dBmV, velocidad de modulación 1 280 ksímbolo/s P _{min} = +20 dBmV, velocidad de modulación 2 560 ksímbolo/s P _{min} = +23 dBmV, velocidad de modulación 5 120 ksímbolo/s
Tipo de modulación	QPSK, 8 QAM, 16 QAM, 32 QAM, 64 QAM y 128 QAM
Velocidad de modulación (nominal)	TDMA: 1 280, 2 560 y 5 120 kHz S-CDMA: 1 280, 2 560 y 5 120 kHz Funcionamiento pre-DOCSIS 3.0 facultativo, TDMA: 160, 320 y 640 kHz
Ancho de banda de canal	TDMA: 1 600, 3 200 y 6 400 kHz S-CDMA: 1 600, 3 200 y 6 400 kHz Funcionamiento pre-DOCSIS 3.0 facultativo, TDMA: 200, 400 y 800 kHz
Impedancia de salida	75 ohmios
Pérdida de retorno a la salida	> 6 dB (5 a 65 MHz) > 6 dB (108 a 862 MHz)
Conector	Conector F de acuerdo con [CEI 61169-24] (común con la entrada)

B.6.2.25 Capacidades del transmisor CM ascendente

El CM anuncia sus capacidades al CMTS. Esas capacidades pueden comprender:

- máximo número de canales activos, que DEBE ser 4 o superior;
- máximo número de canales de 3,2 MHz, que no DEBE ser superior al máximo número de canales activos soportado;
- máximo número de canales de 6,4 MHz. que no DEBE ser superior al número máximo de canales de 3,2 MHz soportado. El máximo número de canales de 6,4 MHz DEBE ser 4 o superior;
- capacidad de modo 2 de códigos activos seleccionables – sí/no;
- capacidad de modo 2 de salto de código – sí/no.

El CM DEBE soportar todas las capacidades que comunica al CMTS.

El CMTS NO DEBE dar al CM la instrucción de funcionar fuera de sus capacidades anunciadas.

B.6.2.25.1 Descripción de la capacidad conjunto de canales de transmisión ascendentes del CM

Véase la cláusula 6.2.25.1.

B.6.3 Descendente

B.6.3.1 Protocolo descendente y soporte de intercalado

La subcapa PMD descendente DEBE ajustarse a [ETSI EN 300 429]. Los requisitos eléctricos de salida RF descendente, incluidos el plan de frecuencias descendentes, la profundidad del intercalador, el formato de espectro, el reloj y los requisitos de símbolos, se definen en el Anexo A a [UIT-T J.210]. El CM DEBE soportar las profundidades de intercalador definidas en el Cuadro A.1 de [UIT-T J.210].

B.6.3.2 Entrada eléctrica descendente al CM

El CM DEBE poder aceptar cualquier número de señales entre uno y MDBC simultáneamente, situadas en intervalos de frecuencias que se ajustan a la lista TB y la lista Demod del CM. El CM DEBE poder reconfigurarse para recibir distintos canales. Como mínimo, el CM DEBE poder recibir al menos cuatro canales descendentes, situados independientemente dentro de una ventana arbitraria de 64 MHz en una banda de frecuencias descendente. El CM DEBE soportar la agrupación de cualquier número de canales descendentes hasta el máximo. El CM DEBE poder aceptar señales moduladas RF con las características definidas en el Cuadro B.16.

Cuadro B.16 – Entrada eléctrica al CM

Parámetro	Valor
Frecuencia central	112 a 858 MHz \pm 30 kHz
Gama de nivel (un canal DOCSIS)	-17 dBmV a +13 dBmV para 64 QAM -13 dBmV a +17 dBmV para 256 QAM
Tipo de modulación	64 QAM y 256 QAM
Velocidad de símbolos (nominal)	6,952 Msímbolo/s (64 QAM y 256 QAM)
Ancho de banda	8 MHz (conformación de raíz cuadrada de coseno elevado con alfa = 0,15 para 64 QAM y 256 QAM)
Potencia de entrada total (80-862 MHz)	< 33 dBmV
Potencia máxima de cualquier entrada de portadora al CM	20 dBmV
Impedancia de entrada (carga)	75 ohmios
Pérdida de retorno a la entrada	> 6 dB (5 a 65 MHz) > 6 dB (108 a 862 MHz)
Conector	Conector F de acuerdo con [CEI 61169-24] (común con la salida)

B.6.3.3 Característica de tasa de errores de bit del CM

La característica de tasa de errores de bit del CM DEBE ser la descrita en esta cláusula. Los requisitos son aplicables a cada uno de los canales d3escendentes recibidos con el intercalador puesto al modo de intercalado I = 12, J = 17.

B.6.3.3.1 64 QAM

B.6.3.3.1.1 Característica de tasa de errores en los bits del CM para 64 QAM

La pérdida por implementación del CM DEBE ser tal que, después de aplicada la corrección intrínseca de errores (FEC), el CM debe alcanzar una tasa de errores de bit (BER) de menos de 10^{-8} cuando funcione con una relación portadora/ruido (E_s/N_0) de 25,5 dB o superior. Si no es posible medir directamente la BER posterior a la FEC, puede utilizarse la tasa de errores en palabras de código, R_c (definida a continuación). En ese caso, el CM DEBE lograr una tasa de errores en palabras de código

inferior o igual a 9×10^{-7} cuando funcione con una relación portadora/ruido (E_s/N_o) de 25,5 dB o superior.

Cálculo de la tasa de errores en palabras de código, R_C :

$$R_C = \frac{(E_U - E_{U0})}{(E_U - E_{U0}) + (E_C - E_{C0})(C - C_0)}$$

siendo:

E_U el valor del cómputo de palabras de código con errores incorregibles;

E_C el valor del cómputo de palabras de código con errores corregibles; y

C el valor del cómputo de palabras de código sin errores.

Se muestran los valores al inicio del intervalo de prueba (indicados por los valores con subíndice E_{U0} , E_{C0} y C_0) y al final del intervalo de prueba (indicados por los valores sin subíndice E_U , E_C y C).

B.6.3.3.1.2 Característica de rechazo de imagen para 64 QAM

La característica descrita en la cláusula B.6.3.3.1.1 DEBE satisfacerse en presencia de una señal analógica o digital con un nivel de +10 dBc en cualquier porción de la banda RF que no sean los canales adyacentes.

B.6.3.3.1.3 Calidad de funcionamiento de los canales adyacentes 64 QAM

La característica descrita en la cláusula B.6.3.3.1.1 DEBE satisfacerse en presencia de una señal digital con un nivel de 0 dBc en los canales adyacentes.

La característica descrita en la cláusula B.6.3.3.1.1 DEBE satisfacerse en presencia de una señal analógica con un nivel de +10 dBc en los canales adyacentes.

La característica descrita en la cláusula B.6.3.6.1.1, con un margen adicional de 0,2 dB, DEBE satisfacerse en presencia de una señal digital con un nivel de +10 dBc en los canales adyacentes.

B.6.3.3.2 256 QAM

B.6.3.3.2.1 Característica de tasa de errores de bit del CM para 256 QAM

La pérdida por implementación del CM DEBE ser tal que, después de aplicada la corrección intrínseca de errores (FEC), el CM debe alcanzar una tasa de errores de bit (BER) de menos de 10^{-8} cuando funcione con una relación portadora/ruido (E_s/N_o) como la indicada más adelante. Si no es posible medir directamente la BER posterior a la FEC, puede utilizarse la tasa de errores en palabras de código, R_C (definida en la cláusula B.6.3.3.1.1). En ese caso, el CM DEBE lograr una tasa de errores en palabras de código inferior o igual a 9×10^{-7} cuando funcione con una relación portadora/ruido (E_s/N_o) como la que se indica a continuación:

Nivel de la señal de entrada en recepción	E_s/N_o
Desde -13 dBmV hasta -6 dBmV	34,5 dB o mayor
Desde -6 dBmV hasta +17 dBmV	31,5 dB o mayor

B.6.3.3.2.2 Característica de rechazo de imagen para 256 QAM

La característica descrita en la cláusula B.6.3.3.2.1 DEBE satisfacerse en presencia de una señal analógica o digital con un nivel de +10 dBc en cualquier porción de la banda RF que no sea los canales adyacentes.

B.6.3.3.2.3 Calidad de funcionamiento de los canales adyacentes 256 QAM

La característica descrita en la cláusula B.6.3.3.2.1 DEBE satisfacerse en presencia de una señal analógica o digital con un nivel de 0 dBc en los canales adyacentes.

La característica descrita en la cláusula B.6.3.3.2.1, con un margen adicional de 0,5 dB, DEBE satisfacerse en presencia de una señal analógica con un nivel de +10 dBc en los canales adyacentes.

La característica descrita en la cláusula B.6.3.3.2.1, con un margen adicional de 1,0 dB, DEBE satisfacerse en presencia de una señal digital con un nivel de +10 dBc en los canales adyacentes.

B.6.3.4 Capacidades de recepción múltiple descendente

Véase la cláusula 6.3.4.

B.6.3.4.1 parámetros del módulo receptor

Véase la cláusula 6.3.4.1.

B.6.3.4.2 Parámetros del canal receptor

Véase la cláusula 6.3.4.2.

B.6.3.4.3 Perfil de canal receptor normalizado

Para restar al CMTS la complejidad de configurar arbitrariamente perfiles de canal receptores complicados, DOCSIS define un conjunto de canales receptores "normalizados" que describen un conjunto mínimo de restricciones.

El CM comunica al CMTS al menos un RCP normalizado, así como el RCP "del fabricante", que da más detalles de sus capacidades y restricciones. Si el CMTS configura el CM con una configuración de canal receptor sobre la base de un RCP normalizado, puede que algunas capacidades del CM representadas en el RCP del fabricante, pero no el RCP normalizado, no estén disponibles.

El perfil de canal receptor normalizado para la opción tecnológica europea denominado "8-DOCSIS-01" está definido para el funcionamiento a 8 MHz, como se muestra en la Figura B.2. La entrada RF desde la planta de cable está conectada a un módulo receptor con un bloque de 8 canales adyacentes. Este módulo receptor representa las restricciones de un sintonizador con un ancho de banda de captura de 64 MHz que puede situarse en cualquier punto de la gama de frecuencias DOCSIS completa. La desmodulación de cuatro canales en cualquier punto del ancho de banda de captura está representada por los cuatro canales receptores, cada uno de ellos correspondiente al tren de paquetes que va de un único canal QAM a la capa MAC.

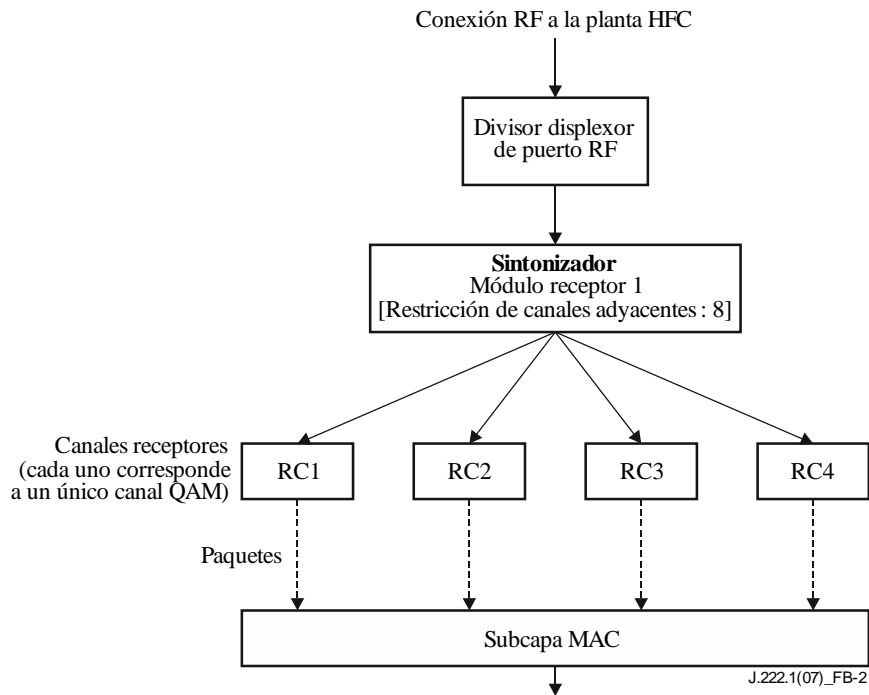


Figura B.2 – Perfil de canal receptor normalizado DOCSIS 8 MHz 01

Para este perfil de canal receptor normalizado, el CMTS envía los siguientes parámetros al CM en la configuración de canal receptor:

- frecuencia central del primer canal en el módulo receptor de 8 canales;
- frecuencia central de cada canal receptor dentro del ancho de banda de captura del módulo receptor.

B.6.3.4.4 Ejemplo de perfil de canal receptor del fabricante

Véase la cláusula 6.3.4.4.

B.6.3.4.5 Reconfiguración de los canales receptores del CM

Véase la cláusula 6.3.4.5.

B.6.3.5 Soporte de canal DS no síncrono

Véase la cláusula 6.3.5.

Anexo C

Sincronización y recuperación del encabezamiento MPEG

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

El tren de bits descendente se define como una serie continua de paquetes de 188 bytes. Estos paquetes están formados por un encabezamiento de 4 bytes seguido por 184 bytes de carga útil. Este tren de transporte está especificado en MPEG-2 Parte 1, Sistemas [UIT-T H.222.0] con las modificaciones indicadas en la cláusula B.4 de [UIT-T J.83-B].

C.1 Sincronización y recuperación del encabezamiento MPEG con la opción tecnológica de América del Norte

Cuando se implementa la primera opción tecnológica de capa física de la cláusula 1.1, especificada en la cláusula 6, se aplican al formato de tren de transporte las modificaciones de la cláusula B.4 de [UIT-T J.83-B], formación de tramas de transporte MPEG-2.

El tren de paquetes MPEG-2 DEBERÍA declararse "en trama" (es decir, que se ha conseguido la alineación correcta de los paquetes) cuando se hayan recibido cinco sumas de control de paridad correctas consecutivas, cada una a 188 bytes de la precedente.

Se DEBERÍA declarar el tren de paquetes MPEG-2 "fuera de trama", y comenzar a buscar la alineación correcta de los paquetes, cuando se hayan recibido nueve sumas de control de paridad incorrectas consecutivas.

C.2 Sincronización y recuperación del encabezamiento MPEG con la opción tecnológica de Europa

Cuando se implementa la segunda opción tecnológica de capa física de la cláusula 1.1, especificada en el Anexo B, se aplican al formato de tren de transporte las modificaciones descritas en [ETSI EN 300 429].

El tren de paquetes MPEG-2 DEBERÍA declararse "en trama" (es decir, que se ha conseguido la alineación correcta de los paquetes) cuando se hayan recibido cinco bytes de sincronización correctos consecutivos, cada uno a 188 bytes del precedente.

El tren de paquetes MPEG-2 DEBERÍA declararse "fuera de trama", y comenzar a buscar la alineación correcta de los paquetes, cuando se hayan recibido nueve bytes de sincronización incorrectos consecutivos.

Anexo D

Adiciones a la especificación de Japón

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

NOTA – La numeración de las cláusulas es idéntica a la del texto principal, añadiendo el prefijo D. En este anexo sólo se muestran las modificaciones necesarias para el Anexo D, adiciones a la especificación de Japón. La numeración de las figuras y los cuadros se armoniza con la de las figuras y cuadros del texto principal. No se muestran las figuras y cuadros no modificados, pero se asume su existencia y puede hacerse referencia a ellos.

Este anexo se aplica a la tercera opción de tecnología a que se hace referencia en la cláusula 1.1. Para la primera opción, véanse las cláusulas 5 y 6. Para la segunda opción, véase el Anexo B.

En este anexo se define la interfaz de capa física utilizada en la distribución de televisión multiprograma de Japón. Este es un anexo de carácter facultativo y no afecta en forma alguna a los equipos correspondientes a las opciones tecnológicas descritas en las cláusulas anteriores.

Las cláusulas de este anexo se han numerado de tal manera que el sufijo después de la letra correspondiente al anexo hace referencia a la parte de la Recomendación a la que se aplican los cambios. Cuando los requisitos para ambas opciones tecnológicas son idénticas, la referencia puede encontrarse en el cuerpo de la Recomendación.

D.1 Alcance

Véase la cláusula 1.

D.2 Referencias

Véase la cláusula 2.

D.3 Términos y definiciones

Véase la cláusula 3.

D.4 Abreviaturas, acrónimos y convenios

Véase la cláusula 4.

D.5 Supuestos relativos al funcionamiento

Véase la cláusula 5.

D.5.1 Supuestos relativos al equipo

D.5.1.1 Plan de frecuencias

En el sentido de ida, se supone que el sistema de cable tiene una banda de paso con un borde inferior de 90 MHz y un borde superior que depende de la implementación pero que suele estar en la gama de 350 a 770 MHz. Dentro de esta banda de paso, se supone que las señales de televisión analógica NTSC en canales de 6 MHz están presentes en los planes de frecuencias de Japón normalizados, así como otras señales digitales de banda estrecha y de banda ancha.

En el sentido de retorno, el sistema de cable PUEDE tener una banda de paso subdividida (de 10 MHz a 55 MHz). Las señales de televisión analógica NTSC en canales de 6 MHz PUEDEN estar presentes, así como otras señales.

D.5.1.2 Compatibilidad con otros servicios

Véase la cláusula 5.1.2.

D.5.1.3 Efecto del aislamiento de averías en otros usuarios

Véase la cláusula 5.1.3.

D.5.1.4 Dispositivos terminales del sistema de cable

Véase la cláusula 5.1.4.

D.5.2 Supuestos relativos a los canales de radiofrecuencia

Véase la cláusula 5.2.

D.5.2.1 Transmisión en sentido de ida

Las características de transmisión de los canales RF de la red de cable en sentido de ida se describen en el Cuadro D.1. Los valores indicados en el cuadro presuponen la potencia promedio total de una señal digital en un ancho de banda de canal de 6 MHz para niveles de portadora, a menos que se indique otra cosa. Para niveles de degradación, los valores indicados en el Cuadro D.1 presuponen una potencia promedio en un ancho de banda en el que los niveles de degradación se miden de una manera normalizada para los sistemas de televisión por cable. Para niveles de señales analógicas, los valores indicados en el Cuadro D.1 presuponen una potencia de envolvente de cresta en un ancho de banda de canal de 6 MHz. Todas las condiciones son concurrentes. Ninguna combinación de los siguientes parámetros excederá ningún límite de interfaz enunciado, definido en cualquier otro lugar en esta Recomendación.

Cuadro D.1 – Características de transmisión supuestas de los canales RF en sentido de ida (véase la Nota 1)

Parámetro	Valor
Gama de frecuencias	La gama de frecuencias para el funcionamiento normal en sentido de ida del sistema de cable es de 90 a 770 MHz.
Espaciamiento de canales de RF (ancho de banda de diseño)	6 MHz
Retardo de tránsito de la cabecera al cliente más distante	≤ 0,800 ms (suele ser mucho menor)
Relación portadora/ruido en una banda de 6 MHz	No menor que 26 dBrms (a 5,274 MHz) para 64 QAM No menor que 33 dBrms (a 5,274 MHz) para 256 QAM (Nota 2)
Relación portadora/distorsión compuesta de triple batido	No menor que 40 dBrms para 64 QAM No menor que 51 dBrms para 256 QAM (Nota 2)
Relación portadora/cualquier otra señal interferente discreta (ingreso)	No menor que 26 dBrms para 64 QAM No menor que 33 dBrms para 256 QAM (Nota 2)
Rizado de la amplitud	3 dB dentro del ancho de banda de diseño
Límite de microrreflexiones para el eco dominante	Figura D.1
Máximo nivel de la portadora de vídeo analógica a la entrada del CM	85 dB μ V cresta
Máximo número de portadoras	111 (sistema 770 MHz)

Cuadro D.1 – Características de transmisión supuestas de los canales RF en sentido de ida (véase la Nota 1)

Parámetro	Valor
NOTA 1 – La transmisión se efectúa desde el combinador en la cabecera hasta la entrada del CM en las instalaciones del cliente.	
NOTA 2 – Magnitud medida como relativa a un nivel de señal QAM (rms) que es de –10 dB para 64 QAM, –4 dB para 256 QAM, con respecto al nivel de vídeo nominal (valor de cresta) en la planta.	

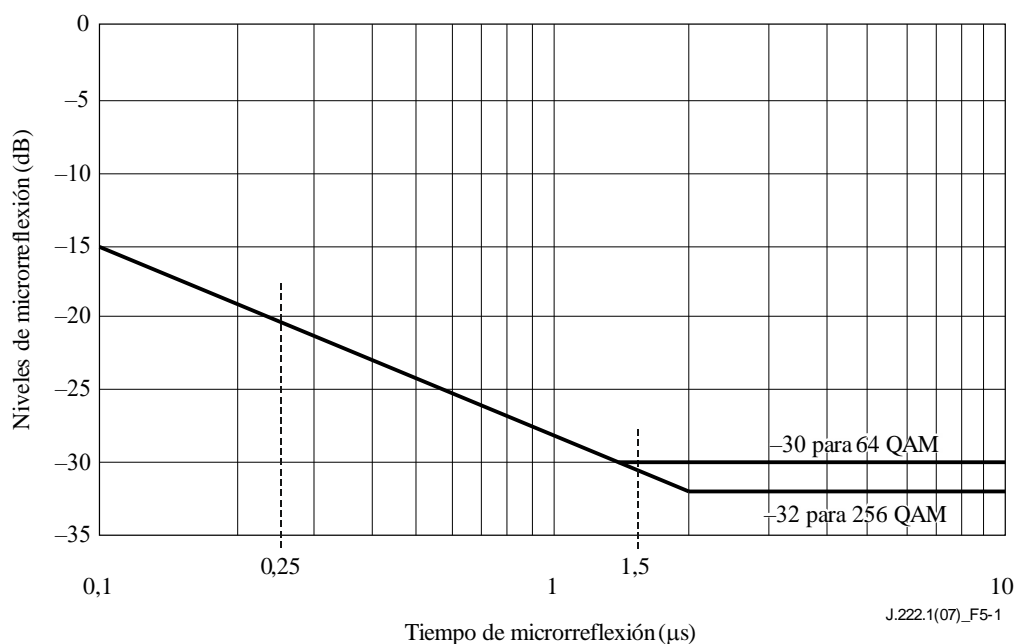


Figura D.1 – Límite de microrreflexiones para el eco dominante

D.5.2.2 Transmisión en sentido ascendente

Las características de transmisión de los canales RF de la red de cable en el sentido de retorno, supuestas con miras a una capacidad operativa mínima, se describen en el Cuadro D.2. Todas las condiciones son concurrentes.

Cuadro D.2 – Características de transmisión supuestas de los canales RF en sentido ascendente (véase la Nota 1)

Parámetro	Valor
Gama de frecuencias	10 a 55 MHz borde a borde
Retardo de tránsito desde el CM más distante hasta el CM o CMTS más cercano	$\leq 0,800$ ms (suele ser mucho menor)
Relación portadora/interferencia más ingreso (la suma de ruido, distorsión, distorsión de trayecto común y transmodulación y la suma de señales de ingreso discretas y de banda ancha, excluido el ruido impulsivo)	No menor que 25 dB (Nota 2)
Modulación de la portadora por zumbido	No mayor que –23 dBc (7,0%)
Ruido de ráfaga	Con una duración de no más de 10 μ s a una velocidad promedio de 1 kHz en la mayoría de los casos (Notas 3 y 4)

**Cuadro D.2 – Características de transmisión supuestas de los canales RF
en sentido ascendente (véase la Nota 1)**

Parámetro	Valor
Rizado de la amplitud 10 a 55 MHz	0,5 dB/MHz
Rizado del retardo de grupo 10 a 55 MHz	200 ns/MHz
Microrreflexiones – un solo eco	-10 dB a $\leq 0,5 \mu\text{s}$ -20 dB a $\leq 1,0 \mu\text{s}$ -30 dB a $> 1,0 \mu\text{s}$
Variación de la ganancia (pérdida) inversa estacional y diurna	No mayor que 14 dB de mínima a máxima
<p>NOTA 1 – La transmisión se efectúa desde la salida del CM en las instalaciones del cliente hasta la cabecera.</p> <p>NOTA 2 – Pueden utilizarse técnicas de evitación de ingresos o tolerancia a ingresos para garantizar el funcionamiento en presencia de señales de ingreso discretas, variables en función del tiempo, que podrían llegar a alcanzar niveles de 10 dBc. Los valores indicados de las relaciones se garantizan solamente en canales de portadora digital.</p> <p>NOTA 3 – Características de amplitud y frecuencia suficientemente fuertes para enmascarar totalmente la portadora de datos.</p> <p>NOTA 4 – Los niveles de ruido impulsivo son más prevalecientes en las frecuencias más bajas (< 15 MHz).</p>	

D.5.2.2.1 Disponibilidad

Véase la cláusula 5.2.2.1.

D.5.3 Niveles de transmisión

El nivel de potencia nominal de la(s) señal(es) del CMTS en sentido de ida en un canal de 6 MHz está previsto para que esté comprendido en la gama de -10 dBc a -6 dBc con relación al nivel de la portadora de vídeo analógica, y normalmente no excederá el nivel de la portadora de vídeo digital. El nivel de la portadora 256 QAM en sentido de ida DEBERÍA elegirse cuidadosamente por dos razones. Una es evitar toda interferencia a la portadora de vídeo analógica adyacente, y la otra es mantener la relación portadora/ruido requerida. Normalmente, la señal 256 QAM en sentido de retorno NO PUEDE ser atribuida a canales adyacentes a una portadora de vídeo analógica.

El nivel de potencia nominal de la(s) señal(es) del CM en sentido de retorno será lo más bajo posible, a fin de obtener el margen requerido por encima del ruido y de la interferencia. Para establecer la señal en sentido de retorno, generalmente se utiliza una carga uniforme por cada ancho de banda unitario, y el operador del cable establece niveles específicos para obtener las relaciones portadora/ruido y portadora/interferencia requeridas.

D.5.4 Inversión de frecuencia

Véase la cláusula 5.4.

D.6 Especificación de la capa física dependiente del medio

D.6.1 Alcance

En esta cláusula se definen las características eléctricas y las operaciones de procesamiento de la señal de un módem de cable (CM) y un sistema de terminación de módem de cable (CMTS). La Recomendación tiene por finalidad definir unos CM y CMTS interoperables de manera que cualquier implementación de un CM pueda funcionar con cualquier CMTS. No es el propósito de esta Recomendación establecer una implementación concreta.

Esta cláusula se aplica a la tercera opción de tecnología a que se hace referencia en la cláusula 1. En aquellos casos en que los requisitos para esta opción de tecnología son idénticos a los de la primera opción tecnológica, se hace una referencia al texto principal.

Cuando una referencia a emisiones no esenciales hecha en esta cláusula esté en contradicción con cualquier requisito legal para la zona de operación, este último tendrá precedencia.

D.6.2 Sentido ascendente

D.6.2.1 Visión general

La subcapa dependiente del medio físico (PMD) en sentido ascendente utiliza un formato de tipo ráfaga FDMA/TDMA (aquí denominado modo TDMA) o FDMA/TDMA/S-CDMA (aquí denominado S-CDMA), que proporciona seis velocidades de modulación y múltiples formatos de modulación. La utilización del modo TDMA o S-CDMA la configura el CMTS mediante mensajes MAC.

Acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA, *frequency division multiple access*) indica que múltiples canales RF se asignan en la banda para la transmisión en sentido ascendente. Un CM transmite por uno o varios canales RF y puede reconfigurarse para cambiar canales.

Un CM DEBE soportar, como mínimo, cuatro canales en sentido ascendente activos (denominados conjunto de canales de transmisión de ese CM).

El CM comunica su capacidad máxima de canales en sentido ascendente, así como otras características de su capacidad, al CMTS (cláusula D.6.2.25).

El CM DEBE poder funcionar en cada canal del conjunto de canales de transmisión simultáneamente y en cualquier punto de la banda ascendente con sujeción a las restricciones de potencia de transmisión de los canales y a la reconfiguración de determinadas propiedades de la transmisión (véanse las cláusulas D.6.2.19 y D.6.2.20, y sus correspondientes subcláusulas). El CMTS DEBE poder asignar y recibir cada uno de los canales RF en cualquier punto de la banda ascendente. El CMTS DEBE configurar el número de canales asignados, la frecuencia central de los canales asignados y todos los demás atributos de canal. El CMTS PUEDE cambiar el número de canales asignados y sus atributos. Cada canal RF tiene su propio conjunto de parámetros de descriptor de canal en sentido ascendente (UCD, *upstream channel descriptor*), según se define en la cláusula 6.4.3 de [UIT-T J.222.2].

Acceso múltiple por división de tiempo (TDMA, *time division multiple access*) indica que la transmisión es, por naturaleza, en forma de ráfagas. Un canal RF dado es compartido por múltiples CM mediante la asignación dinámica de intervalos de tiempo. Acceso múltiple por división de código síncrono (S-CDMA, *synchronous code division multiple access*) indica que múltiples CM pueden transmitir simultáneamente en el mismo canal RF y durante el mismo intervalo de tiempo TDMA, al estar separados por códigos ortogonales diferentes.

En este anexo se aplican los siguientes convenios. Para TDMA, el término "velocidad de modulación" se refiere a la velocidad de símbolos de canal RF (144 a 4 608 ksímbolo/s). Para S-CDMA, el término "velocidad de modulación" se refiere a la "velocidad de chip", que es la velocidad (1 152 a 4 608 kHz) de cada uno de los elementos (chips) del código de ensanche S-CDMA. La velocidad de modulación se expresa en "Hz" y denota el número de símbolos por segundo en modo TDMA o el número de chips por segundo en modo S-CDMA. El intervalo de modulación es el periodo de símbolo (modo TDMA) o el periodo de chip (modo S-CDMA) y es la inversa de la velocidad de modulación. A la salida del ensanchador, un grupo de 128 chips que forma un solo código de ensanche S-CDMA, y es el resultado de ensanchar un solo símbolo de información (constelación QAM), se designa por "símbolo de ensanche". El periodo de un símbolo de ensanche (128 chips) se designa por "intervalo de ensanche". Una "ráfaga" es una transmisión RF física que contiene un preámbulo y datos, y (cuando no existen ráfagas precedentes ni siguientes) presenta rampas ascendentes y descendentes de energía RF.

En algunos casos se utilizan ceros o unos lógicos para rellenar bloques de datos; esto indica datos con elementos binarios de valor cero o de valor uno, lo que da por resultado que se transmita una energía RF diferente de cero. En otro caso se utiliza un cero numérico; esto indica, por ejemplo, símbolos que dan por resultado la transmisión de una energía RF nula (habida cuenta de las rampas ascendentes y descendentes).

El formato de modulación incluye la conformación de impulsos con miras a la eficiencia espectral, es ágil en lo que respecta a la frecuencia portadora, y su nivel de potencia de salida es seleccionable.

Cada ráfaga permite un orden de modulación, velocidad de modulación, preámbulo, aleatorización de la cabida útil flexibles, y una codificación FEC programable.

Todos los parámetros de transmisión en sentido ascendente relacionados con salidas de transmisiones del CM en forma de ráfaga pueden ser configurados por el CMTS mediante mensajes MAC. Muchos de los parámetros son programables ráfaga por ráfaga.

La subcapa PMD puede soportar un modo de transmisión casi continua, en el que a la rampa descendente de una ráfaga PUEDE superponerse la rampa ascendente de la ráfaga siguiente, por lo que la envolvente transmitida nunca es nula. En modo TDMA, la temporización sistema de las transmisiones TDMA desde los diversos CM DEBE prever que el centro del último símbolo de una ráfaga y el centro del primer símbolo del preámbulo de la ráfaga inmediatamente siguiente estén separados por un lapso no menor que la duración de cinco símbolos. La banda de guarda DEBE ser mayor o igual que la duración de cinco símbolos más el máximo error de temporización. Tanto el CM como el CMTS contribuyen al error de temporización. Las características de la temporización del CM se especifican en la cláusula D.6.2.20.1. El máximo error de temporización y la banda de guarda pueden variar en el caso de CMTS adquiridos de diferentes vendedores. El término tiempo de guarda se asemeja al de banda de guarda a excepción de que se mide desde el final del último símbolo de una ráfaga al principio del primer símbolo del preámbulo de la ráfaga inmediatamente posterior. Así, el tiempo de guarda es igual a la banda de guarda – 1.

Cuando se utiliza S-CDMA, la subcapa PMD también soporta un modo de transmisión síncrono en el que a la rampa descendente de una ráfaga PUEDE superponerse completamente la rampa ascendente de la ráfaga siguiente, por lo que la envolvente transmitida nunca es nula. No hay tiempo de guarda para la transmisión por canales S-CDMA. La temporización sistema de las transmisiones S-CDMA desde los diversos CM DEBEN proporcionar una exactitud de temporización adecuada, a fin de que CM diferentes no se interfieran sensiblemente unos a otros. El S-CDMA utiliza una sincronización precisa por lo que varios CM pueden transmitir simultáneamente.

El modulador en sentido ascendente forma parte del módem de cable que interconecta con la red de cable. Este modulador tiene la función modulación del nivel eléctrico y la función procesamiento de las señales digitales; esta última realiza la corrección intrínseca de errores, inserción de preámbulo, correspondencia de símbolos y otras operaciones de procesamiento.

En el desmodulador sucede lo mismo que en el modulador; hay dos funciones básicas: la función desmodulación y la función procesamiento de las señales. El desmodulador está emplazado en el CMTS y hay una función desmodulación (no necesariamente un desmodulador físico real) para cada frecuencia portadora que se está utilizando. La función desmodulación recibe todas las ráfagas a una frecuencia dada.

La función desmodulación del desmodulador acepta una señal de nivel variante centrada alrededor de un nivel de potencia gobernado, y realiza operaciones de temporización de símbolos y de recuperación y rastreo de portadora, recepción de ráfaga, y desmodulación. Además, la función desmodulación proporciona una estimación de la temporización de ráfaga con relación a un borde de referencia, una estimación de la potencia de señal recibida, puede proporcionar una estimación de la relación señal/ruido, y puede realizar igualación adaptativa para mitigar los efectos de:

- a) ecos en la planta de cable;
- b) ingreso en banda estrecha; y
- c) retardo de grupo.

La función procesamiento de las señales en el desmodulador realiza el procesamiento inverso de la función de procesamiento de las señales en el modulador. Incluye la aceptación del tren de datos en ráfaga desmodulados y la decodificación, etc. La función procesamiento de las señales también proporciona la referencia de temporización de borde y la señal de habilitación de la introducción por puerta al desmodulador para activar la recepción de ráfaga para cada intervalo de ráfaga asignado. La función procesamiento de las señales puede también proporcionar una indicación de decodificación realizada con éxito, decodificación realizada con error, o decodificación no realizada, para cada palabra de código, y el número de símbolos Reed-Solomon corregidos en cada palabra de código. Para cada ráfaga en sentido ascendente, el CMTS tiene un conocimiento previo de la longitud exacta de las ráfagas en los intervalos de modulación (véanse las cláusulas D.6.2.5, D.6.2.6, D.6.2.20 y la cláusula A.2, ID del servicio MAC, de [UIT-T J.222.2]).

D.6.2.2 Requisitos del procesamiento de las señales

Véase la cláusula 6.2.2.

D.6.2.3 Formatos de modulación

Véase la cláusula 6.2.3.

D.6.2.4 Codificación R-S

Véase la cláusula 6.2.4.

D.6.2.5 Estructura de trama R-S ascendente con modo canal de transmisión múltiple DOCSIS 3.0 activado

Véase la cláusula 6.2.5.

D.6.2.6 Estructura de trama R-S ascendente con modo canal de transmisión múltiple DOCSIS 3.0 desactivado

Véase la cláusula 6.2.6.

D.6.2.7 Entrelazador de bytes TDMA

Véase la cláusula 6.2.7.

D.6.2.8 Aleatorizador

Véase la cláusula 6.2.8.

D.6.2.9 Codificador TCM

Véase la cláusula 6.2.9.

D.6.2.10 Inserción de preámbulo

Véase la cláusula 6.2.10.

D.6.2.11 Velocidades de modulación

D.6.2.11.1 Velocidades de modulación DOCSIS 3.0

En el modo TDMA, el modulador en sentido de retorno del CM DEBE proporcionar todas las modulaciones a 144, 288, 576, 1 152, 2 304 y 4 608 kHz.

En el modo S-CDMA, el modulador en sentido ascendente del CM DEBE proporcionar todas las modulaciones a 1 152, 2 304 y 4 608 kHz.

En el modo TDMA, el desmodulador en sentido de retorno del CM DEBE poder soportar todas las desmodulaciones a 144, 288, 576, 1 152, 2 304 y 4 608 kHz. En el modo S-CDMA, el desmodulador en sentido ascendente del CM DEBE poder soportar todas las desmodulaciones a 1 152, 2 304 y 4 608 kHz.

Esta diversidad de velocidades de modulación, y la flexibilidad para establecer frecuencias portadoras en sentido ascendente, permite a los operadores situar las portadoras en brechas del patrón de ingreso en banda estrecha.

La velocidad de modulación para cada canal en sentido ascendente se define en un mensaje MAC Descriptor de canal en sentido ascendente (UCD, *upstream channel descriptor*). Todos los CM que utilizan ese canal en sentido ascendente DEBEN utilizar la velocidad de modulación definida para transmisiones en sentido ascendente.

D.6.2.11.2 Velocidades de modulación para la retrocompatibilidad

Si se utiliza un CMTS DOCSIS 1.x o DOCSIS 2.0, o un CMTS que funciona en alguno de estos modos, en los modos TDMA y S-CDMA el modulador ascendente del CM DEBE ofrecer todas las modulaciones a 1 152, 2 304 y 4 608 kHz.

Además, si se trata de un CMTS anterior a DOCSIS 3.0, en el modo TDMA el modulador ascendente del CM PUEDE ofrecer todas las modulaciones a 144, 288 y 576 kHz.

Si se utilizan CMTS anteriores a DOCSIS 3.0, en los modos TDMA y S-CDMA, el desmodulador ascendente del CMTS DEBE poder soportar la desmodulación a 1 152, 2 304 y 4 608 kHz. En el caso de CMTS anteriores a DOCSIS 3.0, en el modo TDMA el desmodulador ascendente del CMTS PUEDE soportar la desmodulación a 144, 288 y 576 kHz.

D.6.2.12 Entramador y entrelazador S-CDMA

Véase la cláusula 6.2.12.

D.6.2.13 Entramador S-CDMA

Véase la cláusula 6.2.13.

D.6.2.14 Correspondencia de símbolos

Véase la cláusula 6.2.14.

D.6.2.15 S- Ensanchador S-CDMA

Véase la cláusula 6.2.15.

D.6.2.16 Precualizador en transmisión

Véase la cláusula 6.2.16.

D.6.2.17 Conformación espectral

El transmisor en sentido de retorno DEBE aproximar un filtro Nyquist de conformación de impulso en forma de raíz cuadrada de coseno elevado con un factor de caída $\alpha = 0,25$. El ancho de banda transmitida entre los puntos de -30 dB NO DEBE exceder los valores de ancho de canal indicados en el Cuadro D.3. Los valores de ancho de canal se dan en forma analítica por la expresión:

$$\text{Ancho de canal} = \text{Velocidad de modulación} \times (1 + \alpha).$$

El espectro ocupado NO DEBE exceder los anchos de canal indicados en el Cuadro D.3.

Cuadro D.3 – Máximo ancho de canal

Velocidad de modulación (kHz)	Ancho de canal (kHz)	Espaciamiento de canales recomendado (kHz)
144	180	187,5
288	360	375
576	720	750
1 152	1 440	1 500
2 304	2 880	3 000
4 608	5 760	6 000

D.6.2.17.1 Agilidad de las frecuencias y gama de frecuencias en sentido de retorno

La subcapa PMD en sentido de retorno DEBE soportar el funcionamiento en la gama de frecuencias de 10-55 MHz de borde a borde.

La resolución de la frecuencia de desplazamiento DEBE ser soportada y estar comprendida en la gama de ± 32 kHz (incremento = 1 Hz; aplicado dentro de ± 10 Hz).

D.6.2.17.2 Formato del espectro

Véase la cláusula 6.2.17.2.

D.6.2.18 Retardos de procesamiento relativos

El retardo (o tiempo) de procesamiento del MAP por el CM es el tiempo que transcurre entre el instante en que el último bit de un mensaje MAP llega al CM y el instante en que este MAP se torna efectivo. Durante este tiempo, el CM debería procesar el mensaje MAP y rellenar sus entrelazadores (o su entramador, en modo S-CDMA) con datos codificados. El CMTS DEBE transmitir el mensaje MAP con suficiente antelación para permitir el retardo de procesamiento del MAP por el CM especificado más adelante.

El retardo de procesamiento del MAP por el CM, D_p , se da por las siguientes ecuaciones:

$$D_p = 600 + \frac{M}{4,608} \mu s$$

$$M = \begin{cases} I_r N_r, & I_r \neq 0 \\ B_r, & I_r = 0 \end{cases}$$

donde M es el número de elementos en los entrelazadores del CM (en el caso de TDMA), o en el entramador (en el caso de S-CDMA). Si no hay entrelazado o entramado ascendentes, $M = 0$. Obsérvese que en las anteriores ecuaciones, los valores para B_r e $I_r * N_r$ se toman como los valores máximos de todos los tipos de ráfaga especificados en un determinado UCD.

En el modo S-CDMA, $M = 128(K+1)$, donde K es el número de intervalos de ensanche por trama. Es el tiempo requerido para procesar una trama S-CDMA más un intervalo de ensanche suplementario. Por ejemplo en el caso de $K = 32$, que corresponde al tamaño máximo de entramador, el tiempo de procesamiento del MAP por el CM es 1 517 μs .

Para un CM que no funcione en modo MTC, el retardo de procesamiento del MAP del CM, D_p , se obtiene con la siguiente ecuación, siendo M equivalente a lo especificado anteriormente:

$$D_p = 200 + \frac{M}{4,608} \mu s$$

NOTA 1 – El retardo de procesamiento del MAP por el CM no incluye el retardo de desentrelazado de la FEC en sentido de ida.

NOTA 2 – La "efectividad del MAP" se relaciona con el comienzo de la trama en ráfaga a la salida RF del CM. En el modo S-CDMA, la "efectividad del MAP" se relaciona con el comienzo (a la salida RF del CM) del primer intervalo de ensanche de la trama S-CDMA que contiene la ráfaga.

D.6.2.19 Requisitos de la potencia de transmisión

Los siguientes requisitos se aplican cuando está activado el modo transmisión por canales múltiples. Los requisitos aplicables cuando el modo transmisión por canales múltiples está desactivado se detallan en la cláusula D.6.2.19.4 siguiente.

El CM debe permitir que se varíe la potencia de transmisión. Se presentan los requisitos que deben satisfacer:

- 1) la gama de potencia de transmisión informada por canal;
- 2) el tamaño de escalón de las instrucciones relativas a la potencia;
- 3) la exactitud relativa del tamaño de escalón (cambio real en la potencia de salida por canal en relación con el cambio dispuesto en la instrucción); y
- 4) la exactitud absoluta de la potencia de salida por canal del CM.

El protocolo seguido para ajustar la potencia se define en la cláusula 6.4.5 de [UIT-T J.222.2]. Esos ajustes realizados por el CM DEBEN mantenerse dentro de los márgenes de tolerancia descritos a continuación. En CM DEBE confirmar que, para cada uno de los canales activos del CM referenciados, se cumplen los límites de potencia de transmisión por canal una vez recibido el RNG-RSP o después de un cambio de UCD. Un canal activo para un CM se define como cualquier canal para el que el CM ha recibido una concesión, que utilizará para la inicialización de canal, o la determinación de distancia, o cualquier canal dentro de la gama de distancias del CM. El conjunto de "canales activos" también se denomina conjunto de canales de transmisión (habrá algún tipo de mecanismo mediante el cual un CMTS pueda ordenar al CM que desactive un canal activo a fin de reducir el número de canales activos en ese CM o para añadir un canal activo distinto como canal ascendente de sustitución para ese CM). Téngase en cuenta que el conjunto de canales que realmente envía ráfagas ascendentes desde el CM es un subconjunto de los canales activos de ese CM. Normalmente habrá un canal activo del CM que no envíe ráfagas, o no lo hará ninguno de ellos, pero esos canales silentes siguen siendo "canales activos" de ese CM.

La potencia de transmisión por canal se define como la potencia RF media en el ancho de banda ocupado (ancho de canal) transmitida en los símbolos de datos de una ráfaga, suponiendo símbolos QAM equiprobables, medida en el conector F del CM. La potencia de transmisión total se define como la suma de la potencia de transmisión por canal de cada canal que transmite una ráfaga en un determinado momento. Los requisitos de los niveles de potencia de transmisión por canal máxima y mínima se refieren al nivel de potencia de transmisión por canal deseada del CM, definida como la estimación, por el CM, de su potencia de transmisión por canal real. La potencia de transmisión por canal real DEBE estar dentro de un margen de 2 dB de la potencia deseada. La potencia de transmisión por canal deseada DEBE ser variable en la gama especificada en el Cuadro D.9.

Cuando el modo transmisión por canales múltiples está activado, $P_{load} = P_{hi} - P_r$ para cada canal, utilizando las definiciones de P_{hi} y P_r de las siguientes subcláusulas de D.6.2.19. El canal correspondiente al valor mínimo de P_{load} se denomina canal más alto cargado y su valor se representa mediante P_{load_1} en esta Recomendación, aunque sólo haya un canal en el conjunto de canales de transmisión. Un canal con carga elevada tiene un valor P_{load_n} bajo (pero no inferior a 0); el valor de P_{load_n} es análogo a una reducción en el amplificador con respecto a su potencia de salida máxima. Un canal tiene una menor potencia de salida cuando su carga es inferior (más reducción) y, por tanto, tiene un valor P_{load_n} más elevado. Téngase en cuenta que el canal más alto cargado no es necesariamente el canal con la mayor potencia de transmisión, pues la máxima potencia de un canal depende de la modulación que soporta en su perfil de ráfaga. El canal con segundo valor P_{load} más

bajo es el segundo canal más alto cargado y su valor de carga se representa mediante P_{load_2} . El canal con el tercer valor P_{load} más bajo es el tercer canal más alto cargado y su valor de carga se representa mediante P_{load_3} , y el canal con el cuarto valor de carga más bajo es el cuarto canal más alto cargado y su valor de carga es P_{load_4} . $P_{load_min_set}$ define el límite superior de la gama dinámica del CM con respecto a P_{hi} para cada canal. $P_{load_min_set}$ limitará la potencia máxima posible para cada canal activo a un valor inferior a P_{hi} cuando $P_{load_min_set}$ sea superior a cero. $P_{load_min_set}$ es un valor ordenado al CM por el CMTS. (En caso de que en el conjunto de canales de transmisión haya menos de 4 canales, P_{load_n} sólo será válido para los n canales ascendentes activos). $P_{load_min_set}$, P_{load_n} , P_{hi_n} , P_{r_n} , etc. se definen sólo cuando está activado el modo transmisión por canales múltiples.

Las instrucciones del CMTS para ajustar P_{r_n} DEBEN ser coherentes con el valor $P_{load_min_set}$ previamente asignado al CM y estar dentro de los límites siguientes:

$$P_{load_min_set} \leq P_{hi_n} - P_{r_n} \leq P_{load_min_set} + 12 \text{ dB}$$

y, de manera equivalente:

$$P_{hi_n} - (P_{load_min_set} + 12 \text{ dB}) \leq P_{r_n} \leq P_{hi_n} - P_{load_min_set}$$

Para cada canal del conjunto de canales de transmisión se calcula el valor $P_{low_multi_n}$, que define el límite inferior de la gama dinámica de potencia de transmisión de ese canal, en función del límite superior de la gama (que está determinado por el valor $P_{load_min_set}$).

$$P_{low_multi_n} = P_{hi_n} - P_{load_min_set} - 12 \text{ dB}$$

$P_{low_multi_n}$ limita la gama dinámica exigida (o incluso permitida) por un CM en sus múltiples canales, cuando funciona con múltiples canales activos.

Cuando el CMTS envía un nuevo valor $P_{load_min_set}$ al CM, es posible que el CM no pueda proceder a cambiar al nuevo valor inmediatamente por estar en medio de una ráfaga en uno o más de sus canales ascendentes en el momento en que recibe la instrucción de cambiar $P_{load_min_set}$. Puede pasar un tiempo antes de que el CMTS conceda el tiempo de reconfiguración global al CM. Del mismo modo, es posible que el CM no cumpla inmediatamente las instrucciones de cambiar P_{r_n} recibidas, si el n -ésimo canal está emitiendo ráfagas. Es posible que se ordene cambiar P_{r_n} al tiempo que se ordena cambiar $P_{load_min_set}$. El CMTS NO DEBERÍA ordenar un cambio de $P_{load_min_set}$ tras ordenar un cambio de P_{r_n} , a menos que también haya concedido un tiempo de reconfiguración suficiente en el n -ésimo canal. El CMTS NO DEBERÍA ordenar un cambio de $P_{load_min_set}$ tras ordenar previamente un cambio de $P_{load_min_set}$ a menos que también haya concedido un tiempo de reconfiguración global para la primera instrucción. Del mismo modo, el CMTS NO DEBERÍA ordenar un cambio de P_{r_n} :

- a) hasta haber concedido un tiempo de reconfiguración global tras ordenar un nuevo valor de $P_{load_min_set}$; y
- b) hasta haber concedido un tiempo de reconfiguración suficiente en el n -ésimo canal tras ordenar previamente un cambio de P_{r_n} .

Dicho de otro modo, el CMTS debe evitar enviar consecutivamente órdenes de cambio de P_{r_n} y/o $P_{load_min_set}$ al CM sin dejar un tiempo de reconfiguración suficiente para ejecutar la primera instrucción. Cuando se ordenan simultáneamente un nuevo valor de $P_{load_min_set}$ y un cambio de P_{r_n} , el CM PUEDE esperar y aplicar el cambio de P_{r_n} en el siguiente tiempo de reconfiguración global (es decir, al mismo tiempo que $P_{load_min_set}$ adopta el nuevo valor) en lugar de aplicarlo en el primer tiempo de reconfiguración suficiente del n -ésimo canal. El valor de $P_{load_min_set}$ que se aplica al nuevo P_{r_n} es el valor de $P_{load_min_set}$ ordenado al mismo tiempo, por lo que, si el nuevo P_{r_n} no está dentro de la gama dinámica del antiguo $P_{load_min_set}$, el CM DEBE esperar al siguiente tiempo de reconfiguración global para modificar el P_{r_n} .

El CM DEBE ignorar la instrucción de incrementar la potencia de transmisión por canal si esa instrucción redundara en que el valor P_{load_n} para ese canal fuese inferior a $P_{load_min_set}$. Téngase en cuenta que el CMTS puede permitir pequeños cambios de potencia en el canal más alto cargado del CM sin que esas fluctuaciones afecten a la gama dinámica de potencia de transmisión. Esto se consigue poniendo $P_{load_min_set}$ a un valor más pequeño de lo normal y se espera que la fluctuación de la potencia por canal en el canal más alto cargado sea lenta. Asimismo, el CM DEBE ignorar toda instrucción de modificación de la potencia de transmisión por canal que haga que P_{r_n} no llegue a la gama dinámica, es decir, una potencia inferior a la permitida por la gama dinámica, determinada por $P_{load_min_set}$. El CM también DEBE ignorar toda instrucción de cambio de $P_{load_min_set}$ que haga que los valores de P_{r_n} vigentes se salgan de la nueva gama dinámica.

Los requisitos de funcionamiento no esenciales de las cláusulas D.6.2.22.1, D.6.2.22.1.1 y D.6.2.22.1.2 son de aplicación cuando el CM funciona dentro de ciertas gamas de valores de P_{load_n} , cuando el número de canales ascendentes activos $n = 1$ y cuando se transmiten ciertas gamas del número de códigos de ensanche como fracción total del número de códigos activos en un canal S-CDMA, según se detalla en esas cláusulas.

La potencia de transmisión por canal de cada canal informada por el CM en la MIB se refiere a la constelación 64 QAM. Cuando se transmite con otras constelaciones, se produce una potencia de transmisión algo diferente, que depende de la ganancia de constelación indicada en los Cuadros D.4 a D.6. Por ejemplo, si la potencia informada es 30 dBmV, 64 QAM se transmitirá con una potencia deseada de 30 dBmV por ese canal, mientras que QPSK se transmitirá con 28,82 dBmV.

Cuadro D.4 – Ganancias de constelación y límites de potencia por canal con un canal en el conjunto de canales de transmisión

Constelaciones	Ganancia de constelación G_{const} relativa a 64 QAM (dB)	P_{min} (dBmV)			P_{max} (dBmV) TDMA	P_{max} (dBmV) S-CDMA	$P_{min} - G_{const}$ (dBmV)	$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) TDMA	$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) S-CDMA
		L	M	H					
QPSK	-1,18	17	20	23	61	56	18,18	62,18	57,18
8 QAM	-0,21	17	20	23	58	56	17,21	58,21	56,21
16 QAM	-0,21	17	20	23	58	56	17,21	58,21	56,21
32 QAM	0,00	17	20	23	57	56	17,00	57,00	56,00
64 QAM	0,00	17	20	23	57	56	17,00	57,00	56,00
128 QAM	0,05	17	20	23	N/A	56	16,95	N/A	55,95

(P_{min} es una función de la velocidad de modulación, siendo L = 1 152 kHz, M = 2 304 kHz y H = 4 608 kHz.)

Cuadro D.5 – Ganancias de constelación y límites de potencia por canal con dos canales en el conjunto de canales de transmisión

Constelaciones	Ganancia de constelación G_{const} relativa a 64 QAM (dB)	P_{min} (dBmV)			P_{max} (dBmV) TDMA	P_{max} (dBmV) S-CDMA	$P_{min} - G_{const}$ (dBmV)	$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) TDMA	$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) S-CDMA
		L	M	H					
QPSK	-1,18	17	20	23	58	53	18,18	59,18	54,18
8 QAM	-0,21	17	20	23	55	53	17,21	55,21	53,21
16 QAM	-0,21	17	20	23	55	53	17,21	55,21	53,21
32 QAM	0,00	17	20	23	54	53	17,00	54,00	53,00
64 QAM	0,00	17	20	23	54	53	17,00	54,00	53,00
128 QAM	0,05	17	20	23	N/A	53	16,95	N/A	52,95

(P_{min} es una función de la velocidad de modulación, siendo L = 1 152 kHz, M = 2 304 kHz y H = 4 608 kHz.)

Cuadro D.6 – Ganancias de constelación y límites de potencia por canal con tres o cuatro canales en el conjunto de canales de transmisión

Constelaciones	Ganancia de constelación G_{const} relativa a 64 QAM (dB)	P_{min} (dBmV)			P_{max} (dBmV) TDMA	P_{max} (dBmV) S-CDMA	$P_{min} - G_{const}$ (dBmV)	$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) TDMA	$P_{max} - G_{const}$ (dBmV) S-CDMA
		L	M	H					
QPSK	-1,18	17	20	23	55	53	18,18	56,18	54,18
8 QAM	-0,21	17	20	23	52	53	17,21	52,21	53,21
16 QAM	-0,21	17	20	23	52	53	17,21	52,21	53,21
32 QAM	0,00	17	20	23	51	53	17,00	51,00	53,00
64 QAM	0,00	17	20	23	51	53	17,00	51,00	53,00
128 QAM	0,05	17	20	23	N/A	53	16,95	N/A	52,95

(P_{min} es una función de la velocidad de modulación, siendo L = 1 152 kHz, M = 2 304 kHz y H = 4 608 kHz.)

La potencia de transmisión por canal real dentro de una ráfaga DEBE ser constante dentro de 0,1 dB cresta a cresta, incluso en presencia de cambios de potencia en otros canales activos. Esto excluye la variación de amplitud teóricamente presente debido a la modulación de amplitud QAM, la conformación de impulsos, la preecualización y, para S-CDMA, el ensanche y el número variante de códigos atribuidos.

El CM DEBE soportar los cálculos de potencia de transmisión definidos en las cláusulas D.6.2.19.1 y D.6.2.19.2.

D.6.2.19.1 Cálculo de la potencia de transmisión en el modo TDMA

En el modo TDMA, el CM determina la potencia de transmisión por canal deseada P_t como sigue para canal activo. Se define para canal activo, por ejemplo, el canal ascendente X:

P_r = Nivel de potencia informado (dBmV) de CM en MIB (se refiere a la constelación 64 QAM) para el canal X.

ΔP = Ajuste del nivel de potencia (dB); por ejemplo, dispuesta en un mensaje de respuesta de determinación de distancia.

G_{const} = Ganancia de constelación (dB) relativa a la constelación 64 QAM (véase el anterior cuadro).

P_{min} = Mínima potencia de transmisión por canal deseada permitida para el CM de acuerdo con la cláusula D.6.2.19.

P_{max} = Máxima potencia de transmisión deseada permitida para el CM de acuerdo con la cláusula D.6.2.19.

$P_{\text{hi}} = \min(P_{\text{max}} - G_{\text{const}})$ para todos los perfiles de ráfaga utilizados por el CM en el canal X de acuerdo con la cláusula D.6.2.19.

$P_{\text{low}} = \max(P_{\text{min}} - G_{\text{const}})$ para todos los perfiles de ráfaga utilizados por el CM en el canal X de acuerdo con la cláusula D.6.2.19.

P_t = Nivel de potencia de transmisión por canal deseada (dBmV) del CM en el canal X (potencia por canal transmitida real en el canal X, estimada por el CM).

El CM actualiza su potencia por canal en cada canal informada mediante los siguientes pasos:

- 1) $P_r = P_r + \Delta P$
//Añadir ajuste de nivel de potencia (para cada canal) al nivel de potencia informada para cada nivel.
- 2) $P_r = \min[P_r, P_{\text{hi}}]$
//Recortar al límite máximo de potencia por canal.
- 3) $P_r = \max[P_r, P_{\text{low}}]$
//Recortar al límite mínimo de potencia por canal.
- 4) Probar, SI [$P_r < P_{\text{low_multi}}$], ignorar instrucción y restaurar el anterior P_r .
//La potencia por canal de esta instrucción violaría la gama dinámica configurada.
- 5) Probar, SI [$P_r > P_{\text{hi}} - P_{\text{low_min_set}}$], ignorar instrucción y restaurar el anterior P_r .
//La potencia por canal de esta instrucción violaría la gama dinámica configurada.

El CM transmite entonces, por el canal X, con la potencia por canal deseada $P_t = P_r + G_{\text{const}}$, es decir, la potencia informada más la ganancia de constelación.

Generalmente, el nivel de potencia informada es una cantidad relativamente constante, en tanto que el nivel de potencia transmitida por el canal X varía dinámicamente cuando se transmiten perfiles de ráfaga diferentes, con ganancias de constelación diferentes. Una potencia de transmisión por canal deseada del CM nunca DEBE ser inferior a P_{min} ni superior a P_{max} . Esto implica que, en algunos casos, los niveles extremos de potencia de transmisión (por ejemplo, 61 dBmV para QPSK y 17 dBmV) pueden no ser permitidos si están activos perfiles de ráfaga con múltiples constelaciones. Además, si sólo se utiliza QPSK, la potencia por canal informada puede ser mayor que 61 dBmV, aunque la potencia de transmisión por canal deseada no exceda 61 dBmV.

Por ejemplo, si en el canal X sólo están activos perfiles de ráfaga QPSK y 64 QAM, $P_{\text{hi}} = 54$ dBmV y $P_{\text{low}} = 18,2$ dBmV para una velocidad de modulación de 1 152 kHz. P_{low} depende de la velocidad de modulación. La máxima potencia transmitida QPSK permitida por el canal X es 54 dBmV – 1,2 dB = 52,8 dBmV, la mínima potencia QPSK por el canal X es 18,2 dBmV – 1,2 dB = 17 dBmV (con una velocidad de modulación de 1 152 kHz), la máxima potencia 64 QAM por el canal X es 54 dBmV, y la mínima potencia 64 QAM por el canal X es 18,2 dBmV (con una velocidad de modulación de 1 152 kHz).

D.6.2.19.2 Cálculo de la potencia de transmisión en el modo S-CDMA

En el modo S-CDMA, el cálculo de potencia depende de si el número máximo de códigos calendarizados está activado.

D.6.2.19.2.1 Cálculo de la potencia de transmisión en el modo S-CDMA cuando el número máximo de códigos calendarizados está desactivado

En el modo S-CDMA, cuando el número máximo de códigos calendarizados está desactivado, el CM determina su potencia de transmisión por canal deseada, P_t , de la siguiente manera para cada uno de los canales activos. Se define para cada canal activo, por ejemplo, el canal ascendente X:

P_r = nivel de potencia informada (dBmV) de CM en MIB (se refiere a constelación 64 QAM y todos los códigos activos transmitidos) para el canal X.

$P_{hi} = \min[P_{max} - G_{const}]$ para todos los perfiles de ráfaga utilizados por el CM en el canal X (véase la cláusula D.6.2.19).

$P_{low} = \max[P_{min} - G_{const}] + 10 \log(\text{number_active_codes}/\text{number_of_codes_per_mini-slot})$ donde el máximo se calcula para todos los perfiles de ráfaga utilizados por el CM en el canal X (véase la cláusula D.6.2.19).

El CM actualiza su potencia por canal informada en cada canal mediante los siguientes pasos:

- 1) $P_r = P_r + \Delta P$
//Añadir ajuste de nivel de potencia (para cada canal) al nivel de potencia informada para cada canal.
- 2) $P_r = \min[P_r, P_{hi}]$
//Recortar al límite máximo de potencia por canal.
- 3) $P_r = \max[P_r, P_{low}]$
//Recortar al límite mínimo de potencia por canal.
- 4) Probar SI $[P_r < P_{low_multi}]$, ignorar instrucción y restaurar el anterior P_r .
//La potencia por canal de esta instrucción violaría la gama dinámica configurada.
- 5) Probar $[SI P_r > P_{hi} - P_{load_min_set}]$, ignorar instrucción y restaurar el anterior P_r .
//La potencia por canal de esta instrucción violaría la gama dinámica configurada.

En una trama con ensanchador activado, el CM transmite cada código i con la potencia deseada:

$$P_{t,i} = P_r + G_{const,i} - 10 \log(\text{number_active_codes})$$

(es decir, la potencia informada para el canal X más la ganancia de constelación $G_{const,i}$ de ese código, menos un factor que tiene en cuenta el número de códigos activos. La potencia de transmisión en el canal X P_t total en una trama es la suma de las potencias de transmisión individuales $P_{t,i}$ de cada código en el canal X, donde la suma se realiza utilizando cantidades de potencia absolutas [es decir, no expresadas en dB].)

En una trama con ensanchador desactivado, la potencia de transmisión deseada del CM en el canal X es $P_t = P_r + G_{const}$.

El nivel de potencia transmitida en el canal X varía dinámicamente cuando varía el número de códigos atribuidos, y cuando se transmiten diferentes perfiles de ráfaga con diferentes ganancias de constelación. La potencia de transmisión por canal deseada de un CM nunca DEBE ser inferior a P_{min} ni superior a P_{max} , incluyendo todos los números de códigos atribuidos y todos los perfiles de ráfaga. Esto implica que, en algunos casos, los niveles extremos de potencia de transmisión por canal (por ejemplo, 17 y 56 dBmV) pueden no ser permitidos. Además, si sólo se utiliza QPSK, la potencia informada en un canal puede ser mayor que 56 dBmV, aunque la potencia de transmisión por canal deseada no exceda 56 dBmV.

Si, por ejemplo, el conjunto de canales de transmisión comprende un solo canal y ese canal, el canal X, tiene los perfiles de ráfaga QPSK y 64 QAM, el número de códigos activos es 128 y el número de códigos por miniintervalo es 2, $P_{hi} = 56$ dBmV y $P_{low} = 36,24$ dBmV para una velocidad de modulación de 1 152 kHz. P_{low} depende de la velocidad de modulación. La máxima potencia

QPSK transmitida por canal permitida es $56 - 1,18 = 54,82$ dBmV cuando se transmiten todos los códigos activos. La mínima potencia QPSK en el canal X es $36,24$ dBmV $- 1,18$ dB $- 10\log(128)$ dB $+ 10\log(2)$ dB = 17 dBmV (con una velocidad de modulación de $1\ 152$ kHz) cuando se transmite un miniintervalo. El último término de la suma es el resultado de la suma de las potencias individuales en dos códigos. Del mismo modo, la máxima potencia 64 QAM en el canal X es 56 dBmV cuando se transmiten todos los códigos activos; y la mínima potencia 64 QAM en el canal X es $36,24$ dBmV $- 10\log(128)$ dB $+ 10\log(2)$ dB = $18,18$ dBmV (con una velocidad de modulación de $1\ 152$ kHz) cuando se transmite un miniintervalo. La mínima potencia QPSK en el canal X permitida cuando se transmiten, por ejemplo, 2 miniintervalos, es 20 dBmV (con una velocidad de modulación de $1\ 152$ kHz), y la mínima potencia 64 QAM en el canal X permitida cuando se transmiten 2 miniintervalos es $21,2$ dBmV (con una velocidad de modulación de $1\ 152$ kHz).

El CM necesita aplicar cierta forma de recorte a la forma de onda transmitida en las potencias de salida más altas a fin de evitar problemas en la relación valor de cresta/valor medio (PAR, *peak to average ratio*).

La potencia recibida en el CMTS en una trama con ensanchador activado será a veces menor que la potencia nominal de una trama con ensanchador desactivado, debido a factores tales como:

- 1) oportunidades de difusión no utilizadas por ningún CM;
- 2) concesiones unidifusión no utilizadas por uno o más CM; o
- 3) miniintervalos asignados al SID NULL.

D.6.2.19.2.2 Cálculo de la potencia transmitida en el modo S-CDMA cuando el número máximo de códigos calendarizados está activado

Véase la cláusula 6.2.19.2.2.

D.6.2.19.3 Tamaño del escalón de potencia de transmisión

Sin modificaciones.

D.6.2.19.4 Requisitos de potencia de transmisión el modo transmisión en múltiples canales desactivado

Cuando el modo transmisión en múltiples canales está desactivado el CM DEBE funcionar como se define en [UIT-T J.122] con las siguientes excepciones. La potencia ascendente mínima, P_{\min} , DEBE ser la que se indica en el Cuadro D.7 siguiente, que sustituye los requisitos de potencia ascendente mínima de [UIT-T J.122]. La potencia ascendente máxima, P_{\max} , DEBE ser la que se indica en el Cuadro D.4 anterior, que sustituye los requisitos de potencia ascendente mínima de [UIT-T J.122]. Téngase en cuenta que en la cláusula J.6.2.18.2 de [UIT-T J.122] se DEBE sustituir el valor 53 en la ecuación para P_{hi_S} por 56, pues ese es el valor que realmente se prevé para P_{\max} en el Cuadro D.4 anterior.

Cuadro D.7 – Potencia de transmisión mínima, P_{\min} , con modo transmisión por canales múltiples desactivado

Velocidad de modulación (kHz)	P_{\min} (dBmV)	Aplicabilidad
144	17	CM PUEDE soportar
288	17	CM PUEDE soportar
576	17	CM PUEDE soportar
1 152	17	CM DEBE soportar
2 304	20	CM DEBE soportar
4 608	23	CM DEBE soportar

D.6.2.20 Perfiles de ráfaga

Las características de transmisión están divididas en tres partes:

- parámetros de canal;
- atributos de perfil de ráfaga; y
- parámetros únicos del usuario.

Entre los parámetros de canal están:

- la velocidad de modulación (seis velocidades de 144 kHz a 4 608 kHz en escalones de una octava);
- la frecuencia central (Hz);
- la supercadena de preámbulo de 1536 bits; y
- los parámetros de canal S-CDMA.

Los parámetros de canal son compartidos por todos los usuarios de un canal dado. Los atributos de perfil de ráfaga se indican en el Cuadro D.8; estos parámetros son los atributos compartidos que corresponden a un tipo de ráfaga.

El CM DEBE generar cada ráfaga en el instante adecuado, indicado en las concesiones de miniintervalo proporcionadas por los MAP del CMTS.

El CM DEBE soportar todos los perfiles de ráfaga dispuestos por instrucciones del CMTS mediante los descriptores de ráfagas en el UCD, y subsiguientemente asignados para transmisión en un MAP.

Cuadro D.8 – Atributos del perfil de ráfaga

Atributos del perfil de ráfaga	Valores de configuración
Modulación	QPSK, 8 QAM, 16 QAM, 32 QAM, 64 QAM, 128 QAM (TCM solamente)
Codificación diferencial	Activado/desactivado
Codificación TCM	Activado/desactivado
Longitud de preámbulo	0-1536 bits (véase la cláusula D.6.2.9)
Desplazamiento de valor de preámbulo	0 a 1534
Corrección de error FEC R-S (T)	0 a 16 (0 implica que no hay FEC R-S. El número de octetos de parida en la palabra de código es 2^*T)
Octetos de información en la palabra de código de FEC R-S (k)	Fija: 16 a 253 (suponiendo FEC R-S activada) Acortada: 16 a 253 (suponiendo FEC R-S activada)
Semilla del aleatorizador	15 bits
Máxima longitud de ráfaga (miniintervalos) ¹	0 a 255
Tiempo de guarda	4 a 255 intervalos de modulación No hay tiempo de guarda en S-CDMA
Longitud de la última palabra de código	Fija, acortada
Aleatorizador activado/desactivado	Activado/desactivado
Profundidad del entrelazador de octetos (I_r) ²	0 a pedestal ($2048/N_r$) ³
Tamaño de bloque del entrelazador de octetos (B_r) ⁴	2^*N_r a 2048
Tipo de preámbulo	QPSK0/QPSK1
Ensanchador S-CDMA ⁵	Activado/desactivado
Códigos por subtrama S-CDMA ⁵	1 a 128

Cuadro D.8 – Atributos del perfil de ráfaga

Atributos del perfil de ráfaga	Valores de configuración
Escalón del entrelazador S-CDMA ⁵	1 a (intervalos de ensanche por trama – 1)
Modo selección S-CDMA para códigos activos y salto de código	Modo 1 o Modo 2
Cadena de selección S-CDMA para códigos activos	Cadena de 128 bits que indica qué códigos están activos en el modo 2 de códigos activos seleccionables
<p>¹ Una longitud de trama de 0 miniintervalos en el perfil de canal significa que la longitud de ráfaga es variable en ese canal para ese tipo de ráfaga. La longitud de ráfaga, cuando no es fija, la concede explícitamente el CMTS al CM en el MAP.</p> <p>² Si la profundidad = 1, no hay entrelazado; si la profundidad = 0, modo dinámico.</p> <p>³ N_r es el tamaño $K + 2T$ de la palabra de código R-S, definido en la cláusula D.6.2.5.1.</p> <p>⁴ Sólo se utiliza en modo dinámico.</p> <p>⁵ Sólo se utiliza para canales S-CDMA.</p>	

Los parámetros únicos del usuario pueden variar de un usuario a otro, incluso cuando se utiliza el mismo tipo de ráfaga en el mismo canal que otro usuario (por ejemplo, nivel de potencia). Esos parámetros de enumeran en el Cuadro D.9.

Cuadro D.9 – Parámetros de ráfaga únicos de usuario

Parámetro único del usuario	Instrucción de ajuste	Valor de parámetro resultante
Nivel de potencia ¹	Complemento de dos de 8 bits, resolución = 0,25 dB	TDMA: +17 a +57 dBmV (32 QAM, 64 QAM) +17 a +58 dBmV (8 QAM, 16 QAM) +17 a +61 dBmV (QPSK) S-CDMA: +17 a +56 dBmV (todas las modulaciones) Resolución = 0,25 dB o mejor
Frecuencia de desplazamiento	gama = ± 32 kHz, resolución = 1 Hz	Gama de frecuencias de la cláusula D.6.2.17.1 Agilidad de las frecuencias y gama de frecuencias en sentido ascendente
Desplazamiento de determinación de distancia	Parte entera: complemento de dos de 32 bits, resolución = $(1/9,216 \text{ MHz}) = 6,94 \mu\text{s}/64 = 108,50694 \text{ ns}$ parte fraccionaria: extensión fraccionaria de 8 bits sin signo, resolución = $6,94 \mu\text{s}/(64*256) = 0,4238552517361 \text{ ns}$	Gama: suficiente para la longitud de planta de cable máxima según la cláusula D.1.2.1 Resolución: no síncrona: $6,94 \mu\text{s}/64$ síncrona $6,94 \mu\text{s}/(64*256)$
Longitud de ráfaga (miniintervalos), si es variable en este canal (cambio ráfaga a ráfaga)	No disponible	1 a 255 miniintervalos

Cuadro D.9 – Parámetros de ráfaga únicos de usuario

Parámetro único del usuario	Instrucción de ajuste	Valor de parámetro resultante
Coeficientes de ecualizador de transmisión (véase la cláusula D.6.2.16, Preecualizador de transmisión)	Modos DOCSIS 3.0 y 2.0: 24 coeficientes complejos, 4 bytes por coeficiente (2 reales y 2 imaginarios), modos carga y convolución Modo DOCSIS 1.1: hasta 64 coeficientes complejos, 4 bytes por coeficiente (2 reales y 2 imaginarios), sólo modo convolución	Modos DOCSIS 3.0 y 2.0: 24 coeficientes complejos Modo DOCSIS 1.1: hasta 64 coeficientes complejos
<p>¹ El límite de nivel de potencia mínimo depende de la velocidad de modulación. El límite de nivel de potencia máximo depende del orden de modulación, de si el modo transmisión por canales múltiples está activado o no y del número de canales ascendentes en el conjunto de canales de transmisión si el modo MTC está activado.</p>		

El CM DEBE proceder al ajuste de frecuencia de desplazamiento para modificar la frecuencia portadora ascendente ± 10 Hz del cambio ordenado.

D.6.2.20.1 Desplazamiento de determinación de distancia

Desplazamiento de determinación de distancia es la diferencia temporal entre la base temporal de trama ascendente del CM y la base temporal de trama ascendente del CMTS. Es un adelanto aproximadamente igual al tiempo de ida y vuelta entre el CM y el CMTS, y se necesita para sincronizar transmisiones en sentido de retorno en los esquemas de los modos TDMA y S-CDMA. El CMTS DEBE proporcionar al CM ajustes de retroalimentación de este desplazamiento, basados en la recepción con éxito de una o más ráfagas (es decir, un resultado satisfactorio de cada técnica empleada: corrección de errores y/o CRC). El CMTS envía al CM estas instrucciones de ajuste de la temporización en el mensaje MAC respuesta de determinación de distancia, en el que un valor negativo implica que el desplazamiento de determinación de distancia habrá de disminuirse, lo que se traduce por tiempos de transmisión más largos en el CM.

El mensaje MDD de [UIT-T J.222.2] contiene un campo TLV que indica si el CMTS ofrece un reloj de símbolos descendente síncrono, es decir, si el reloj de símbolos descendente está fijado al reloj maestro a 9,216 MHz. Si MDD indica que el CMTS ofrece un reloj de símbolos descendente síncrono, el CM genera un reloj de símbolos ascendente síncrono en todos los canales del conjunto de canales de transmisión o en el único canal ascendente, si el modo MTC está desactivado. Si MDD indica que el CMTS no ofrece un reloj de símbolos descendente síncrono, el CM opera en modo ascendente no síncrono con modulación TDMA y no se permite la modulación S-CDMA. En ausencia de mensaje MDD, el CM opera con un único canal ascendente, que está fijado en ascendente síncrono al reloj de símbolos descendente con modulación S-CDMA o ascendente no síncrono con modulación TDMA.

Para canales no síncronos el CM DEBE implementar la instrucción ajuste de temporización con una resolución, como máximo, de 1 duración de símbolo (a la velocidad de símbolo que se está utilizando para una ráfaga dada), y (diferente de un valor sistemático fijo) con una exactitud dentro de $\pm 0,25 \mu s$ más $\pm 1/2$ símbolo como consecuencia de la resolución. Por ejemplo, para la máxima velocidad de símbolos de 4,608 MHz, el periodo de símbolo correspondiente sería de 217 ns, la máxima resolución correspondiente para el ajuste de temporización DEBE ser de 217 ns. Para la velocidad de símbolos máxima de 4,608 MHz, la mínima exactitud correspondiente DEBE ser de ± 359 ns. La exactitud de la temporización de ráfaga del CM de $\pm 0,25 \mu s$ más $\pm 1/2$ símbolo es relativa a las demarcaciones de

miniintervalos, que pueden obtenerse en el CM sobre la base de un procesamiento ideal de las señales de indicación de tiempo recibidas del CMTS.

La resolución de la parte entera del parámetro ajuste de temporización es $(1/9,216 \text{ MHz}) = 6,94 \mu\text{s}/64 \sim = 108,507 \text{ ns}$. Para canales S-CDMA, el CMTS ofrece un campo fraccionario adicional en la instrucción ajuste de temporización con una resolución de $1/16384$ del incremento de tic de trama $= 6,94 \mu\text{s}/(64*256) \sim = 0,424 \text{ ns}$. Para canales S-CDMA, el CM DEBE aplicar el ajuste de temporización dentro de un margen de $\pm 0,01$ del periodo de chip nominal. Por ejemplo, para la máxima velocidad de chip de $4,608 \text{ MHz}$, la resolución máxima correspondiente para la implementación de la corrección de temporización sería $(\pm 0,01)*217 \text{ ns}$ o aproximadamente $\pm 2 \text{ ns}$. Para canales TDMA en modo síncrono, el CMTS puede ofrecer el campo fraccionario para el ajuste de temporización. Para canales TDMA en modo síncrono, cuando el campo fraccionario para el ajuste de temporización está en el RNG-RSP, el CM DEBE implementar el ajuste de temporización del campo fraccionario dentro de $\pm 0,01$ del periodo de símbolo nominal. Para canales TDMA en modo síncrono, si el RNG-RSP enviado a un CM no contiene el ajuste de temporización de campo fraccionario, el CM DEBE suponer que es igual a 0 y seguir cumpliendo los requisitos de precisión para la implementación del ajuste temporal de campo fraccionario (dentro de $\pm 0,01$ del periodo de símbolo nominal).

En sistemas CMTS/CM que utilizan múltiples canales descendentes, el CMTS designa para un CM un único canal como canal primerio desde el que el CM deriva la temporización de reloj maestro CMTS para todas las transmisiones ascendentes [UIT-T J.222.2].

En sistemas CMTS/CM que utilizan múltiples canales ascendentes, el CM debe determinar la distancia de cada canal ascendente por separado utilizando las resoluciones indicadas anteriormente.

D.6.2.20.2 Tiempos de reconfiguración en modo TDMA

Véase la cláusula 6.2.20.2.

D.6.2.20.3 Tiempos de reconfiguración en modo S-CDMA

Véase la cláusula 6.2.20.3.

D.6.2.20.4 Desplazamiento de temporización del CM cuando se cambia la velocidad de modulación

Véase la cláusula 6.2.20.4.

D.6.2.21 Convenio relativo a la temporización de las ráfagas

Véase la cláusula 6.2.21.

D.6.2.22 Requisitos de fidelidad

Véase la cláusula 6.2.22.

D.6.2.22.1 Emisiones no esenciales

Los valores expresados en dBmV en esta subcláusula pueden transformarse en valores en dB μ V añadiendo 60 dB.

El ruido y la potencia no esencial NO DEBEN superar los niveles indicados en los Cuadros D.10, D.11 y D.13. El ruido y la potencia no esencial NO DEBERÍAN rebasar los niveles indicados en los Cuadros D.12 y D.14. Cuando el modo transmisión por canales múltiples está activado se suman los requisitos de ruido y potencia no esencial de cada canal (potencia absoluta, NO en dB) para determinar el pedestal de ruido compuesto para la condición de transmisión multicanal. Asimismo, cuando el modo transmisión por canales múltiples está activado, estos requisitos de calidad de funcionamiento no esencial sólo se aplican al CM que opera dentro de ciertas gamas de valores de

P_{load_n} , desde $n = 1$ al número de canales ascendentes del conjunto de canales de transmisión y para una relación *number_allocated_codes/number_active_codes* entre 1 y 1/4, para canales S-CDMA.

En el modo S-CDMA, cuando un módem está transmitiendo menos de 1/4 de los códigos de ensanche activos en el canal, el requisito de emisiones no esenciales límite es el valor de potencia (en dBmV) correspondiente a las especificaciones para el nivel de potencia asociadas con 1/4 de los códigos de ensanche activos (es decir, 6 dB por debajo de la potencia de canal correspondiente a todos los códigos activos para el canal atribuido al CM).

Cuando el modo transmisión por canales múltiples está activado y hay dos o más canales en el conjunto de canales de transmisión, se DEBEN cumplir los requisitos de calidad de funcionamiento no esencial sólo cuando se satisfacen las siguientes gamas de carga:

Dos o más canales en el TCS: aplicable cuando $P_{load_1} - P_{load_min_set} \leq 3$ dB; y

Dos canales en el TCS: aplicable cuando $P_{load_2} - P_{load_1} \leq 12$ dB.

Tres canales en el TCS: aplicable cuando $P_{load_3} - P_{load_1} \leq 8$ dB.

Cuadro canales en el TCS: aplicable cuando:

$$P_{load_2} - P_{load_1} \leq 4 \text{ dB}$$

y

$$P_{load_3} - P_{load_2} \leq 4 \text{ dB}$$

y

$$P_{load_4} - P_{load_3} \leq 4 \text{ dB}$$

Cuando un módem transmite con niveles de potencia fuera de estas gamas de carga (permitido por la gama dinámica de 12 dB), los requisitos de emisiones no esenciales límite son los valores de potencia (en dBmV en lugar de dBc) correspondientes a las especificaciones asociadas con las transmisiones en los canales más alto cargado y segundo más alto cargado, si la carga de esos canales se reduce (aumento de la potencia de transmisión) para respetar las gamas de aplicabilidad.

Cuando el modo transmisión por canales múltiples está activado los requisitos de calidad de funcionamiento no esencial no se aplican a ningún canal ascendente desde el momento en que la potencia de salida de cualquier canal ascendente activo varía en más de ± 3 dB desde el último tiempo de reconfiguración global hasta el final del siguiente tiempo de reconfiguración global. "Tiempo de reconfiguración global" se define como el intervalo de tiempo inactivo entre transmisiones activas, que satisface simultáneamente el requisito de la cláusula D.6.2.20.2 para todos los canales TDMA del TCS y el requisito de la cláusula D.6.2.20.3 para todos los canales S-CDMA del TCS. Cuando el modo transmisión por canales múltiples está activado, el CMTS DEBERÍA facilitar un tiempo de reconfiguración global al CM antes de ordenarle un cambio de potencia de transmisión de cualquier canal ascendente de ± 3 dB acumulado desde el último tiempo de reconfiguración global.

Por ejemplo, con tres canales S-CDMA en el TCS, con potencias de transmisión por canal de 53 dBmV, 41 dBmV y 41 dBmV, los requisitos de emisiones no esenciales absolutos, cuando dos o más canales del TCS están transmitiendo, corresponden a los requisitos de emisiones no esenciales absolutos cuando la potencia de transmisión por canal es de 53 dBmV, 45 dBmV y 45 dBmV. El nivel de potencia de 41 dBmV se eleva para determinar los límites de emisiones no esenciales a $53 \text{ dBmV} - 8 \text{ dB} = 45 \text{ dBmV}$.

Por ejemplo, con cuatro canales S-CDMA en el TCS, con potencias de transmisión por canal de 53 dBmV, 41 dBmV, 41 dBmV y 41 dBmV, los requisitos de emisiones no esenciales absolutos, cuando dos o más canales del TCS están transmitiendo, corresponden a los requisitos de emisiones no esenciales absolutos cuando la potencia de transmisión por canal es de 53 dBmV, 49 dBmV, 45 dBmV y 41 dBmV. Los niveles de potencia de 41 dBmV se elevan para determinar los límites de

emisiones no esenciales a $53 \text{ dBmV} - 4 \text{ dB} = 49 \text{ dBmV}$; y el valor artificial $49 \text{ dBmV} - 4 \text{ dB} = 45 \text{ dBmV}$ y el valor artificial $45 \text{ dBmV} - 4 \text{ dB} = 41 \text{ dBmV}$.

En el Cuadro D.10, las emisiones no esenciales dentro de banda incluyen ruido, residuos de portadora, rayas espectrales de reloj, productos espurios del sintetizador, y otros productos del transmisor no deseados. No incluyen la interferencia entre símbolos (ISI, *inter-symbol interference*). El ancho de banda de medición para emisiones no esenciales dentro de banda es igual a la velocidad de modulación (por ejemplo, 1 152 a 4 608 kHz). Todos los requisitos expresados en dBc son relativos a la potencia de transmisión emitida realmente por el CM por un canal.

El ancho de banda de medición es de 144 kHz para las especificaciones entre ráfagas (ninguno de los canales del TCS emite ráfagas) del Cuadro D.10.

Las especificaciones ráfaga en transmisión son aplicables durante los miniintervalos concedidos al CM (cuando el CM utiliza la totalidad o una parte de la concesión), y para 32 intervalos de modulación antes y después de los miniintervalos concedidos. Las especificaciones entre ráfagas son aplicables salvo cuando se esté utilizando una concesión de miniintervalos en cualquier canal activo del CM, y durante los 32 intervalos de modulación precedentes y subsiguientes a la concesión utilizada.

En el modo TDMA, un miniintervalo puede tener una duración de sólo 32 intervalos de modulación, o $6,94 \mu\text{s}$ a la velocidad de 4,608 Msímbolo/s.

Cuadro D.10 – Emisiones no esenciales

Parámetro	Ráfaga en transmisión	Entre ráfagas
Dentro de banda	-40 dBc	-72 dBc
Banda adyacente	Véanse los Cuadros D.11 y D.12	-72 dBc
Dentro de la gama operativa ascendente 10-55 MHz (excluyendo el canal asignado, canales adyacentes)	Véanse los Cuadros D.13 y D.14	-72 dBc
Cuando la gama operativa ascendente es 10-55 MHz: Límites de emisiones no esenciales integradas en el CM (todas en 4 MHz, incluye frecuencias discretas) ¹		
55 a 67 MHz	$\max(-40 \text{ dBc}, -26 \text{ dBmV})$	-26 dBmV
67 a 73 MHz	-35 dBmV	-40 dBmV
73 a 101 MHz	-40 dBmV	-40 dBmV
101 a 770 MHz	-45 dBmV	$\max(-45 \text{ dBmV}, -40 \text{ dB ref d/s}^2)$
Cuando la gama operativa ascendente es 10-55 MHz: Límites de emisiones no esenciales discretas del CM ¹		
55 a 67 MHz	$\max(-50 \text{ dBc}, -36 \text{ dBmV})$	-36 dBmV
67 a 101 MHz	-50 dBmV	-50 dBmV
101 a 770 MHz	-50 dBmV	-50 dBmV

Cuadro D.10 – Emisiones no esenciales

Parámetro	Ráfaga en transmisión	Entre ráfagas
¹ Estos límites de la especificación excluyen una emisión individual discreta relacionada con el canal recibido sintonizado; esta emisión individual discreta NO DEBE ser mayor que -40 BmV. ² "dB ref d/s" es relativo al nivel de la señal recibida en sentido de ida. Algunas salidas no esenciales son proporcionales al nivel de señal en recepción.		

D.6.2.22.1.1 Emisiones no esenciales en canal adyacente

Emisiones no esenciales de una portadora transmitida pueden producirse en un canal adyacente que pudiera ser ocupado por una portadora de velocidad de modulación igual o diferente. El Cuadro D.11 indica los niveles de emisiones no esenciales de canal adyacente para todas las combinaciones de velocidades de modulación de portadora transmitida y velocidades de modulación de canal adyacente. La medición se realiza en un intervalo de canal adyacente que tiene un ancho de banda adecuado, y la distancia con respecto a la portadora transmitida se basa en las velocidades de modulación de la portadora transmitida y en la portadora del canal adyacente.

Cuadro D.11 – Requisitos de emisiones no esenciales de canal adyacente relativas al nivel de potencia en ráfaga transmitido por canal en cada canal

Especificación en el intervalo	Intervalo de medición y distancia respecto al borde de la portadora	Velocidad de modulación de la portadora de canal adyacente
-50 dBc	4 kHz a 164 kHz	144 kHz
-50 dBc	8 kHz a 328 kHz	288 kHz
-50 dBc	16 kHz a 656 kHz	576 kHz
-50 dBc	32 kHz a 1 312 kHz	1 152 kHz
-47 dBc	64 kHz a 2 624 kHz	2 304 kHz
-44 dBc	128 kHz a 5 248 kHz	4 608 kHz

Además, el CM DEBERÍA cumplir los requisitos del Cuadro D.12 en las mismas condiciones enumeradas para el Cuadro D.11 anterior. Cuando la potencia de ráfaga por canal sea inferior, pues sólo hay un canal emitiendo ráfagas (en un momento dado) se aplicará una relajación de 2 dB de los requisitos de emisiones no esenciales absolutos del Cuadro D.12.

Cuadro D.12 – Objetivos de emisiones no esenciales de canal adyacente relativas al nivel de potencia en ráfaga transmitido por canal en cada canal

Especificación en el intervalo	Intervalo de medición y distancia respecto al borde de la portadora	Velocidad de modulación de la portadora de canal adyacente
-53 dBc	4 kHz a 164 kHz	144 kHz
-53 dBc	8 kHz a 328 kHz	288 kHz
-52 dBc	16 kHz a 656 kHz	576 kHz
-51 dBc	32 kHz a 1 312 kHz	1 152 kHz
-50 dBc	64 kHz a 2 624 kHz	2 304 kHz
-48 dBc	128 kHz a 5 248 kHz	4 608 kHz

D.6.2.22.1.2 Emisiones no esenciales en la gama de frecuencias ascendente

El Cuadro D.13 se indica las posibles velocidades de modulación que podrían transmitirse en un intervalo, el nivel de emisión espuria requerido en ese intervalo, y el intervalo de medición inicial en que se empiezan a medir las emisiones no esenciales. Las mediciones deberían realizarse a la distancia inicial y repetirse a distancias crecientes con respecto a la portadora hasta alcanzar el borde de la banda en sentido de retorno. El borde inferior de la banda ascendente es 10 MHz; el borde superior de la banda ascendente es 55 MHz.

Cuadro D.13 – Requisitos de emisiones no esenciales en la gama de frecuencias ascendente relativas al nivel de potencia en ráfaga transmitido por canal en cada canal

Posible velocidad de modulación en este intervalo	Especificación en el intervalo	Intervalo de medición inicial y distancia respecto al borde de la portadora
144 kHz	-54 dBc	204 kHz a 364 kHz
288 kHz	-52 dBc	208 kHz a 528 kHz
576 kHz	-50 dBc	216 kHz a 856 kHz
1 152 kHz	-50 dBc	232 kHz a 1 512 kHz
2 304 kHz	-47 dBc	264 kHz a 2 824 kHz
4 608 kHz	-44 dBc	328 kHz a 5 448 kHz

Además, el CM DEBERÍA cumplir los requisitos del Cuadro D.14 en las mismas condiciones enumeradas para el Cuadro D.13 anterior. Cuando la potencia de ráfaga por canal sea inferior, pues sólo hay un canal emitiendo ráfagas (en un momento dado) se aplicará una relajación de 2 dB de los requisitos de emisiones no esenciales absolutos del Cuadro D.14.

Cuadro D.14 – Objetivos de emisiones no esenciales en la gama de frecuencias ascendente relativas al nivel de potencia en ráfaga transmitido por canal en cada canal

Posible velocidad de modulación en este intervalo	Especificación en el intervalo	Intervalo de medición inicial y distancia respecto al borde de la portadora
144 kHz	-60 dBc	204 kHz a 364 kHz
288 kHz	-58 dBc	208 kHz a 528 kHz
576 kHz	-56 dBc	216 kHz a 856 kHz
1 152 kHz	-54 dBc	232 kHz a 1 512 kHz
2 304 kHz	-52 dBc	264 kHz a 2 824 kHz
4 608 kHz	-50 dBc	328 kHz a 5 448 kHz

D.6.2.22.2 Emisiones no esenciales durante estados transitorios de ráfaga de tipo activado/desactivado

Los valores expresados en dBmV en esta subcláusula pueden transformarse en valores en dB μ V añadiendo 60 dB.

Cada transmisor DEBE controlar las emisiones no esenciales, antes y durante la rampa ascendente y durante y después de la rampa descendente, y antes y después de una ráfaga.

Las emisiones no esenciales de tipo activado/desactivado, como el cambio en la tensión a la salida del transmisor en sentido de retorno cuando se habilita o inhabilita la transmisión, NO DEBEN ser superiores a 100 mV. Tal escalón DEBE desaparecer no antes de haber transcurrido 2 μ s de estabilización constante. Este requisito se aplica cuando el CM está transmitiendo a +55 dBmV o más

por canal en cada canal. En niveles de transmisión con reducción de potencia, el máximo cambio en la tensión DEBE disminuir por un factor de dos por cada disminución de 6 dB del nivel de potencia en el canal activo de potencia más alta desde +55 dBmV por canal, hasta un cambio máximo de 7 mV en un nivel de 31 dBmV por canal y más bajos. Este requisito no es aplicable a los transitorios de potencia activada y potencia desactivada del CM.

D.6.2.22.3 Tasa de error de modulación

La tasa de errores de modulación (MER, *modulation error ratio*) mide la varianza de conglomerado causada por la forma de onda en transmisión. incluye los efectos de la interferencia entre símbolos (ISI), emisiones no esenciales, ruido de fase, y todas las demás degradaciones del transmisor.

D.6.2.22.3.1 Definiciones

Véase la cláusula 6.2.22.3.1.

D.6.2.22.3.2 Requisitos

A menos que se indique otra cosa, la MER DEBE satisfacer o exceder los siguientes límites en la totalidad de la gama de potencias de transmisión del Cuadro D.9 para cada tipo de modulación, cada velocidad de modulación, y en la gama completa de frecuencias portadoras, y para S-CDMA, en cualquier número válido de códigos activos y atribuidos. La gama de frecuencias portadoras 10-55 MHz se refiere más precisamente a las frecuencias comprendidas entre $[10 \text{ MHz} + \text{velocidad de modulación} \times 1,25/2]$ y $[55 \text{ MHz} - \text{velocidad de modulación} \times 1,25/2]$. En los puntos de separación entre regiones, se aplica la especificación de la MER más alta.

Caso 1: Canal plano, igualación en transmisión DESACTIVADA

Caso 1a: para velocidades de modulación de 2,304 MHz e inferiores:

$MER_{\text{symp}} \geq 30 \text{ dB}$ en frecuencias portadoras de 20 a 41 MHz

$MER_{\text{symp}} \geq 27 \text{ dB}$ en frecuencias portadoras de 15 a 20 MHz y de 41 a 47 MHz

$MER_{\text{symp}} \geq 26 \text{ dB}$ en frecuencias portadoras de 10 a 15 MHz y de 47 a 55 MHz

Caso 1b: para velocidad de modulación de 4,608 MHz:

$MER_{\text{symp}} \geq 27 \text{ dB}$ en frecuencias portadoras de 20 a 41 MHz

$MER_{\text{symp}} \geq 24 \text{ dB}$ en frecuencias portadoras de 15 a 20 MHz y de 41 a 47 MHz

$MER_{\text{symp}} \geq 23 \text{ dB}$ en frecuencias portadoras de 10 a 20 MHz y de 47 a 55 MHz

Caso 2: Canal plano, igualación en transmisión ACTIVADA

Caso 2a: para TDMA/QPSK, $MER_{\text{symp}} \geq 30 \text{ dB}$

Caso 2b: para S-CDMA y todas las modulaciones TDMA excepto QPSK, $MER_{\text{symp}} \geq 35 \text{ dB}$

Caso 2c: para S-CDMA, $MER_{\text{symp}} \geq 33 \text{ dB}$

Caso 3: Canal de eco, igualación en transmisión ACTIVADA

Caso 3a: en presencia de un solo eco seleccionado entre las microrreflexiones de canal definidas en el Cuadro D.2, la MER_{symp} medida DEBE ser $\geq 30 \text{ dB}$ para TDMA/QPSK, y $\geq 33 \text{ dB}$ para S-CDMA y todas las modulaciones TDMA excepto QPSK.

Caso 3b: en presencia de dos o tres de los ecos definidos en el Cuadro D.2 (especificándose como máximo una de las dos cantidades: magnitud y retardo), MER_{symp} medida DEBE ser $\geq 29 \text{ dB}$.

El CMTS DEBE proporcionar un modo prueba en que:

- acepta coeficientes de igualador a través de una interfaz externa, por ejemplo, Ethernet;
- envía los coeficientes al preequalizador del CM mediante una respuesta determinación de distancia (tanto en el modo fijación como en el modo convolución);
- no ajusta la frecuencia, la temporización ni la potencia del CM.

D.6.2.22.4 Distorsión del filtro

Véase la cláusula 6.2.22.4.

D.6.2.22.5 Ruido de fase de la portadora

Véase la cláusula 6.2.22.5.

D.6.2.22.6 Exactitud de la frecuencia de canal

Véase la cláusula 6.2.22.6.

D.6.2.22.7 Exactitud de la velocidad de modulación

Véase la cláusula 6.2.22.7.

D.6.2.22.8 Fluctuación de fase de la temporización de la modulación

Véase la cláusula 6.2.22.8.

D.6.2.23 Características de la potencia de entrada del desmodulador en sentido ascendente

La potencia de entrada máxima total del desmodulador en sentido de retorno NO DEBE exceder 89 dBmV para el funcionamiento en la gama de frecuencias de 10-55 MHz.

La potencia recibida prevista en cada portadora DEBE estar dentro de los valores indicados en el Cuadro D.15.

El desmodulador DEBE funcionar respetando sus especificaciones de calidad de funcionamiento definidas con ráfagas dentro de ± 6 dB de la potencia nominal en recepción dispuesta por la instrucción. Así, la potencia máxima recibida en una ráfaga DEBE ser igual o inferior a 89 dB μ V.

Cuadro D.15 – Características de la potencia de entrada del desmodulador ascendente

Velocidad de modulación (kHz)	Gama máxima (dBμV)	Aplicabilidad
144	+47 a +75	CMTS PUEDE soportar
288	+47 a +75	CMTS PUEDE soportar
576	+47 a +75	CMTS PUEDE soportar
1 152	+47 a +75	CMTS DEBE soportar
2 304	+50 a +78	CMTS DEBE soportar
4 608	+53 a +81	CMTS DEBE soportar

D.6.2.24 Salida eléctrica del CM en sentido ascendente

El CM DEBE presentar a la salida una señal modulada RF con las características indicadas en el Cuadro D.16.

Cuadro D.16 – Salida eléctrica del CM

Parámetro	Valor
Frecuencia	10 a 55 MHz borde a borde
Gama de nivel por canal (modo transmisión por canales múltiples desactivado o sólo modo de transmisión por canales múltiples activado con un canal en el TCS)	TDMA: P_{\min} a +117 dBmV (32 QAM, 64 QAM) P_{\min} a +118 dBmV (8 QAM, 16 QAM) P_{\min} a +121 dBmV (QPSK) S-CDMA: P_{\min} a +116 dBmV (todas las modulaciones) siendo P_{\min} = +77 dBmV, velocidad de modulación 1 152 kHz P_{\min} = +80 dBmV, velocidad de modulación 2 304 kHz P_{\min} = +83 dBmV, velocidad de modulación 4 608 kHz
Gama de nivel por canal (dos canales en el TCS)	TDMA: P_{\min} a +114 dBmV (32 QAM, 64 QAM) P_{\min} a +115 dBmV (8 QAM, 16 QAM) P_{\min} a +118 dBmV (QPSK) S-CDMA: P_{\min} a +113 dBmV (todas las modulaciones) siendo P_{\min} = +77 dBmV, velocidad de modulación 1 152 kHz P_{\min} = +80 dBmV, velocidad de modulación 2 304 kHz P_{\min} = +83 dBmV, velocidad de modulación 4 608 kHz
Gama de nivel por canal (tres o cuatro canales en el TCS)	TDMA: P_{\min} a +111 dBmV (32 QAM, 64 QAM) P_{\min} a +112 dBmV (8 QAM, 16 QAM) P_{\min} a +115 dBmV (QPSK) S-CDMA: P_{\min} a +113 dBmV (todas las modulaciones) siendo P_{\min} = +77 dBmV, velocidad de modulación 1 152 kHz P_{\min} = +80 dBmV, velocidad de modulación 2 304 kHz P_{\min} = +83 dBmV, velocidad de modulación 4 608 kHz
Tipo de modulación	QPSK, 8 QAM, 16 QAM, 32 QAM, 64 QAM y 128 QAM
Velocidad de modulación (nominal)	TDMA: 1 152, 2 304 y 4 608 kHz S-CDMA: 1 152, 2 304 y 4 608 kHz Funcionamiento pre-DOCSIS 3.0 facultativo, TDMA: 144, 288 y 576 kHz
Ancho de banda	TDMA: 1 500, 3 000 y 6 000 kHz S-CDMA: 1 500, 3 000 y 6 000 kHz Funcionamiento pre-DOCSIS 3.0 facultativo, TDMA: 187,5, 375 y 750 kHz
Impedancia de salida	75 ohmios
Pérdida de retorno a la salida	> 6 dB (10 a 55 MHz) > 6 dB (90 a 770 MHz)
Conector	Conector F de acuerdo con [CEI 61169-24] (común con la entrada)

D.6.2.25 Capacidades del transmisor CM ascendente

Véase la cláusula 6.2.25.

D.6.3 Descendente

D.6.3.1 Protocolo descendente y soporte de entrelazado

La subcapa PMD descendente DEBE ser conforme con [UIT-T J.83-C].

El método de entrelazado para 64 QAM y 256 QAM DEBE ser conforme con [UIT-T J.83-C]. El canal descendente DEBE soportar una gama de frecuencias de 90 MHz a 770 MHz de borde a borde.

D.6.3.2 Entrada eléctrica descendente al CM

El CM DEBE poder aceptar cualquier número de señales entre uno y MDBC simultáneamente, situadas en intervalos de frecuencias que se ajustan a la lista TB y la lista Demod del CM. El CM DEBE poder reconfigurarse para recibir distintos canales. Como mínimo, el CM DEBE poder recibir al menos cuatro canales descendentes, situados independientemente dentro de una ventana arbitraria de 60 MHz en una banda de frecuencias descendente. El CM DEBE soportar la agrupación de cualquier número de canales descendentes hasta el máximo. El CM DEBE poder situar y aceptar señales moduladas RF en los canales que utiliza el sistema de cable en que operará. Por ejemplo, puede tratarse del plan de frecuencias de Japón para portadoras QAM digitales [Artículo 23/26]. Las señales tendrán las características definidas en el Cuadro D.17.

Cuadro D.17 – Entrada eléctrica al CM

Parámetro	Valor
Frecuencia central	93 a 767 MHz \pm 30 kHz
Gama de nivel (un canal DOCSIS)	+45 a +75 dB μ Vrms para 64 QAM +51 a +81 dB μ Vrms para 256 QAM
Tipo de modulación	64 QAM y 256 QAM
Velocidad de símbolos (nominal)	5,274 MHz
Ancho de banda	6 MHz (conformación de raíz cuadrada de coseno elevado con alfa = 0,13)
Potencia de entrada total (40 MHz y superior)	< 93 dB μ V
Potencia máxima de cualquier entrada de portadora al CM	80 dB μ V
Impedancia de entrada (carga)	75 ohmios
Pérdida de retorno a la entrada	> 6 dB (10 a 55 MHz) > 6 dB (90 a 770 MHz)
Conector	Conector F de acuerdo con [CEI 61169-24] (común con la salida)

D.6.3.3 Característica de tasa de errores de bit del CM

La tasa de errores de bit del CM DEBE ser la indicada en esta cláusula. Los requisitos relativos a la tasa de errores de bit son aplicables al modo de entrelazado I = 12, J = 17.

D.6.3.3.1 64 QAM

D.6.3.3.1.1 Característica de tasa de errores de bit del CM para 64 QAM

La tasa de errores de bit DEBE ser inferior a 10^{-8} para una relación portadora/ruido (en el ancho de banda Nyquist) de 26 dBrms para 64 QAM con corrección de errores.

D.6.3.3.1.2 Característica de rechazo de imagen para 64 QAM

Las características descritas en la cláusula D.6.3.3.1.1 DEBEN satisfacerse en presencia de una señal analógica o digital con un nivel de +10 dBc en cualquier porción de la banda RF que no sea la de los canales adyacentes.

D.6.3.3.1.3 Calidad de funcionamiento de los canales adyacentes 64 QAM

Las características descritas en la cláusula D.6.3.3.1.1 DEBEN satisfacerse en presencia de una señal digital con un nivel de 0 dBc en los canales adyacentes.

Las características descritas en la cláusula D.6.3.3.1.1 DEBEN satisfacerse en presencia de una señal analógica con un nivel de +10 dBc en los canales adyacentes.

Las características descritas en la cláusula D.6.3.3.1.1, con un margen adicional de 0,2 dB, DEBEN satisfacerse en presencia de una señal digital con un nivel de +10 dBc en los canales adyacentes.

D.6.3.3.2 256 QAM

D.6.3.3.2.1 Característica de tasa de errores de bit del CM para 256 QAM

La tasa de errores de bit DEBE ser inferior a 10^{-8} para una relación portadora/ruido (en el ancho de banda Nyquist) de 33 dBrms para 256 QAM con corrección de errores.

D.6.3.3.2.2 Característica de rechazo de imagen para 256 QAM

Las características descritas en la cláusula D.6.3.3.2.1 DEBEN satisfacerse en presencia de una señal analógica o digital con un nivel de +10 dBc en cualquier porción de la banda RF que no sea la de los canales adyacentes.

D.6.3.3.2.3 Calidad de funcionamiento de los canales adyacentes 256 QAM

Véase la cláusula 6.3.3.2.3.

D.6.3.4 Capacidades de recepción múltiple descendente

Véase la cláusula 6.3.4.

D.6.3.5 Soporte de canal DS no síncrono

Véase la cláusula 6.3.5.

Apéndice I

Ejemplo de secuencia de preámbulo

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

I.1 Introducción

Una supercadena de preámbulo programable, con una longitud máxima de 1536 bits, forma parte del perfil o atributos del canal completo, comunes a todos los perfiles de ráfaga en el canal, no obstante lo cual cada perfil de ráfaga puede especificar la posición de comienzo dentro de esta secuencia de bits y la longitud del preámbulo. El primer bit del patrón preámbulo se designa por el desplazamiento del valor de preámbulo. El primer bit del patrón preámbulo es el primer bit que entra en el dispositivo de establecimiento de la correspondencia de símbolos (véanse la Figuras 6-1, 6-2 y 6-3), y es el primer símbolo de la ráfaga (véase la cláusula 6.2.13). A título de ejemplo, para un valor de desplazamiento de preámbulo = 100, el 101.º bit de la supercadena de preámbulo es el primer bit que entra en el dispositivo de establecimiento de la correspondencia de símbolos, y el 102.º bit es el segundo bit que entra en dicho dispositivo, y se hace corresponder a Q1, y así sucesivamente. En la cláusula I.2 se presenta un ejemplo de una supercadena de preámbulo con una longitud de 1536 bits.

I.2 Ejemplo de secuencia de preámbulo

A continuación se presenta un ejemplo de una secuencia de preámbulo de 1536 bits:

Bits 1 a 128:

```
1100 0011 1111 0000 0011 0011 1111 1100 0011 0011 0000 0011 1100 0000 0011 0000  
0000 1110 1101 0001 0001 1110 1110 0101 0010 0101 0010 0101 1110 1110 0010 1110
```

Bits 129 a 256:

```
0010 1110 1110 0010 0010 1110 1110 1110 1110 1110 0010 0010 0010 1110 1110 0010  
1110 1110 1110 0010 1110 0010 1110 0010 0010 0010 0010 1110 0010 0010 1110 0010
```

Bits 257 a 384:

```
0010 1010 0110 0110 0110 1110 1110 1110 0010 1110 0010 1110 0010 1110 0110 1010  
0010 1110 1110 1010 0110 1110 0110 0010 0110 1110 1010 1110 0010 1010 0110 0010
```

Bits 385 a 512:

```
0010 1110 0110 1110 0010 1010 1010 0110 0010 1110 0110 0110 1110 0010 0010 0110  
0010 1110 0010 1010 0010 1110 0110 0010 0010 1010 0010 0110 0010 1010 0010 1010
```

Bits 513 a 640:

```
0010 1110 0110 1110 0110 0110 1110 0010 0110 1010 0110 0010 1110 1110 1010 0010  
1110 1110 0010 1110 1110 1110 0010 1110 1110 0010 1110 0010 0010 1110 0010 0010
```

Bits 641 a 768:

```
1110 1110 1110 0010 0010 0010 1110 0010 1110 1110 1110 1110 0010 0010 1110 0010  
1110 0010 0010 0010 1110 1110 0010 0010 0010 0010 1110 0010 0010 0010 0010 1110
```

Bits 769 a 896:

```
0011 0000 1111 1100 0000 1100 1111 1111 0000 1100 1100 0000 1111 0000 0000 1100  
0000 0000 1111 1111 1111 0011 0011 0011 1100 0011 1100 1111 1100 1111 0011 0000
```

Bits 897 a 1024:

```
1100 0011 1111 0000 0011 0011 1111 1100 0011 0011 0000 0011 1100 0000 0011 0000  
0000 1110 1101 0001 0001 1110 1110 0101 0010 0101 0010 0101 1110 1110 0010 1110
```

Bits 1025 a 1152:

0010 1110 1110 0010 0010 1110 1110 1110 1110 1110 0010 0010 0010 1110 1110 0010
1110 1110 1110 0010 1110 0010 1110 0010 0010 0010 0010 1110 0010 0010 1110 0010

Bits 1153 a 1280:

0010 0010 1110 1110 1110 1110 1110 1110 0010 1110 0010 1110 0010 1110 1110 0010
0010 1110 1110 0010 1110 1110 1110 0010 1110 1110 0010 1110 0010 0010 1110 0010

Bits 1281 a 1408

1100 1100 1111 0000 1111 1111 1100 0000 1111 0011 1111 0011 0011 0000 0000 1100
0011 0000 0011 1111 1111 1100 1100 1100 1111 0000 1111 0011 1111 0011 1100 1100

Bits 1409 a 1536:

0011 0000 1111 1100 0000 1100 1111 1111 0000 1100 1100 0000 1111 0000 0000 1100
0000 0000 1111 1111 1111 0011 0011 0011 1100 0011 1100 1111 1100 1111 0011 0000

Apéndice II

Entramado en el modo S-CDMA

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

En caso de contradicción entre este apéndice y cualquier cláusula normativa de esta Recomendación, prevalecerá esta última.

Obsérvese que el ejemplo de código presentado en las cláusulas II.1 y II.2 siguientes se refiere exclusivamente al caso de una sola ráfaga que utiliza todos los códigos de ensanche.

II.1 Numeración de subsímbolos codificados

El siguiente ejemplo de código es una breve descripción algorítmica del funcionamiento del generador de direcciones para símbolos codificados. Primeramente, el generador de direcciones para los símbolos codificados llena las filas utilizando el parámetro tamaño del escalón de entrelazador (*step* en el listado) para avanzar escalonadamente a través de los intervalos de ensanche dentro de una fila. Cada escalón se realiza utilizando un algoritmo de módulo modificado que permite el uso del tamaño del escalón de entrelazador e intervalos de ensanche por trama con divisores comunes. Después de llenada cada línea, se comienza la línea siguiente con el primer intervalo de ensanche. En los siguientes listados, el índice "i" se inicializa al valor "1" y *coded_col0* se define como "0".

```
for(row = FIRST_ROW; row ≤ LAST_ROW; row++)
{
    coded_col = 0;
    store_coded( row, coded_col, cod_sym);
    /* Store the coded portion of the symbol (or preamble) to (row, coded_col) */
    for( i = 1; i < framelen; i++ )
    {
        coded_col = coded_col + Interleaver_step_size;

        if( mod( i, framelen / gcd( step, framelen ) ) == 0 )
            coded_col = coded_col + 1; /* gcd is greatest common divisor */

        coded_col = mod( coded_col, framelen );
        store_coded( row, coded_col, cod_sym );
        /* Store the coded portion of the symbol (or preamble) to (row, coded_col)
    */
    }
}
```

II.2 Numeración de subsímbolos no codificados

El siguiente ejemplo es una breve descripción algorítmica del funcionamiento del generador de direcciones para símbolos no codificados. Primeramente, el generador llena las columnas con una subtrama. El índice de fila se incrementa en una unidad por cada símbolo no codificado. Al final de la subtrama se incrementa el índice de columna, y el índice de fila se fija a la primera fila de la subtrama. Después de completada una subtrama, la siguiente subtrama comienza por el siguiente subsímbolo no codificado.

```
uncoded_col = 0;
uncoded_row = FIRST_ROW;
while( uncoded_row ≤ LAST_ROW)
{
    if( ( uncoded_row + R ) > LAST_ROW )
        Rprime = LAST_ROW - uncoded_row + 1;
    else
        Rprime = R;

    for( i = 0; i < Rprime; i++)
    {
```

```

        /* Check whether (uncoded_row, uncoded_col) is a preamble location.
        * If it is, go to next location */
        if( not_preamble( uncoded_row, uncoded_col ) )
            store_uncoded( uncoded_row, uncoded_col, unc_sym );
        uncoded_row = uncoded_row + 1;
    }

    uncoded_row = uncoded_row - Rprime;
    uncoded_col = uncoded_col + 1;
    if (uncoded_col ≥ framelen)
    {
        uncoded_col = 0;
        uncoded_row = uncoded_row + R;
    }
}

```

FIRST_ROW y LAST_ROW son, respectivamente, la primera y la última fila (es decir, el primero y el último código) en cada trama abarcada por la concesión. FIRST_ROW puede estar entre 0 y 127 en la primera trama de la atribución y es 0 en cualesquiera otras tramas que la concesión pueda abarcar (si existe). LAST_ROW puede estar entre 0 y 127 en la última trama de la ráfaga y es 127 para cualquier otra trama (en su caso).

II.3 Numeración de los símbolos presentados a la salida del entramador

El siguiente ejemplo de código es una breve descripción algorítmica del funcionamiento del generador de direcciones para los símbolos presentados a la salida. El generador de direcciones para los símbolos presentados a salida se utiliza para acceder a las memorias de subsímbolos codificados y de subsímbolos no codificados. Este generador accede primero a todas las filas (códigos) de un intervalo de ensanche, y después a las de los intervalos ensanche subsiguientes. Esta descripción algorítmica se generaliza a cualquier número permitido de códigos activos, denotándose el parámetro número de códigos activos con N_a .

```

for( col=0; col < framelen; col++ )
    for( row=(128-Na); row < 128; row++ )
        outsym = get_data( row, col );

```

Téngase en cuenta que el direccionamiento de fila entramador opera independientemente del modo de códigos activos seleccionables. Ya se utilice el modo 1 o el modo 2 de códigos activos seleccionables, los códigos no utilizados están en los índices de dirección de fila inferiores de la trama y, por tanto, no se utilizan.

II.4 Observación

En todos estos ejemplos, el número de iteraciones efectuadas dentro del bucle no siempre es correcto, pues el número correspondiente a una atribución puede ser menor que el número de códigos. En la cláusula II.2, el ejemplo presentado se refiere a una subtrama acertada.

Apéndice III

Efectos de la temperatura ambiente y de la carga eólica

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

En este apéndice se examinan los posibles efectos de los cambios de la temperatura ambiente y de la carga eólica dinámica en el funcionamiento de un sistema formado por unos CM y CMTS DOCSIS 2.0. Este apéndice tiene por objeto describir los posibles métodos para hacer frente a estas situaciones. Se estudian las relaciones entre la variación de la temporización de la señal en sentido de retorno recibida y la velocidad de cambio de estas condiciones ambientales de la planta. Sin embargo, no se dispone de datos medidos en condiciones de explotación que proporcionen estadísticas relativas a las condiciones ambientales utilizadas en estas relaciones, por lo que no es posible, en el momento en que se escribe este apéndice, determinar la magnitud o la frecuencia de aparición de estas condiciones en sistemas de cable operacionales. Con este apéndice no se pretende realizar un examen exhaustivo de ninguna de estas cuestiones, ni de las soluciones correspondientes.

En este apéndice se tratan los siguientes temas:

- tolerancia a la variación del tiempo de propagación a través de la planta, a los efectos de la sincronización;
- variación del tiempo de propagación debida a los cambios de temperatura;
- variación del tiempo de propagación debida al viento en el caso de planta de cable aéreo.

III.1 Tolerancia a la variación del tiempo de propagación a través de la planta, a los efectos de la sincronización

Los requisitos relativos a la sincronización del receptor del CMTS en el modo S-CDMA y en el modo TDMA avanzado son idénticos para la misma constelación de señal y las mismas velocidades de símbolos. Sin embargo, en el modo S-CDMA, la sincronización de las ráfagas se obtiene con una aproximación fina mediante el proceso de determinación de distancia, mientras que, en el modo TDMA, la sincronización de las ráfagas se obtiene primero con una aproximación gruesa mediante el proceso de determinación de distancia, y después con una aproximación fina mediante un proceso de recuperación de la temporización de ráfaga en el receptor. En ambos casos, el grado de exactitud de la temporización requerido en el receptor es más riguroso para las velocidades de símbolos más altas y las constelaciones de orden más alto.

Dado que el modo S-CDMA requiere una exactitud de la temporización con una aproximación fina, obtenida aplicando solamente el proceso de determinación de distancia, este modo de funcionamiento es más sensible a la variación del tiempo de propagación a través de la planta de cable entre intervalos de determinación de distancia, que pueden llegar a estar separados por lapsos de hasta 30 s. En el Cuadro III.1 se indican las variaciones del tiempo de propagación a través de la planta que pueden ser toleradas en los modos S-CDMA y TDMA para una degradación de 1 dB en las condiciones de este ejemplo.

Cuadro III.1 – Variación admisible del tiempo de propagación a través de la planta

Constelación	E_s/N_0 para una BER de $1e-8$ (dB)	Variación admisible del tiempo de propagación cresta a cresta (ns) a través de la planta en modo S-CDMA	Variación admisible del tiempo de propagación cresta a cresta (ns) a través de la planta en modo TDMAX
QPSK codificación completa	5	90	800
TCM QPSK	9	79	N/A
TCM 8 QAM	12	57	N/A
QPSK no codificada	15	38	800
64 QAM codificación completa	17,7	24	800
TCM 32 QAM	19	18	N/A
16 QAM no codificada	22	9	800
32 QAM no codificada	25	6	800
TCM 128 QAM	25	6	N/A
64 QAM no codificada	28	2	800

Condiciones definidas:

- degradación de 1 dB para una BER de $1e-8$;
- desplazamiento de determinación de distancia uniforme en $\pm 1/64$ chip;
- 63 CM, cada uno con 2 códigos;
- los números E_s/N_0 son valores teóricos ideales, no incluyen efectos de la implementación;
- velocidad de modulación 5,12 MHz;
- variación de la temporización en un periodo de 30 s;
- el receptor TDMA acepta un desplazamiento de temporización bruto de ± 2 símbolos (que depende de la implementación).

Este factor de degradación del canal debería considerarse junto con todas las otras características de los canales en sentido de retorno indicadas en el Cuadro 5-2 o el Cuadro B.3, dependiendo de cuál de las dos opciones tecnológicas sea pertinente para la aplicación (América del Norte o Europa), según se describe en la cláusula 1.1.

El sistema DOCSIS requiere mantenimiento de estación al menos cada 30 s (el temporizador T4 tienen un valor máximo de 35 s). En el modo S-CDMA para una velocidad de modulación y una velocidad de símbolos determinadas, si se produce una variación del tiempo de propagación tan rápida que el cambio del tiempo de propagación no puede ser seguido por el mantenimiento de estación, puede recurrirse a una de las siguientes soluciones transaccionales y/o modificaciones del sistema:

- 1) disminuir el periodo de mantenimiento de estación;
- 2) disminuir el orden de la constelación;
- 3) disminuir la velocidad de modulación;
- 4) aplicar una corrección de error adicional;
- 5) aplicar una combinación de las soluciones 1 a 4; o

6) conmutar el modo de funcionamiento del canal a TDMA.

En las siguientes cláusulas se examina el efecto de los cambios de temperatura y de la carga eólica en el tiempo de propagación a través de la planta de cable coaxial y HFC.

III.2 Variación del tiempo de propagación debida a los cambios de temperatura

III.2.1 Variación del tiempo de propagación a través de la fibra óptica debida a los cambios de temperatura

En el diseño de una planta HFC, el número de amplificadores en cascada en la porción coaxial se mantiene bajo a fin de mantener la degradación de la señal a un nivel aceptable. Como resultado de esto, los tramos largos de la planta de cable están constituidos principalmente de fibra óptica. Un valor típico para la variación del tiempo de propagación debida a los cambios de temperatura de la fibra óptica es 44 ps por km por grado C. La variación del tiempo de propagación se debe principalmente al cambio del índice de refracción del vidrio con la temperatura, no al cambio de la longitud de la fibra.

Se supone que el cambio en la longitud del cable óptico debido al estiramiento o a la expansión será un factor despreciable, porque los cables ópticos se construyen de tal modo que la fibra óptica esté mecánicamente aislada de los esfuerzos que se producen en el cable propiamente dicho. La fibra óptica generalmente está emplazada holgadamente en un tubo dentro del cable y un movimiento relativo de pequeña magnitud es posible. Esta construcción permite una manipulación normal del cable y su despliegue aéreo sin que se causen esfuerzos mecánicos importantes en la fibra óptica.

Suponiendo una variación de 44 ps por km por grado C, cualquier producto de la longitud del cable óptico y el cambio de temperatura que sea igual a 50 da por resultado un cambio de aproximadamente 2 ns en el tiempo de propagación a través de la fibra. Por ejemplo, para una fibra óptica de 25 km que sufre un cambio de temperatura de 2°C se producirá un cambio de 2 ns en el tiempo de propagación. Para la distancia máxima entre CMTS y CM especificada en DOCSIS de 100 millas o aproximadamente 160 km, el cambio de temperatura necesario para que se produzca un segundo cambio de 2 ns en el tiempo de propagación en un solo sentido es 0,3°C.

Evidentemente, la cuestión es determinar cuan rápidamente el núcleo del cable (donde está la fibra óptica) se calentará cuando se producen cambios de la temperatura ambiente. En el caso de cables enterrados o subterráneos, esta cuestión no se plantea. En el caso de cables aéreos debería considerarse la carga solar. Las temperaturas en el interior de cables con cubierta negra son algo más elevadas que la temperatura ambiente a la luz del sol, pero actualmente no se dispone de datos. Cuando el sol naciente da sobre un cable aéreo en una mañana fría, cabe esperar un cambio de temperatura. Asimismo, rayos de sol que salen de una cobertura nubosa pueden producir un efecto similar, aunque hay que considerar el tamaño de la sombra de la nube que se aleja. Los anteriores ejemplos numéricos hacen pensar que sólo los cables aéreos largos pueden presentar problemas en el caso de algunas combinaciones de hora del día y condiciones del tiempo.

III.2.2 Variación del tiempo de propagación a través del cable coaxial debida a los cambios de temperatura

El cable coaxial tiene un material espumoso aplicado por soplado entre el conductor central y el blindaje sólido, y la velocidad de propagación nominal es aproximadamente el 87% de la velocidad en el espacio libre. La velocidad de propagación no varía sensiblemente con la temperatura. Dadas las longitudes relativamente pequeñas de cable coaxial en la mayor parte de las plantas HFC (unos pocos kilómetros), no parece probable que esta sea una fuente apreciable de variación del tiempo de propagación.

III.2.3 Variación del tiempo de propagación debida al viento

Los cables aéreos se estiran cuando están sometidos a la acción del viento, por lo que es posible calcular un tiempo de propagación imputable a los cambios de longitud producidos como consecuencia de diversas cargas eólicas. Como se ha dicho antes, el cable óptico tiene, por construcción, un elevado grado de tolerancia al estiramiento, por lo que cabe suponer que el estiramiento del cable óptico debido a la carga eólica puede ser ignorado. Por el contrario, la carga eólica afectará a los cables coaxiales aéreos.

La carga eólica es difícil de tratar analíticamente porque es muy poco probable que sea uniforme a lo largo del cable. Para una investigación más a fondo de este efecto se necesita un modelo representativo del tiempo de propagación construido sobre la base de una gran cantidad de datos medidos. La carga eólica puede ser una fuente de rápidas variaciones del tiempo de propagación, las cuales pueden producirse a intervalos lo suficientemente pequeños para que el mecanismo de determinación de distancia pueda detectar su variación con exactitud.

Los efectos de la carga eólica sobre cables típicos fueron investigados mediante un programa ofrecido al público por un fabricante de cable coaxial. Estos cálculos mostraron que son posibles cambios de longitud en una gama de 0,01% a 0,05% para cargas eólicas de diversas magnitudes. Esto se traduce por una variación significativa del tiempo de propagación. Por ejemplo, para un cable con una longitud de 8 km y una variación del 0,02% de la longitud, el cambio del tiempo de propagación es:

$$(8/3e5)*(1/0,87)*2e-4 \text{ s} = 6 \text{ ns}$$

Este es un valor de cresta, pero el cable coaxial es corto y la carga eólica es moderada. Si bien no se especifica el periodo de tiempo durante el cual se produce esta variación, puede observarse que existen datos relativos a las ráfagas de viento para la mayor parte de las ciudades, y que las ráfagas de viento serán el mecanismo que influirá en mayor grado en los cambios que experimentará la base de tiempo de las plantas de cable como consecuencia de la acción del viento. Por ejemplo, en la ciudad de Nueva York, en la fecha en que se escribe este apéndice, se informa de ráfagas de viento de hasta 64 km/hora, cuando la velocidad media del viento es de unos 16 km/hora. Por consiguiente, en un periodo de 1 a 4 s (el intervalo típico de medición de una ráfaga de viento), la velocidad del viento experimenta un cambio de 48 km/hora. En lugares propensos a sufrir vientos intensos, a menudo se miden ráfagas de viento mucho más fuertes.

Apéndice IV

Descripción de la capacidad conjunto de canales de transmisión ascendentes: ejemplo de cálculo para la información y la determinación del número de canales activos soportados

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

Como se describe en los requisitos de la cláusula 6.2.25.1, el CM comunica al CMTS sus capacidades en cuanto al número de canales ascendentes activos que puede soportar. El método de comunicación debe describir clara e inequívocamente las capacidades del CM al CMTS.

En este apéndice se dan las definiciones de los parámetros, de acuerdo con la cláusula 6.2.25.1, y también se dan ejemplos que ilustran los cálculos necesarios en el CM y el CMTS para que ambos entiendan precisamente las mismas combinaciones de canales de transmisión ascendentes posibles.

Sean X = número de canales de 6,4 MHz, Y = número de canales de 3,2 MHz y Z = número de canales de 1,6 MHz activos al mismo tiempo (conjunto de canales de transmisión). Sean X_{\max} el número máximo de canales de 6,4 MHz que el CM puede soportar; Y_{\max} el número máximo de canales de 3,2 MHz que puede soportar el CM, y Z_{\max} el número máximo de canales de 1,6 MHz que el CM puede soportar. Z_{\max} equivale al número máximo de transmisores ascendentes que puede soportar el CM.

El CM comunica X_{\max} , Y_{\max} y Z_{\max} durante el registro utilizando la codificación de capacidades de módem especificadas en el Anexo C de [UIT-T J.222.2], "Codificación de capacidades de módem". En la cláusula 6.2.25.1 se especifica que $X_{\max} \leq Y_{\max} \leq Z_{\max}$.

La comunicación de X_{\max} , Y_{\max} y Z_{\max} por el CM facilita suficiente información para describir todas las combinaciones posibles de X , Y y Z .

Se entiende que directamente se dan las combinaciones de (X, Y, Z) , que son $(X_{\max}, 0, 0)$; $(0, Y_{\max}, 0)$, y $(0, 0, Z_{\max})$.

A partir de esos valores el CMTS puede calcular $B_{\max} = \max(6,4 * X_{\max}, 3,2 * Y_{\max}, 1,6 * Z_{\max})$.

Entonces, se permiten todos los valores de (X, Y, Z) que satisfagan las siguientes desigualdades:

$$6,4 * X + 3,2 * Y + 1,6 * Z \leq B_{\max}$$

$$X \leq X_{\max}$$

$$Y \leq Y_{\max}$$

$$X + Y + Z \leq Z_{\max}$$

Ejemplos

Ejemplo 1:

$$X_{\max} = 4; Y_{\max} = 4; Z_{\max} = 4$$

En este caso son posibles todas las combinaciones con $X + Y + Z \leq 4$.

Ejemplo 2:

$$X_{\max} = 4; Y_{\max} = 8; Z_{\max} = 16$$

En este caso tenemos todas las combinaciones en que $6,4X + 3,2Y + 1,6Z \leq 25,6$.

Esto equivale a un receptor que puede canalizar 25,6 MHz en cualquier combinación de tres anchos de banda de canal sin restricciones.

Ejemplo 3:

$$X_{\max} = 4; Y_{\max}=8; Z_{\max} =8$$

Se trata de un subconjunto del Ejemplo 2.

Con esta información de capacidad se han de cumplir ambas condiciones; a) $6,4X + 3,2Y + 1,6Z \leq 25,6$ y b) $X + Y + Z \leq 8$.

Así, con esta información QUEDAN EXCLUIDOS todos los casos del Ejemplo 2 con $X + Y + Z > 8$.

En este caso el CM sólo tiene que soportar (y sólo se le pedirá que soporte) un máximo de 8 canales, aunque todos tengan 1,6 MHz de ancho de banda.

No se han de soportar otras restricciones del conjunto de canales de transmisión.

Ejemplo 4:

$$X_{\max} = 4; Y_{\max} = 6; Z_{\max} = 8$$

Se trata de un subconjunto del Ejemplo 2 y un subconjunto del Ejemplo 3.

Con esta información de capacidad se han de cumplir ambas condiciones: a) $6,4X + 3,2Y + 1,6Z \leq 25,6$ y b) $X + Y + Z \leq 8$, pero también $Y \leq 6$.

Así, con esta información QUEDAN EXCLUIDOS todos los casos del Ejemplo 2 con $X + Y + Z > 8$ y TAMBIÉN QUEDAN EXCLUIDOS $(0, 8, 0)$; $(0,7,1)$; {y $(0,7,0)$ }.

Los últimos casos QUEDAN EXCLUIDOS porque se han de excluir los casos con $Y > Y_{\max} = 6$.

Téngase en cuenta que $(1,6,0)$; $(0,6,2)$; {y $(0, 6, 1)$ y $(0, 6, 0)$ } están INCLUIDOS.

Apéndice V

Descripción del control de potencia de canal ascendente con múltiples canales ascendentes

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

En este apéndice se explica la diferencia en el algoritmo de control de potencia con:

- a) múltiples canales ascendentes, en comparación con;
- b) el funcionamiento DOCSIS anterior.

En este apéndice se explica también la extensión de algunos parámetros DOCSIS 2.0 y se definen nuevos parámetros del funcionamiento del control de potencia ascendente, y se dan también ejemplos que ilustran el ajuste y control de potencia ascendente por el CMTS de CM con el modo transmisión por canales múltiples activado.

V.1 Extensión de los parámetros DOCSIS 2.0 para el modo transmisión por canales múltiples

Los parámetros básicos de DOCSIS 2.0, como son P_r , P_{hi} , P_{low} , y para S-CDMA con número máximo de códigos calendarizados activado, P_{hi_T} , P_{low_S} y P_{on} , conservan la definición y función que tenían en DOCSIS 2.0. Sin embargo, se amplían cuando se activa el modo transmisión por canales múltiples de manera que se definen para cada canal ascendente que el CMTS activa para el CM. Esos parámetros se denotan con un subíndice que identifica el canal al que están asociados. Así, si un CMTS activa para un CM concreto cuatro canales ascendentes, ese CM tendrá P_{r_1} , P_{r_2} , P_{r_3} y P_{r_4} para su nivel de potencia informado (dBmV) en sus cuatro canales ascendentes, respectivamente.

V.2 Nuevos parámetros de control de potencia ascendente DOCSIS 3.0 ("carga", P_{load_n} , $P_{load_min_set}$, gama dinámica, $P_{low_multi_n}$)

Además de la extensión de los parámetros DOCSIS 2.0, DOCSIS 3.0 introduce nuevos parámetros de control de potencia ascendente. Se añaden parámetros como $P_{load_min_set}$, P_{load_n} (por ejemplo, P_{load_1} , P_{load_2} , etc.) y $P_{low_multi_n}$, además de nuevos conceptos, como la gama dinámica y la "carga" de un conversor digital a analógico ascendente con formas de onda moduladas para su transmisión ascendente.

La "carga" de una forma de onda modulada para su transmisión ascendente es una medida de la proximidad de una forma de onda al nivel de potencia máximo (en términos de potencia media). Esto depende del nivel de potencia absoluta de la forma de onda y del tipo de modulación de la forma de onda, pero también del número de canales en el conjunto de canales de transmisión. Por ejemplo con una modulación TDMA 64 QAM, el nivel de potencia máximo permitido es 57 dBmV, 54 dBmV, y 51 dBmV para respectivamente uno, dos y tres canales en el conjunto de canales de transmisión. Una forma de onda TDMA 64 QAM "totalmente cargada" con un canal en el conjunto de canales de transmisión se transmitirá a 57 dBmV, mientras que una forma de onda 64 QAM "totalmente cargada" con tres canales en el conjunto de canales de transmisión se transmitirá a 51 dBmV. Una forma de onda TDMA 64 QAM "infracargada" en 15 dB se transmitirá a $57 \text{ dBmV} - 15 \text{ dB} = 42 \text{ dBmV}$ con un canal en el conjunto de canales de transmisión; y una forma de onda TDMA 64 QAM "infracargada" en 15 dB se transmitirá a $51 \text{ dBmV} - 15 \text{ dB} = 36 \text{ dBmV}$ con tres canales en el conjunto de canales de transmisión. El parámetro P_{load_n} se emplea para transmitir la cantidad en que el n -ésimo canal está infracargado. Así, en el caso de un solo canal en el conjunto de canales de transmisión, con un nivel de transmisión de 42 dBmV para TDMA 64 QAM, el canal está infracargado en 15 dB, por lo que $P_{load_1} = 15 \text{ dB}$. Del mismo modo, cuando en el conjunto de canales de transmisión hay tres canales y tres modulaciones TDMA 64 QAM transmitiendo a 41 dBmV, 38 dBmV y 36 dBmV,

tenemos $P_{load_1} = 10$ dB, $P_{load_2} = 13$ dB y $P_{load_3} = 15$ dB, siendo P_{load_1} correspondiente al canal con el menor valor de P_{load} , o dicho de otro modo, el de mayor o más elevada carga.

El concepto de "carga" y los valores de P_{load_n} sólo están indirectamente vinculados a la potencia de transmisión absoluta, como ya se ha visto en el párrafo anterior, equivaliendo la potencia de transmisión absoluta a la potencia de transmisión máxima (para la modulación y el número de canales en el conjunto de canales de transmisión) menos P_{load_n} para el n -ésimo canal.

Cuando en los perfiles de ráfaga de un canal hay múltiples tipos de modulación, por ejemplo, perfiles de ráfaga TDMA QPSK y TDMA 64 QAM en un mismo canal, la potencia máxima del canal viene determinada por el nivel 64 QAM más bajo de 57 dBmV, en comparación con el valor de 61 dBmV de QPSK (suponiendo para este ejemplo que en el conjunto de canales de transmisión sólo hay un canal), como ocurría en DOCSIS 2.0. En este caso $P_{hi_1} = 57$ dBmV, como define la potencia máxima TDMA 64 QAM. Con "carga plena" en este canal, TDMA 64 QAM transmitirá a 57 dBmV. Téngase en cuenta que QPSK transmitirá a 57 dBmV $- 1,2$ dB = 55,8 dBmV en este caso (debido a la ganancia de constelación de $-1,18$ dB para QPSK). Si bien la modulación TDMA 64 QAM está "plenamente cargada" y $P_{load_1} = 0$ dB en este ejemplo, la modulación TDMA QPSK en este canal está infracargada efectivamente en 5,2 dB. P_{hi_1} está determinado por la modulación 64 QAM en este caso y la modulación QPSK NO determina P_{hi} (de acuerdo con la definición de $P_{hi} = \min(P_{max} - G_{const})$) en todos los perfiles de ráfaga utilizados por el CM en este canal). Por consiguiente, en P_{load_1} sólo se describe la carga de la modulación 64 QAM. La carga de QPSK en este ejemplo es irrelevante para los cálculos y parámetros implicados en el control de potencia con el modo transmisión por canales múltiples activado.

El parámetro $P_{load_min_set}$ está impuesto al CM por el CMTS e impone para P_{load_n} la siguiente restricción:

$P_{load_min_set} \leq P_{load_n} \leq P_{load_min_set} + 12$ dB, para todos los canales del conjunto de canales de transmisión.

Dado que $P_{load_n} = P_{hi_n} - P_{r_n}$, el valor de $P_{load_min_set}$ sitúa el límite en P_{r_n} para cada canal de manera que

$$P_{hi_n} - P_{load_min_set} \geq P_{r_n} \geq P_{hi_n} - P_{load_min_set} - 12 \text{ dB.}$$

(Téngase en cuenta que $P_{low_multi_n} = P_{hi_n} - P_{load_min_set} - 12$ dB.)

Por consiguiente, en cada canal del conjunto de canales de transmisión la gama de P_{r_n} para ese canal se limita al funcionamiento en una ventana de 12 dB con respecto al valor instruido por el CMTS. Esa es la gama dinámica del CM para el n -ésimo canal. Téngase en cuenta que los valores de transmisión reales, P_{r_n} , para cada canal del conjunto de canales de transmisión puede operar en una gama de 12 dB DIFERENTE, pero que los valores de P_{load_n} deben entrar todos en la MISMA ventana de 12 dB. Por consiguiente, sólo hay una gama dinámica configurada para el CM por $P_{load_min_set}$, pero la gama de transmisión absoluta de cada canal puede ser distinta. Por ejemplo, pongamos que en el conjunto de canales de transmisión hay dos canales y uno sólo tiene la modulación TDMA 64 QAM mientras que el otro sólo tiene la modulación TDMA QPSK y, además, $P_{load_min_set} = 15$ dB. Para cada canal la gama dinámica es $15 \text{ dB} \leq P_{load_n} \leq 27 \text{ dB}$. Sin embargo, el canal que sólo tiene la modulación TDMA 64 QAM operará con P_{r_n} entre $54 \text{ dBmV} - 15 \text{ dB} = 39 \text{ dBmV}$ y $54 \text{ dBmV} - 15 \text{ dB} - 12 \text{ dB} = 27 \text{ dBmV}$, mientras que el canal que sólo tiene la modulación TDMA QPSK funcionará con P_{r_n} entre $59,2 \text{ dBmV} - 15 \text{ dB} = 44,2 \text{ dBmV}$ y $59,2 \text{ dBmV} - 15 \text{ dB} - 12 \text{ dB} = 32,2 \text{ dBmV}$.

V.3 Ejemplo de control de potencia ascendente con el modo transmisión por canales múltiples activado

En DOCSIS 2.0, cuando se ordena al CM un cambio del nivel de potencia, se prueba el nuevo P_r con respecto a P_{hi} y P_{low} , y se recorta P_r al nivel P_{hi} o P_{low} si efectivamente P_r es superior a P_{hi} o inferior a P_{low} (de conformidad con la cláusula 6.2.18 de [UIT-T J.122]). Cuando MSC está activado, se prueba P_r y se recorta al nivel P_{hi_T} y P_{low_S} , y se prueba P_{on} y se recorta al nivel P_{hi_S} .

Cuando el CMTS pone el CM en modo transmisión por canales múltiples, se ha de comunicar $P_{load_min_set}$ al CM, lo que determinará la gama dinámica del CM.

Con el modo MTC activado cada canal sigue operando con las pruebas y recortes descritos para DOCSIS 2.0 con las siguientes excepciones:

- 1) Se realiza una prueba adicional comparando el recién propuesto P_{r_n} con $P_{hi_n} - P_{load_min_set}$, para limitar el nivel de potencia máximo para el canal de manera que $P_{load_min_set}$ sea inferior a P_{hi_n} . Efectivamente, el nivel de potencia informada más alto para cada canal se reduce en $P_{load_min_set}$ (dB).
- 2) Si al comparar el recién propuesto P_{r_n} con $P_{hi_n} - P_{load_min_set}$ resulta que P_{r_n} es demasiado elevado, se ignora la instrucción de cambio de potencia para P_{r_n} (téngase en cuenta que cuando $P_{load_min_set}$ es 0 dB no se descartarán las instrucciones para superar el límite de gama de potencia, porque el protocolo descrito en la cláusula 6.2.19 prevé que en primer lugar se pruebe P_{r_n} y se recorte a P_{hi_n} , sin descartes, si es necesario recortar).
- 3) Los pasos 1 y 2 se siguen para verificar también los niveles de potencia bajos, pues ahora tampoco se permite que P_{r_n} sea inferior a $P_{hi_n} - (P_{load_min_set} + 12 \text{ dB})$.
- 4) Con MSC activado se prueba P_{r_n} para garantizar que no rebasa $P_{hi_T_n} - P_{load_min_set}$ y que P_{r_n} no es inferior a $P_{hi_T_n} - (P_{load_min_set} + 12 \text{ dB})$, y, si alguna de las dos condiciones se cumple, se ignora la instrucción de cambio de P_{r_n} .
- 5) Con MSC activado, P_{on} se recorta de manera que no sea superior a $P_{hi_S} - P_{load_min_set}$.

Tómese un ejemplo con cuatro canales TDMA, cada uno de ellos sólo con modulación 64 QAM. En ese ejemplo, supóngase que el CMTS empieza con $P_{load_min_set} = 3 \text{ dB}$ y que para cada canal se limita la potencia de canal, P_{r_n} , para que $\leq P_{hi_n} - 3 \text{ dB}$, de manera que cada canal se limita a 48 dBmV en lugar del máximo con cuatro canales y 64 QAM, que es 51 dBmV. El valor más bajo permitido para cada P_{r_n} es 36 dBmV (12 dB por debajo del valor más alto.) Téngase en cuenta que cada canal está configurado con $P_{r_n} = 46 \text{ dBmV}$, lo que permite 2 dB de tara antes que tenga que incrementarse $P_{load_min_set}$ para que P_{r_n} pueda superar los 48 dBmV.

Pongamos que en este ejemplo el CMTS ordena entonces que uno de los canales reduzca su nivel de potencia en 2 dB. Este cambio necesitará un tiempo de reconfiguración en ese canal, pero todos los demás canales pueden continuar recibiendo concesiones y emitiendo ráfagas y tendrán que seguir cumpliéndose todos los requisitos de fidelidad.

Pongamos entonces que el CMTS ordena a este canal que reduzca su potencia en otros 2 dB y le da un tiempo de reconfiguración. Ahora ese canal ha cambiado su potencia en 4 dB desde el último tiempo de reconfiguración global, por lo que no se cumplen los requisitos de fidelidad.

Digamos ahora que el canal recupera 2 dB de potencia, por lo que su cambio neto desde el último tiempo de reconfiguración global vuelve a ser de -2 dB. Los requisitos de fidelidad siguen sin aplicarse, pues se suprimieron cuando se ordenó al CM modificar uno de sus canales en más de 3 dB desde el último tiempo de reconfiguración global y en la especificación se prevé que los requisitos de fidelidad no se restauren hasta el siguiente tiempo de reconfiguración global.

Siguiendo con el ejemplo, supóngase nuevamente que la potencia del canal se reduce en otros 2 dB, volviendo a 42 dBmV, 4 dB por debajo del valor inicial.

Cuando se da al CM el siguiente tiempo de reconfiguración global, se cumplen todas las condiciones para la plena aplicabilidad de los requisitos de fidelidad.

Posteriormente se ordena a este canal que reduzca su potencia en otros 2 dB y nuevamente se le da un tiempo de reconfiguración para efectuar ese cambio. No se necesita ni se da un tiempo de reconfiguración global. Ahora los requisitos de fidelidad se relajan ligeramente, porque la carga de este canal es 6 dB superior (es decir, menor potencia) a la carga del canal más próximo (40 dBmV en comparación con 46 dBmV). (Téngase también en cuenta que es la carga del canal, es decir, $P_{r,n}$ en comparación con $P_{hi,n}$, y NO el valor absoluto de $P_{r,n}$, la que determina si se respeta la gama de 4 dB para cuatro canales activos.)

Siguiendo con el mismo ejemplo, digamos que se reduce la potencia de otro canal en 4 dB y que se da a ese canal un tiempo de reconfiguración, pero no se aplican los requisitos de fidelidad hasta que se facilite un tiempo de reconfiguración global (a causa del cambio en 4 dB desde la anterior reconfiguración global). Una vez otorgado ese tiempo de reconfiguración global, volverán a aplicarse todos los requisitos de fidelidad, pues se cumplirán todas las condiciones (los valores de $P_{load,n}$ son 5 dB, 5 dB, 9 dB y 11 dB y el valor más bajo de $P_{load,n}$ se encuentra en la horquilla de 3 dB con respecto a $P_{load,min,set}$, que sigue siendo 3 dB).

Digamos ahora que el CMTS quiere elevar la potencia de uno de los dos canales de alta potencia restantes en 2,5 dB. A menos que $P_{load,min,set}$ se reduzca en al menos 0,5 dB, a un valor igual o inferior a 2,5 dB desde su valor actual de 3 dB, esta instrucción de cambio de potencia se ignorará, pues infringe la gama dinámica del canal. Pongamos que el CMTS envía un cambio de $P_{load,min,set}$ de 1 dB y al mismo tiempo aumenta la potencia de uno de los dos canales restantes en 2,5 dB. El CM necesitará esperar al tiempo de reconfiguración global para efectuar los dos cambios en $P_{load,min,set}$ y $P_{r,n}$ para que el canal pase a 48,5 dBmV. Si el CM realiza todos esos cambios, dado que cada canal sólo tiene modulación TDMA 64 QAM, el valor máximo de $P_{r,n}$ (límite superior de la gama dinámica) para cada uno de ellos será de 50 dBmV, y los cuatro canales se pondrán a 48,5 dBmV, 46 dBmV, 42 dBmV y 40 dBmV. Si el CMTS da un tiempo de reconfiguración global, se implementarán los cambios. Sin embargo, si el CMTS da un tiempo de reconfiguración al canal objeto de la instrucción, pero no se trata de un tiempo de reconfiguración global, el CM no podrá ejecutar la instrucción para aumentar la potencia, pues necesita un tiempo de reconfiguración global para modificar la gama dinámica. Téngase en cuenta que, incluso si el cambio de potencia pendiente no exige un nuevo $P_{load,min,set}$, pues el cambio de potencia de canal se ha ordenado al tiempo que el cambio de gama dinámica, el CM no aplicará el cambio de potencia del canal hasta el siguiente tiempo de reconfiguración global. El CM debe esperar y aplicar ambos cambios durante el siguiente tiempo de reconfiguración global, momento en el que el CM seguirá cumpliendo todos los requisitos de fidelidad. Téngase presente que los valores de $P_{load,n}$ son ahora 2,5 dB, 5 dB, 9 dB y 11 dB.

Siguiendo con el mismo ejemplo, considérese que el canal a 40 dBmV en realidad tiene, además de 64 QAM, la modulación TDMA QPSK en sus perfiles de ráfaga. Digamos que también se ordena a este canal que reduzca su potencia en otros 2 dB, $P_{r,n} = 38$ dBmV. $P_{load,n}$ para este canal será entonces 51 dBmV $- 38$ dBmV = 13 dB, que es exactamente 12 dB menos que $P_{load,min,set}$, por lo que $P_{r,n}$ es exactamente igual a $P_{low,multi,n} = 51$ dBmV $- 1$ dB $- 12$ dB = 38 dBmV en este ejemplo. No hay más cambios en este ejemplo. Sin embargo, hay que señalar que cuando se emiten ráfagas QPSK por este canal, se hace a 38 dBmV $- 1,18$ dB = 36,8 dBmV. Véase que este nivel es INFERIOR al nivel de potencia de $P_{low,multi,n}$ para este canal. Eso es carga, en comparación con TDMA QPSK con cuatro canales, que es 55 dBmV $- 36,8$ dBmV = 18,2 dB, mientras que $P_{load,min,set}$ es 1 dB. Incluso cuando QPSK en este canal está infracargado en 18,2 dB, lo que equivale a una diferencia de 17,2 dB con respecto a $P_{load,min,set}$, P_{load} para este canal sigue siendo 12 dB. Que la modulación QPSK esté infracargada en más de 17 dB en comparación con $P_{load,min,set}$ no es relevante. El CM debe poder acomodar la transmisión de modulación QPSK a un valor de carga ligeramente inferior al de 64 QAM, pues la diferencia de potencia entre las ráfagas QPSK y las ráfagas 64 QAM es de apenas 1,18 dB. Que las ráfagas QPSK estén más infracargadas (según nuestra definición en estos requisitos)

no implica que se ordene obviar la fidelidad con esta modulación, pues el nivel de potencia absoluta es prácticamente igual para las ráfagas 64 QAM y QPSK.

V.4 Ejemplos sobre cambios simultáneos y consecutivos de $P_{r,n}$ y $P_{load_min_set}$

Cuando el CMTS envía un nuevo valor $P_{load_min_set}$ al CM, es posible que el CM no pueda proceder a cambiar al nuevo valor inmediatamente por estar en medio de una ráfaga en uno o más de sus canales ascendentes en el momento en que recibe la instrucción de cambiar $P_{load_min_set}$. Puede pasar un tiempo antes de que el CMTS conceda el tiempo de reconfiguración global al CM. Del mismo modo, es posible que el CM no cumpla inmediatamente las instrucciones de cambiar $P_{r,n}$ recibidas, si el n -ésimo canal está emitiendo ráfagas. Es posible que se ordene cambiar $P_{r,n}$ al tiempo que se ordena cambiar $P_{load_min_set}$. El CMTS no debería ordenar un cambio de $P_{load_min_set}$ tras ordenar un cambio de $P_{r,n}$, a menos que también haya concedido un tiempo de reconfiguración suficiente en el n -ésimo canal. El CMTS no debería ordenar un cambio de $P_{load_min_set}$ tras ordenar previamente un cambio de $P_{load_min_set}$ a menos que también haya concedido un tiempo de reconfiguración global para la primera instrucción. Del mismo modo, el CMTS no debería ordenar un cambio de $P_{r,n}$:

- a) hasta haber concedido un tiempo de reconfiguración global tras ordenar un nuevo valor de $P_{load_min_set}$; y
- b) hasta haber concedido un tiempo de reconfiguración suficiente en el n -ésimo canal tras ordenar previamente un cambio de $P_{r,n}$.

Dicho de otro modo, el CMTS debe evitar enviar consecutivamente órdenes de cambio de $P_{r,n}$ y/o $P_{load_min_set}$ al CM sin dejar un tiempo de reconfiguración suficiente para ejecutar la primera instrucción. Cuando se ordenan simultáneamente un nuevo valor de $P_{load_min_set}$ y un cambio de $P_{r,n}$, el CM puede esperar y aplicar el cambio de $P_{r,n}$ en el siguiente tiempo de reconfiguración global (es decir, al mismo tiempo que $P_{load_min_set}$ adopta el nuevo valor) en lugar de aplicarlo en el primer tiempo de reconfiguración suficiente del n -ésimo canal. El valor de $P_{load_min_set}$ que se aplica al nuevo $P_{r,n}$ es el valor de $P_{load_min_set}$ ordenado al mismo tiempo, por lo que, si el nuevo $P_{r,n}$ no está dentro de la gama dinámica del antiguo $P_{load_min_set}$, el CM DEBE esperar al siguiente tiempo de reconfiguración global para modificar el $P_{r,n}$.

En el siguiente ejemplo se trata de $P_{load,n}$ y de $P_{r,n}$ para simplificarlo.

En este ejemplo, digamos que $P_{load_min_set}$ es 15 dB, que $P_{load,1}$ es 16 dB y $P_{load,2}$ es 18 dB, y que se da una nueva instrucción para cambiar $P_{load_min_set}$ a 14 dB al tiempo que se cambia $P_{load,1}$ a 14 dB. Ahora supongamos que existe la posibilidad de cambiar la potencia en el canal 1, pero no se da un tiempo de reconfiguración global hasta más adelante. En este caso el CM debe reconocer que NO debe descartar el cambio de $P_{load,1}$ de 16 dB a 14 dB sólo porque no se ha podido aplicar el nuevo $P_{load_min_set}$. Si se ordena el cambio de $P_{r,1}$ antes que el cambio de $P_{load_min_set}$, la instrucción de cambio de $P_{r,1}$ sitúa $P_{r,1}$ fuera de la gama dinámica y el CM debe ignorarla. Sin embargo, dado que en este ejemplo los cambios de $P_{r,1}$ y $P_{load_min_set}$ se ordenaron simultáneamente, el CM debe dejar pasar la oportunidad de cambiar $P_{r,1}$ en el canal 1 durante el tiempo de silencio en el canal y esperar al tiempo de reconfiguración global para cambiar tanto $P_{r,1}$ como $P_{load_min_set}$.

Si el cambio de $P_{r,1}$ hubiese sido de sólo 1/2 dB, el $P_{r,1}$ NO se habría situado fuera de la gama dinámica y el CM podría haber cambiado $P_{r,1}$ a la primera oportunidad, pero en este caso se permite que el CM espere y aplique el cambio de $P_{r,1}$ al mismo tiempo que el cambio de $P_{load_min_set}$, puesto que las instrucciones se enviaron simultáneamente al CM.

Si el cambio de $P_{r,1}$ hubiese sido de sólo 1/2 dB y se hubiese ordenado al CM antes de ordenar el cambio de $P_{load_min_set}$, el cambio de $P_{r,1}$ debería haberse efectuado a la primera oportunidad de reconfiguración en el canal 1. De no presentarse tal oportunidad y recibirse la orden de cambiar $P_{load_min_set}$, el CM puede ignorar la instrucción de cambiar $P_{load_min_set}$, aunque sea conforme tanto con el $P_{r,1}$ actual y el futuro $P_{r,1}$. El CMTS no debe emitir esa orden (el CMTS debe esperar a que el CM cambie $P_{r,1}$ antes de enviar una instrucción para $P_{load_min_set}$). Téngase en cuenta que la respuesta

recomendada del CM a ese cambio indebidamente ordenado de $P_{load_min_set}$ es seguir adelante con el cambio de P_{r_1} en el tiempo de reconfiguración del canal 1 otorgado (como debe hacer) y esperar al tiempo de reconfiguración global para aplicar la instrucción de cambio de $P_{load_min_set}$ (aunque sea inadecuada). También puede ocurrir, cuando se ordena un cambio de $P_{load_min_set}$ antes de que se haya podido cambiar P_{r_1} , que la primera oportunidad para cambiar P_{r_1} también sea un tiempo de reconfiguración global. En este caso el CM puede cambiar P_{r_1} en esa ocasión, pero NO cambiar $P_{load_min_set}$, pues el CMTS emitió esa orden de manera inapropiada. Sin embargo, se recomienda que el CM conserve el nuevo valor ordenado para $P_{load_min_set}$ y lo aplique en el SIGUIENTE tiempo de reconfiguración global.

Cambiando el ejemplo, si se encarga el cambio de $P_{load_min_set}$ de 15 dB a 17 dB sin modificar P_{load_1} o P_{load_2} , este cambio se descarta por completo, pues sitúa a P_{r_1} fuera de la gama dinámica. Si el CMTS emite esa orden y, antes del siguiente tiempo de reconfiguración global ordena cambiar P_{load_1} de 16 dB a 17 dB, el CM deberá seguir ignorando el cambio de $P_{load_min_set}$, pues cuando se ordenó infringía los límites de la gama dinámica.

Apéndice VI

Ejemplo de límites de potencia de ruido de emisiones no esenciales con emisión de ráfagas por canales múltiples

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

En este apéndice se dan ejemplos que ilustran el cálculo de los límites de potencia de ruido impuestos por los requisitos de emisiones no esenciales para las transmisiones ascendentes cuando hay más de un canal emitiendo ráfagas. Los requisitos de emisiones no esenciales se formulan de manera que los límites de potencia de ruido son relativos a la potencia de transmisión del canal. Cuando múltiples canales emiten ráfagas simultáneamente, se suman los límites de ruido absolutos de cada canal transmitido para obtener el límite de ruido compuesto del requisito. La especificación define ciertas condiciones en relación con la reducción de los niveles de transmisión de canal por debajo de ciertos niveles en relación con la potencia de transmisión de los otros canales, cuando aumentan (se relajan) los límites de ruido. En tales casos, el límite de potencia de ruido para el canal o canales que transmiten por debajo de la gama de potencia determinada por los canales con mayor potencia corresponde a la potencia de transmisión de los canales con menor potencia, si esa potencia se incrementase lo justo para llegar al límite inferior de la gama de nivel de potencia, en lugar de quedarse por debajo.

Por ejemplo, con tres canales S-CDMA en el TCS y potencias de transmisión por canal de 53 dBmV, 41 dBmV y 41 dBmV, los requisitos de emisiones no esenciales absolutos, cuando dos o más canales del TCS están transmitiendo, corresponden a los requisitos de emisiones no esenciales absolutos con una potencia de transmisión por canal de 53 dBmV, 45 dBmV y 45 dBmV. El nivel de potencia de 41 dBmV se eleva (conceptualmente, no en la realidad) a fin de determinar los límites de emisiones no esenciales a $53 \text{ dBmV} - 8 \text{ dB} = 45 \text{ dBmV}$. Si la velocidad de modulación es de 5 120 kHz y se calcula el límite de ruido para un canal no adyacente a cualquiera de los tres canales que emiten ráfagas, el límite de ruido corresponde al que se daría si cada canal que emite ráfagas aportase una potencia de ruido -44 dB por debajo de su potencia de señal en ráfagas (o, como en este ejemplo, por debajo de la potencia de señal artificialmente elevada para los canales que no alcanzan la gama de plena aplicación de estos requisitos). Así, en este ejemplo, con los tres canales emitiendo ráfagas, el límite de ruido para esta prueba, en un canal de transmisión no adyacente, es la suma de:

- a) $3 \text{ dBmV} - 44 \text{ dB} = 9 \text{ dBmV}$;
- b) $5 \text{ dBmV} - 44 \text{ dB} = 1 \text{ dBmV}$; y
- c) $5 \text{ dBmV} - 44 \text{ dB} = 1 \text{ dBmV}$.

Tras la conversión a números naturales (en lugar de valores en "dB") y la adición de las potencias de ruido, la suma $9 \text{ BmV} + 1 \text{ dBmV} + 1 \text{ dBmV} = 10,2 \text{ dBmV}$ representa el pseudolímite de potencia de ruido para los requisitos de emisiones no esenciales de este ejemplo.

Por ejemplo, con cuatro canales S-CDMA en el TCS y potencias de transmisión por canal de 53 dBmV, 41 dBmV, 41 dBmV y 41 dBmV, los requisitos de emisiones no esenciales absolutos, cuando dos o más canales del TCS están transmitiendo, corresponden a los requisitos de emisiones no esenciales absolutos con una potencia de transmisión por canal de 53 dBmV, 49 dBmV, 45 dBmV y 41 dBmV. El nivel de potencia de 41 dBmV se eleva (conceptualmente, no en la realidad) a fin de determinar los límites de emisiones no esenciales a $53 \text{ dBmV} - 4 \text{ dB} = 49 \text{ dBmV}$; y el valor artificial $49 \text{ dBmV} - 4 \text{ dB} = 45 \text{ dBmV}$, y el valor artificial $45 \text{ dBmV} - 4 \text{ dB} = 41 \text{ dBmV}$. Si la velocidad de modulación es de 5 120 kHz y se calcula el límite de ruido para un canal no adyacente a cualquiera de los cuatro canales que emiten ráfagas, el límite de ruido corresponde al que se daría si cada canal que emite ráfagas aportase una potencia de ruido -44 dB por debajo de su potencia de señal en ráfagas (o, como en este ejemplo, por debajo de la potencia de señal artificialmente elevada para los canales que no alcanzan la gama de plena aplicación de estos requisitos). Así, en este ejemplo, con los cuatro

canales emitiendo ráfagas, el límite de ruido para esta prueba, en un canal de transmisión no adyacente, es la suma de

- a) $3 \text{ dBmV} - 44 \text{ dB} = 9 \text{ dBmV}$;
- b) $9 \text{ dBmV} - 44 \text{ dB} = 5 \text{ dBmV}$;
- c) $5 \text{ dBmV} - 44 \text{ dB} = 1 \text{ dBmV}$; y
- d) $1 \text{ dBmV} - 44 \text{ dB} = -3 \text{ dBmV}$.

Tras la conversión a números naturales (en lugar de valores en "dB") y la adición de las potencias de ruido, la suma $9 \text{ dBmV} + 5 \text{ dBmV} + 1 \text{ dBmV} + (-3 \text{ dBmV}) = 11,1 \text{ dBmV}$ representa el pseudolímite de potencia de ruido para los requisitos de emisiones no esenciales de este ejemplo.

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

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