

Unión Internacional de Telecomunicaciones

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

G.993.2

(02/2006)

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

Secciones digitales y sistemas digitales de línea –
Redes de acceso

**Transceptores de línea de abonado digital de
velocidad muy alta 2**

Recomendación UIT-T G.993.2

UIT-T



RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE G
SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN, SISTEMAS Y REDES DIGITALES

CONEXIONES Y CIRCUITOS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES	G.100–G.199
CARACTERÍSTICAS GENERALES COMUNES A TODOS LOS SISTEMAS ANALÓGICOS DE PORTADORAS	G.200–G.299
CARACTERÍSTICAS INDIVIDUALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES DE PORTADORAS EN LÍNEAS METÁLICAS	G.300–G.399
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES EN RADIOENLACES O POR SATELITE E INTERCONEXIÓN CON LOS SISTEMAS EN LÍNEAS METÁLICAS	G.400–G.449
COORDINACIÓN DE LA RADIOTELEFONÍA Y LA TELEFONÍA EN LÍNEA	G.450–G.499
CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN	G.600–G.699
EQUIPOS TERMINALES DIGITALES	G.700–G.799
REDES DIGITALES	G.800–G.899
SECCIONES DIGITALES Y SISTEMAS DIGITALES DE LÍNEA	G.900–G.999
Generalidades	G.900–G.909
Parámetros para sistemas en cables de fibra óptica	G.910–G.919
Secciones digitales a velocidades binarias jerárquicas basadas en una velocidad de 2048 kbit/s	G.920–G.929
Sistemas digitales de transmisión en línea por cable a velocidades binarias no jerárquicas	G.930–G.939
Sistemas de línea digital proporcionados por soportes de transmisión MDF	G.940–G.949
Sistemas de línea digital	G.950–G.959
Sección digital y sistemas de transmisión digital para el acceso del cliente a la RDSI	G.960–G.969
Sistemas en cables submarinos de fibra óptica	G.970–G.979
Sistemas de línea óptica para redes de acceso y redes locales	G.980–G.989
Redes de acceso	G.990–G.999
CALIDAD DE SERVICIO Y DE TRANSMISIÓN – ASPECTOS GENÉRICOS Y ASPECTOS RELACIONADOS AL USUARIO	G.1000–G.1999
CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN	G.6000–G.6999
DATOS SOBRE CAPA DE TRANSPORTE – ASPECTOS GENÉRICOS	G.7000–G.7999
ASPECTOS RELATIVOS A LOS PROTOCOLOS EN MODO PAQUETE SOBRE LA CAPA DE TRANSPORTE	G.8000–G.8999
REDES DE ACCESO	G.9000–G.9999

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

Recomendación UIT-T G.993.2

Transceptores de línea de abonado digital de velocidad muy alta 2

Resumen

Esta Recomendación es una tecnología de acceso que utiliza la estructura existente de hilos de cobre instalados inicialmente para el servicio telefónico ordinario. Puede instalarse a partir de centrales, armarios con conexión de fibra situados cerca de las instalaciones del cliente, o dentro de un edificio. Esta Recomendación es una mejora de la Rec. UIT-T G.993.1 [1] que soporta la transmisión asimétrica y simétrica con velocidades netas de transmisión de datos bidireccionales que pueden alcanzar 200 Mbit/s en pares trenzados y utilizando un ancho de banda de hasta 30 MHz.

Orígenes

La Recomendación UIT-T G.993.2 fue aprobada el 17 de febrero de 2006 por la Comisión de Estudio 15 (2005-2008) del UIT-T por el procedimiento de la Recomendación UIT-T A.8.

PREFACIO

La UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) es el organismo especializado de las Naciones Unidas en el campo de las telecomunicaciones. El UIT-T (Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT) es un órgano permanente de la UIT. Este órgano estudia los aspectos técnicos, de explotación y tarifarios y publica Recomendaciones sobre los mismos, con miras a la normalización de las telecomunicaciones en el plano mundial.

La Asamblea Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (AMNT), que se celebra cada cuatro años, establece los temas que han de estudiar las Comisiones de Estudio del UIT-T, que a su vez producen Recomendaciones sobre dichos temas.

La aprobación de Recomendaciones por los Miembros del UIT-T es el objeto del procedimiento establecido en la Resolución 1 de la AMNT.

En ciertos sectores de la tecnología de la información que corresponden a la esfera de competencia del UIT-T, se preparan las normas necesarias en colaboración con la ISO y la CEI.

NOTA

En esta Recomendación, la expresión "Administración" se utiliza para designar, en forma abreviada, tanto una administración de telecomunicaciones como una empresa de explotación reconocida de telecomunicaciones.

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

PROPIEDAD INTELECTUAL

La UIT señala a la atención la posibilidad de que la utilización o aplicación de la presente Recomendación suponga el empleo de un derecho de propiedad intelectual reivindicado. La UIT no adopta ninguna posición en cuanto a la demostración, validez o aplicabilidad de los derechos de propiedad intelectual reivindicados, ya sea por los miembros de la UIT o por terceros ajenos al proceso de elaboración de Recomendaciones.

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

© UIT 2007

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

ÍNDICE

	Página
1 Alcance	1
2 Referencias	3
3 Definiciones.....	4
4 Abreviaturas, siglas o acrónimos	9
5 Modelos de referencia.....	12
5.1 Modelo funcional de la unidad de transceptor VDSL2 (VTU)	12
5.2 Modelo de referencia del protocolo del plano de usuario	14
5.3 Modelo de referencia del plano de gestión.....	15
5.4 Modelos de referencia de la aplicación	16
6 Perfiles	20
6.1 Definición	20
6.2 Definiciones de los parámetros de cada perfil.....	22
6.3 Conformidad con el perfil	25
7 Características de la interfaz con el medio de transmisión.....	26
7.1 Método de duplexación y construcción de la banda de frecuencias.....	26
7.2 Densidad espectral de potencia (PSD)	27
7.3 Impedancia de terminación.....	41
7.4 Pérdida de conversión longitudinal	41
8 Función convergencia de transmisión específica del protocolo de transporte (TPS-TC)	42
8.1 TPS-TC de datos de usuario	42
8.2 TPS-TC de gestión (MPS-TC)	45
8.3 TPS-TC de referencia de temporización de red (NTR-TC)	49
9 Subcapa de convergencia de transmisión específica de los medios físicos (PMS-TC)	50
9.1 Modelo funcional de PMS-TC	50
9.2 Aleatorizador	52
9.3 Corrección de errores en recepción	53
9.4 Entrelazado	53
9.5 Entramado.....	55
9.6 Protección contra el ruido impulsivo (INP_p)	64
9.7 Retardo	64
9.8 Tasa de errores en los bits (BER)	65
10 Función dependiente de los medios físicos (PMD)	65
10.1 Modelo funcional PMD	65
10.2 Supertrama DMT.....	66
10.3 Codificador de símbolos para símbolos de datos	66
10.4 Modulación.....	83

	Página
10.5	Codificador de símbolos para el símbolo de sincronización 86
10.6	Codificador de símbolos para la inicialización 87
11	Operación y mantenimiento (OAM)..... 87
11.1	Modelo funcional OAM 87
11.2	Entidad de gestión VDSL2 (VME) 90
11.3	Primitivas OAM 108
11.4	Parámetros OAM..... 110
12	Métodos de activación de enlaces y procedimientos..... 123
12.1	Visión general..... 123
12.2	Canal de operaciones especiales (SOC, <i>special operations channel</i>) 125
12.3	Procedimiento de inicialización 129
12.4	Procedimientos del modo diagnóstico de bucle 204
12.5	Arranque rápido..... 213
13	Reconfiguración en línea (OLR) 213
13.1	Tipos de reconfiguración en línea 213
13.2	Parámetros de control 214
13.3	Temporización de los cambios en la configuración de subportadoras 214
13.4	Procedimiento iniciado por el receptor..... 214
14	Requisitos eléctricos 215
14.1	Modelo de impedancia de terminación..... 215
14.2	Separadores de servicio 215
Anexo A	– Región A (América del Norte) 215
A.1	Plan de bandas 215
A.2	Especificaciones de la PSD 215
Anexo B	– Región B (Europa)..... 221
B.1	Plan de bandas 221
B.2	Opciones de la máscara de PSD límite..... 221
B.3	Opciones de la máscara de PSD en transmisión..... 229
B.4	Plantilla de PSD..... 229
B.5	Cumplimiento 229
Anexo C	– Región C (Japón) 230
C.1	Plan de bandas 230
C.2	Máscaras de PSD 230
C.3	Separador de servicio 233
C.4	Bucles de prueba y perturbadores de diafonía..... 233
Anexo D 235
Anexo E 235
Anexo F 235

	Página
Anexo G	235
Anexo H	235
Anexo I	235
Anexo J	235
Anexo K – Descripciones funcionales de TPS-TC	236
K.1 Función convergencia de transmisión STM (STM-TC).....	236
K.2 Función convergencia de transmisión ATM (ATM-TC)	242
K.3 Función convergencia de transmisión de paquetes (PTM-TC).....	253

Recomendación UIT-T G.993.2

Transceptores de línea de abonado digital de velocidad muy alta 2

1 Alcance

Esta Recomendación es una mejora de la Rec. UIT-T G.993.1 [1] que soporta la transmisión a una velocidad bidireccional neta (la suma de las velocidades en sentido ascendente y descendente) que puede alcanzar 200 Mbit/s en pares trenzados. Esta Recomendación es una tecnología de acceso que utiliza la infraestructura existente de hilos de cobre instalados inicialmente para el servicio telefónico ordinario.

Esta Recomendación sólo especifica la modulación por multitono discreto (DMT, *discrete multi-tone*) e incorpora componentes de las Recs. UIT-T G.993.1 (VDSL) [1], G.992.3 (ADSL2) [10] y G.992.5 (ADSL2plus) [11].

El servicio telefónico ordinario utiliza aproximadamente los primeros 4 kHz, el ADSL aproximadamente 2 MHz del espectro del hilo de cobre, y esta Recomendación puede utilizar hasta 30 MHz del espectro. Esta Recomendación puede instalarse a partir de una central, un armario con conexión de fibra situado cerca de las instalaciones del cliente o dentro de un edificio.

La disponibilidad del ancho de banda hasta 30 MHz permite conseguir una transmisión fiable con alta velocidad de datos sobre bucles cortos con esta Recomendación. Sin utilizar la banda US0, esta Recomendación debería funcionar de forma fiable sobre bucles de la longitud especificada en la Rec. UIT-T G.993.1 [1] o ligeramente más largos, porque la codificación reticular es obligatoria. Con el complemento de la banda US0 y procedimientos para ajustar compensadores de eco y ecualizadores de dominio temporal (TEQ, *time-domain equalizers*), esta Recomendación también puede funcionar de forma fiable en bucles de hasta 2500 metros de hilo de calibre AWG 26 (0,4 mm).

Esta Recomendación especifica muchos valores para distintos parámetros (como el ancho de banda o la potencia del transmisor) que podría soportar el transceptor. Por tanto, en esta Recomendación se especifican distintos perfiles de transceptores, cada uno de los cuales soporta un subconjunto de los valores permitidos y todos son conformes a esta Recomendación. La especificación de distintos perfiles reduce la complejidad de la aplicación y los proveedores pueden crear implementaciones adaptadas específicamente a las necesidades. Algunos perfiles son más apropiados para los servicios con velocidad de transmisión de datos asimétrica, y otros para los servicios con velocidad de transmisión de datos simétrica.

Los anexos a esta Recomendación contienen planes de bandas de frecuencias y máscaras de densidad espectral de potencia (PSD, *power spectral density*) para las necesidades particulares de cada región.

Como la Rec. UIT-T G.993.1 [1], esta Recomendación define una reducción de la potencia en el sentido ascendente (UPBO, *upstream power back-off*) para atenuar el efecto de diafonía del extremo distante (FEXT, *far-end crosstalk*) causado por la transmisión sobre bucles de longitud diferentes en sentido ascendente. Se utiliza el mismo mecanismo descrito en la Rec. UIT-T G.993.1 [1].

Al igual que otras Recomendaciones UIT-T de la serie G.99x, esta Recomendación utiliza el procedimiento de la Rec. UIT-T G.994.1 [2] para iniciar la secuencia de acondicionamiento del transceptor.

Diferencias de esta Recomendación con respecto a la Rec. UIT-T G.993.1 [1]:

- anexos con planes de bandas hasta 30 MHz para soportar una velocidad de transmisión de datos bidireccional de hasta 200 Mbit/s;

- posibilidad de extender la franja superior de la banda US0 hasta 276 kHz (basado en el anexo M/G.992.3 [10]);
- la definición de medios para mejorar el funcionamiento de US0 (en particular, soporte durante la inicialización, en procedimientos para acondicionamiento de ecualizadores de dominio temporal y compensadores de eco);
- el requisito de que los transmisores en sentido descendente y ascendente puedan suprimir simultáneamente 16 bandas de interferencia de radiofrecuencia (RFI, *radio frequency interference*) definidas por el operador;
- la definición de perfiles que corresponden a muchos casos de instalación (por ejemplo en central, en armario con conexión de fibras situado cerca de las instalaciones del cliente, o en un edificio);
- el requisito de soportar la banda US0 en sentido ascendente para algunos perfiles;
- soportar una potencia de transmisión máxima en sentido descendente de 20,5 dBm máximo (según el perfil);
- soportar el mecanismo de máscara PSD controlado por la base de información de gestión (MIB, *management information base*) para permitir la conformación del espectro dentro de la banda (basado en la Rec. UIT-T G.992.5 [11]);
- soportar obligatoriamente la codificación reticular (basada en la Rec. UIT-T G.992.3 [10]);
- definición de una ordenación de tonos determinada por el receptor (basada en la Rec. UIT-T G.992.3 [10]);
- soportar obligatoriamente todas las constelaciones de bits enteros entre 1 y 15 bits;
- soporte de tramos de extensión cíclica (CE, *cyclic extension*) facultativos que pueden representar hasta una cuarta parte del periodo de un símbolo;
- definición de tonos pilotos seleccionados por el receptor para la unidad de transceptor VDSL2 (VTU-R), incluyendo la opción de no seleccionar ningún tono piloto;
- soportar todos los valores enteros de la protección de ruido impulsivo (INP, *impulse noise protection*), hasta 16 símbolos;
- introducción de un símbolo de sincronización cada 256 símbolos de datos para señalar transiciones de reconfiguración en línea (OLR, *on-line reconfiguration*);
- mecanismos OLR más eficaces (basados en la Rec. UIT-T G.992.3 [10]);
- estructura de tramas más eficaz (basada en la Rec. UIT-T G.992.3 [10]);
- canal de información de tara más eficaz;
- entrelazado más eficaz;
- mayores capacidades para corrección de errores en recepción (FEC) entre otras cosas un mayor número de valores para el codificador Reed-Solomon y el intercalador;
- definición de dos trayectos de latencia y dos canales portadores;
- mejoras en el proceso de inicialización, que incluyen la definición de una fase de búsqueda de canal, una fase de acondicionamiento y otra de análisis e intercambio de canal;
- soportar una fase de prueba de línea de la VTU-R durante la inicialización;
- soportar muchos parámetros de prueba (conforme a la Rec. UIT-T G.992.3 [10]);
- definición del modo diagnóstico de bucle;
- soporte de interfaces de modo de transferencia síncrono (STM, *synchronous transfer mode*);

- soporte de interfaces de modo de transferencia por paquetes (PTM, *packet transfer mode*), basado en el sistema de encapsulación de 64/65 octetos de IEEE 802.3ah; y
- soporte de un modo enteramente digital (facultativo).

2 Referencias

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

- [1] Recomendación UIT-T G.993.1 (2004), *Transceptores de líneas de abonado digital de velocidad muy alta.*
- [2] Recomendación UIT-T G.994.1 (2003), *Procedimientos de toma de contacto para transceptores de línea de abonado digital, más enmienda 4 (2006).*
- [3] Recomendación UIT-T G.995.1 (2001), *Visión de conjunto de las Recomendaciones sobre líneas de abonado digitales.*
- [4] Recomendación UIT-T G.997.1 (2006), *Gestión de capa física para transceptores de línea digital de abonado.*
- [5] Recomendación UIT-T G.117 (1996), *Aspectos de la asimetría con respecto a tierra que influyen en la transmisión.*
- [6] Recomendación UIT-T O.9 (1999), *Configuraciones de medida para evaluar el grado de asimetría con respecto a tierra.*
- [7] Recomendación UIT-T T.35 (2000), *Procedimiento para la asignación de códigos definidos por el UIT-T para facilidades no normalizadas.*
- [8] Recomendación UIT-T G.9954 (2005), *Transceptores para el funcionamiento en red de líneas telefónicas – Especificaciones mejoradas de las capas física, de acceso a los medios y de enlace.*
- [9] Recomendación UIT-T G.992.1 (1999), *Transceptores de línea de abonado digital asimétrica.*
- [10] Recomendación UIT-T G.992.3 (2005), *Transceptores de línea de abonado digital asimétrica 2.*
- [11] Recomendación UIT-T G.992.5 (2005), *Transceptores para línea de abonado digital asimétrica – Línea de abonado digital asimétrica 2 de anchura de banda ampliada (ADSL2plus).*
- [12] ISO 8601:2000, *Data elements and interchange formats – Information interchange – Representation of dates and times.*
- [13] Recomendación UIT-T I.361 (1999), *Especificación de la capa modo de transferencia asíncrono de la RDSI-BA.*
- [14] Recomendación UIT-T I.432.1 (1999), *Interfaz usuario-red de la red digital de servicios integrados de banda ancha (RDSI-BA) – Especificación de la capa física: características generales.*

3 Definiciones

En esta Recomendación se definen los términos siguientes.

3.1 velocidad de datos combinada: La velocidad neta de transmisión de datos más la velocidad de datos de tara en cualquier sentido de transmisión (véase el cuadro 5-1).

3.2 potencia de transmisión combinada en sentido descendente (ascendente): La potencia transmitida en toda la banda de paso en sentido descendente (ascendente).

3.3 anomalía: Cuando las características reales de un elemento no coinciden con las características deseadas. Las características deseadas pueden expresarse en forma de especificación. Una anomalía puede o no afectar la aptitud de un elemento para realizar la función requerida.

3.4 plan de banda de frecuencias: La división del espectro de frecuencias en bandas no traslapadas atribuyendo cada una de ellas para la transmisión en sentido ascendente o descendente.

3.5 canal portador: Un tren de datos a una determinada velocidad entre dos entidades TPS-TC (una en cada unidad de transceptor VTU) transportado de forma transparente sobre un solo trayecto de latencia por las subcapas PMS-TC y PMD; otra denominación es "portador de trama" (véase el anexo K).

3.6 velocidad de datos neta bidireccional: La suma de la velocidad de datos neta en sentido ascendente y descendente.

3.7 subportadora silenciada: Una subportadora designada por el receptor a la que el transmisor no deberá atribuir ninguna potencia.

3.8 canal: Conexión que transporta señales entre dos bloques (las señales transportadas representan información). Los canales también transportan señales entre un bloque y el entorno. Los canales pueden ser unidireccionales o bidireccionales.

3.9 densidad espectral de potencia (PSD) durante la búsqueda de canal: La densidad espectral de potencia (PSD) de las señales transmitidas por la VTU en todas las frecuencias (tanto en la banda de paso como en las bandas suprimidas) durante la fase de búsqueda de canal, en la inicialización. Para indicar la densidad de espectral de potencial durante la búsqueda de canal en los trayectos descendente y ascendente se utilizan las denominaciones CDPSDds y CDPSDus, respectivamente.

3.10 conexión: Asociación de canales de transmisión o circuitos, unidades de conmutación y otras unidades funcionales establecidas para proporcionar un medio de transferencia de información de usuario, de control o de gestión entre dos o más puntos extremos (bloques) en una red de telecomunicaciones.

3.11 datos: Todos los bits o bytes transportados por el canal que transmite información individualmente. Hay datos de usuarios y bits de tara. Los datos no incluyen los bits o bytes que por sí mismos no transmiten ninguna información, por ejemplo los bits de una trama de sincronización. Véanse también las definiciones de "tramas de datos" y "símbolo de datos".

3.12 trama de datos: La trama formada por bits de los trayectos de latencia habilitados para un solo periodo de símbolo, después de añadir los octetos de corrección de errores en recepción (FEC) y de intercalar, que se transmite entre las subcapas PMS-TC y PMD sobre el punto de referencia δ .

3.13 símbolo de datos: Un símbolo DMT que transporta una trama de datos.

3.14 velocidad de transmisión de símbolos de datos: La velocidad media de transmisión de los símbolos de datos (véase 10.4.4). Es diferente de la "velocidad de símbolos".

3.15 defecto: Un defecto es una interrupción limitada de la aptitud de un elemento para realizar una función requerida. Puede o no necesitar una acción de mantenimiento, según el resultado de un análisis adicional. Se considera que hay un defecto cuando ocurren sucesivamente varias anomalías que afectan la aptitud de un elemento para realizar una función requerida.

3.16 supertrama DMT: Una serie de 256 tramas de datos consecutivas seguidas de una trama de sincronización, que están moduladas en 257 símbolos consecutivos.

3.17 símbolo DMT: Son las muestras de dominio temporal que produce el modulador DMT durante un periodo de símbolo, después de introducir la extensión cíclica y realizar las operaciones de estructuración en ventanas, superposición y adición (véase 10.4.4). En el estado de transmisión hay dos tipos de símbolo DMT: los de datos y los de sincronización.

3.18 sentido descendente: Flujo de información que se transmite de un proveedor de servicio (operador) a un abonado.

3.19 longitud eléctrica: Estimación de la atenuación introducida por el bucle, suponiendo que la característica de atenuación de todas las secciones es \sqrt{f} . En particular, se trata de la atenuación en dB a 1 MHz, de un bucle hipotético equivalente que tiene una característica de atenuación ideal \sqrt{f} .

NOTA – La atenuación causada por las derivaciones puenteadas no sigue una curva característica del tipo \sqrt{f} . Por tanto, es posible que los efectos de estas derivaciones no queden reflejados exactamente en la estimación.

3.20 trama: Es una denominación general que describe una serie ordenada de bits. Véanse las definiciones de "trama de datos", "trama de sincronización" y "trama de tara".

3.21 portador de trama: Véase la definición de "canal portador".

3.22 trama HDLC: Una serie de bytes de datos encapsulados en una estructura HDLC (véase 8.2.3).

3.23 bits indicadores: Son los bits que se utilizan para operaciones y mantenimiento (OAM); están integrados en los octetos de tara.

3.24 interfaz: Es un punto de demarcación entre dos bloques a través del cual pasa la información de un bloque al otro. Hay interfaces físicas e interfaces lógicas.

3.25 capa/subcapa: Una serie de objetos del mismo rango jerárquico.

3.26 máscara de PSD límite: La máscara de densidad espectral de potencia (PSD) que se especifica en un anexo a esta Recomendación. La máscara de PSD límite está definida para todas las frecuencias (tanto en la banda de paso como en las bandas suprimidas). Las máscaras de PSD límite en los sentidos de transmisión descendente y ascendente se identifican con las denominaciones LIMITMASKds y LIMITMASKus, respectivamente.

3.27 velocidad de línea: Velocidad de transmisión de datos en el punto de referencia U-x en cualquier sentido. Es la velocidad de datos total más la tara de la codificación reticular.

3.28 interfaz lógica (funcional): Interfaz en la que se definen los atributos semánticos, sintácticos y simbólicos de los flujos de información. Las interfaces lógicas no definen las propiedades físicas de las señales utilizadas para representar la información. Una interfaz lógica puede ser interna o externa y estar definida por un conjunto de flujos de información y las pilas de protocolos asociadas.

3.29 temporización de bucle: Modo de funcionamiento en el que la señal recibida contiene el reloj VTU-R. En el modo de temporización de bucle la unidad VTU-R funciona como subordinada. Los relojes de transmisión y recepción de la unidad VTU-R son iguales al reloj de transmisión de la unidad VTU-O, con las tolerancias propias de la implementación.

3.30 densidad espectral de potencia (PSD) de referencia MEDLEY: Es el valor de PSD de las señales transmitidas por una unidad VTU en todas las frecuencias (tanto en la banda de paso como en las bandas suprimidas) durante la inicialización (fase de acondicionamiento y fase de análisis e intercambio de canal). Los valores de PSD de referencia MEDLEY en los sentidos de transmisión descendente y ascendente se identifican con las denominaciones MREFPSDds y MREFPSDus, respectivamente.

3.31 máscara de densidad espectral de potencia (PSD) de referencia MEDLEY: La máscara de PSD de referencia MEDLEY es la máscara de PSD de transmisión limitada en todas las frecuencias (tanto en la banda de paso como en las bandas suprimidas) por el límite superior de PSD y un valor de -80 dBm/Hz en las frecuencias de las bandas de interferencia radioeléctrica (RFI) designadas. En sentido ascendente se aplica una reducción adicional a la máscara de PSD de referencia MEDLEY según los requisitos UPBO. Las máscaras de PSD de referencia MEDLEY en los sentidos de transmisión descendente y ascendente se identifican con las denominaciones MREFMASKds y MREFMASKus, respectivamente.

3.32 conjunto MEDLEY: Es un subconjunto del conjunto de portadoras soportadas (SUPPORTEDCARRIERS). Se determina en la fase de búsqueda del canal y contiene las subportadoras que se van a utilizar para transmitir las señales de inicialización después de esta fase. En la fase de análisis e intercambio del canal se produce un intercambio de valores b_i y g_i para cada una de las subportadoras del conjunto MEDLEY. Las subportadoras silenciadas no forman parte del conjunto MEDLEY. Para designar el conjunto MEDLEY en los sentidos de transmisión descendente y ascendente se utilizan las denominaciones MEDLEYds y MEDLEYus, respectivamente.

3.33 velocidad de transmisión de datos de tara del mensaje en el trayecto de latencia p : Es la parte de la velocidad de transmisión de datos de tara que corresponde al transporte del mensaje en el trayecto de latencia p en cualquiera de los sentidos de transmisión (véase el cuadro 5-1).

3.34 máscara de densidad espectral de potencia (PSD) en la MIB: Es una máscara de PSD especificada por el operador para restringir el valor de la PSD de transmisión en la banda de paso a niveles inferiores a los que permite la máscara de PSD límite aplicable. La máscara de PSD en la MIB sólo está definida para la banda de paso y su valor es igual o inferior a la máscara de PSD límite. Los operadores tienen la opción de no especificar una máscara de PSD en la MIB en uno de los sentidos de transmisión o en ambos, o en determinadas bandas de la banda de paso. Para indicar las máscaras de PSD en la MIB en los sentidos de transmisión descendente y ascendente se utilizan las denominaciones MIBMASKds y MIBMASKus, respectivamente. La máscara de PSD en la MIB no incluye requisitos de PSD para las bandas de interferencia radioeléctrica (RFI) que se especifican separadamente (véanse las bandas RFI).

3.35 subportadora supervisada: Una subportadora (pero no un tono piloto) del conjunto MEDLEY que se caracteriza por $b_i = 0$ y $g_i > 0$.

3.36 trama de datos de multiplexador: Agrupación de octetos de distintos canales portadores en el mismo trayecto de latencia, después de añadir los octetos de datos de tara.

3.37 velocidad de datos neta del canal portador n : La velocidad de transmisión de datos de un solo canal portador n en la interfaz α/β del plano de usuario en cualquiera de los sentidos de transmisión (véase el cuadro 5-1).

3.38 velocidad de datos neta en el trayecto de latencia p : La suma de las velocidades de datos netas de todos los canales portadores en el trayecto de latencia p (véase el cuadro 5-1).

3.39 velocidad de datos neta: La suma de las velocidades de datos netas en todos los trayectos de latencia (véase el cuadro 5-1).

3.40 red: Una serie de elementos interconectados que ofrece servicios de conexión a los usuarios.

- 3.41 referencia de temporización de la red:** Una marca de temporización de 8 kHz que se utiliza para soportar la distribución de una referencia de temporización sobre la red.
- 3.42 velocidad de datos de tara en el trayecto de latencia p :** Velocidad de transmisión de datos del canal de tara asignado al trayecto de latencia p en cualquiera de los sentidos de transmisión (véase el cuadro 5-1).
- 3.43 velocidad de datos de tara:** La suma de las velocidades de datos de tara en todos los trayectos de latencia (véase el cuadro 5-1).
- 3.44 trama de tara (OH):** Trama que está formada por un byte de verificación de redundancia cíclica (CRC), un byte de sincronización (Syncbyte) y otros bytes del canal de tara (véase el cuadro 9-4).
- 3.45 subtrama de tara (OH):** Una subdivisión de una trama OH (véase la figura 9-3).
- 3.46 supertrama de tara (OH):** Un determinado de número de tramas de tara consecutivas, llevando la primera de ellas un byte de sincronización (Syncbyte) de valor AC_{16} . No hay relación entre la supertrama de tara y la supertrama DMT.
- 3.47 banda de paso:** La porción del espectro de frecuencias que puede utilizarse para transmitir en un sentido. Una banda de paso puede estar formada por varias porciones separadas del espectro de frecuencias. El plan y el perfil de bandas de frecuencias determinan las bandas de paso en los sentidos de transmisión ascendente y descendente.
- 3.48 primitivas:** Medidas básicas de calidad de funcionamiento que están dadas comúnmente por los códigos de línea y los formatos de tramas de señales digitales, o se comunican en indicadores de tara del extremo distante. Hay distintas categorías de primitivas de calidad de funcionamiento: eventos, anomalías y defectos. Las primitivas también pueden ser medidas básicas de otras magnitudes (por ejemplo, alimentación de corriente alterna o corriente continua) señaladas generalmente por indicadores del equipo.
- 3.49 límite superior de PSD:** El nivel de PSD independiente de la frecuencia (indicado por un solo valor) que limita la máscara de PSD de transmisión cuando se determina la máscara de PSD de referencia MEDLEY. Para señalar los límites superiores de PSD en los sentidos de transmisión descendente y ascendente se utilizan las denominaciones MAXMASKds y MAXMASKus, respectivamente. El límite superior de PSD determina la reducción por limitación de la potencia de transmisión y se fija al final de la fase de búsqueda de canal, en la inicialización. Para señalar los límites superiores de PSD iniciales en los sentidos de transmisión descendente y ascendente, utilizados durante la fase de búsqueda del canal en la inicialización, se utilizan las denominaciones CDMAXMASKds y CDMAXMASKus, respectivamente (véase 12.3.3).
- 3.50 punto de referencia:** Una serie de interfaces entre dos bloques relacionados a través de los cuales hay un flujo de información del uno al otro. Un punto de referencia consiste en una o más interfaces lógicas (no físicas) de transferencia de información, y una o más interfaces físicas de transferencia de señales.
- 3.51 banda de interferencia radioeléctrica (RFI):** Una o más bandas de frecuencias determinadas por el operador en las que la PSD transmitida por una unidad VTU no puede ser superior a -80 dBm/Hz. Sólo se especifica un conjunto de bandas RFI (RFIBANDS) que vale por igual en los sentidos de transmisión descendente y ascendente.
- 3.52 estado de transmisión:** Estado de la unidad VTU-O o VTU-R alcanzado después del realizar el procedimiento de inicialización, que permite transmitir datos del canal portador.
- 3.53 separador:** Un filtro que separa las señales VDSL2 de las señales de banda vocal o RDSI (es común hablar de "separador" para telefonía ordinaria y "separador para RDSI", aunque las señales de banda vocal no se limitan necesariamente a las señales de telefonía ordinaria).

3.54 subportadora: Elemento fundamental de un modulador de multitono discreto (DMT). El modulador fracciona el ancho de banda del canal en una serie de subcanales paralelos. La frecuencia nominal de cada subcanal es una subportadora en la que es posible modular bits para transmisión por el canal (véase la cláusula 10).

3.55 grupo de subportadoras: Un grupo de G subportadoras adyacentes (siendo $G = 1, 2, 4$ u 8). El objeto de constituir grupos de subportadoras es reducir el número de puntos de datos para parámetros de pruebas que es necesario almacenar y comunicar entre las unidades VTU-O y VTU-R. Cada subportadora de un grupo está caracterizada por el mismo valor de un parámetro de prueba (véase 11.4.1).

3.56 conjunto SUPPORTEDCARRIERS: Conjunto de subportadoras atribuidas para la transmisión en un sentido conforme al plan de bandas de frecuencias y las restricciones que el operador pudiera determinar en la base de datos (MIB) de la central (por ejemplo, VDSL2-CARMASK definido en la Rec. UIT-T G.997.1 [4]). Para los sentidos de transmisión descendente y ascendente se utilizan, respectivamente, las denominaciones SUPPORTEDCARRIERSds y SUPPORTEDCARRIERSus.

3.57 símbolo: Véase la definición de símbolo de DMT.

3.58 velocidad de símbolos: Velocidad de transmisión de los símbolos DMT de la unidad VTU-O hacia la unidad VTU-R. Es diferente de la "velocidad de símbolos de datos".

3.59 byte de sincronización: El segundo octeto de cada trama de tara que indica si la trama OH es la primera en una supertrama OH.

3.60 indicador de sincronización: Un símbolo de sincronización que tiene los bits invertidos con respecto a la trama de sincronización modulada por el símbolo de sincronización transmitido más recientemente (es decir, si la trama de sincronización anterior era toda de CEROS, el indicador Syncflag sería una trama de sincronización toda de UNOS, y viceversa. El indicador Syncflag se utiliza para señalar transiciones de reconfiguración en línea.

3.61 trama de sincronización: Una trama toda de CEROS o toda de UNOS, modulada en un símbolo de sincronización conforme a la definición de 10.5.1.

3.62 símbolo de sincronización: Un símbolo DMT que transporta una trama de sincronización.

3.63 sistema: Una serie de objetos en relación unos con otros que realiza una función útil; es comúnmente una subdivisión principal de un objeto de cualquier tamaño o cualquier composición (incluidos los dominios).

3.64 velocidad de datos total: La velocidad de datos combinada más la velocidad de tara de corrección de errores (FEC) Reed-Solomon en cualquiera de los sentidos de transmisión (véase el cuadro 5-1).

3.65 reducción de potencia de transmisión por adaptación (PBO, *transmit power back-off*): Reducción de la PSD transmitida por motivos de compatibilidad espectral, adaptando el valor de la PSD por un método definido inicialmente y que depende únicamente de las condiciones del bucle, independientemente de las velocidades de datos netas, la protección contra el ruido impulsivo (INP), el retardo y otros requisitos del servicio (portador).

3.66 reducción de la potencia de transmisión por limitación (PCB, *transmit power cut-back*): Reducción de la PSD transmitida aplicando un mecanismo de umbral. El proceso de reducción PCB depende de los requisitos del servicio (portador), como son las velocidades de datos netas, la protección contra el ruido impulsivo (INP) y el retardo, y también de los objetivos de margen de relación señal/ruido (SNR). La reducción PCB también tiene en cuenta la gama dinámica del receptor del extremo distante.

3.67 máscara de PSD de transmisión: La máscara de PSD igual al mínimo de los siguientes valores en cada frecuencia (es decir, tanto en la banda de paso como en las bandas suprimidas): 1) máscara de PSD Límite, 2) máscara de la PSD en la MIB, en su caso, y 3) las restricciones de la máscara de PSD propia del proveedor que la unidad VTU-O impone en los sentidos de transmisión descendente y ascendente. Para las máscaras de PSD de transmisión en los sentidos descendente y ascendente se utilizan las denominaciones PSDMASKds y PSDMASKus, respectivamente.

3.68 sentido ascendente: Flujo de información que se transmite desde un abonado hacia el proveedor del servicio (operador).

3.69 usuario: Un objeto o sistema (bloque) que utilizan el servicio.

3.70 banda vocal: Banda de frecuencias de 0 a 4 kHz; la banda vocal es una ampliación de la banda tradicional de 0,3 a 3,4 kHz para transportar servicios de datos que rebasan los servicios de la telefonía ordinaria.

4 Abreviaturas, siglas o acrónimos

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

AGC	Control automático de ganancia (<i>automatic gain control</i>)
AN	Nodo de acceso (<i>access node</i>)
ATM	Modo de transferencia asíncrono (<i>asynchronous transfer mode</i>)
ATM-TC	Convergencia de transmisión en modo de transferencia asíncrono (<i>asynchronous transfer mode – transmission convergence</i>)
BER	Tasa de errores en los bits (<i>bit error ratio</i>)
CE	Extensión cíclica (<i>cyclic extension</i>)
CPE	Equipo en las instalaciones del cliente (<i>customer premises equipment</i>)
CRC	Verificación por redundancia cíclica (<i>cyclic redundancy check</i>)
DMT	Multitono discreto (<i>discrete multi-tone</i>)
DS	Sentido descendente (<i>downstream</i>)
DSL	Línea de abonado digital (<i>digital subscriber line</i>)
EC	Compensación de eco (<i>echo canceller (or cancellation)</i>)
EIA	Adaptador de interfaz OAM externo (<i>external OAM interface adapter</i>)
eoc	Canal de operaciones insertadas (<i>embedded operations channel</i>)
FCS	Secuencia de verificación de trama (<i>frame check sequence</i>)
FDD	Duplexación por división de frecuencia (<i>frequency division duplexing</i>)
FEC	Corrección de errores en recepción (<i>forward error correction</i>)
flcd-n	Defecto de delimitación de pérdida de células en el extremo distante (<i>far-end loss of cell delineation defect</i>)
flpr	Primitiva de pérdida de potencia en el extremo distante (<i>far-end loss of power primitive</i>)
HDLC	Control de enlace de datos de alto nivel (<i>high-level data link control</i>)
HPF	Filtro paso alto (<i>high-pass filter</i>)
IB	Bit indicador (<i>indicator bit</i>)

IDFT	Transformada de Fourier discreta inversa (<i>inverse discrete Fourier transform</i>)
INP	Protección contra el ruido impulsivo (<i>impulse noise protection</i>)
lcd-n	Defecto de delimitación de pérdida de células (<i>loss of cell delineation defect</i>)
LCL	Pérdida de conversión longitudinal (<i>longitudinal conversion loss</i>)
LOF	Pérdida de trama (<i>loss of frame</i>)
lom	Defecto de pérdida de margen (<i>loss of margin defect</i>)
lom-fe	Defecto de pérdida de margen en extremo distante (<i>far-end loss of margin defect</i>)
LOS	Pérdida de señal (<i>loss of signal</i>)
los	Defecto de pérdida de señal (<i>loss of signal defect</i>)
los-fe	Defecto de pérdida de señal en extremo distante (<i>far-end loss of signal defect</i>)
LPF	Filtro paso bajo (<i>low-pass filter</i>)
lpr	Primitiva de pérdida de potencia (<i>loss of power primitive</i>)
LSB	Bit menos significativo (<i>least significant bit</i>)
LTR	Referencia de temporización local (<i>local timing reference</i>)
MBDC	Capacidad de velocidad de datos neta bidireccional mínima (<i>minimum bidirectional net data rate capability</i>)
MDF	Trama de datos mux (<i>mux data frame</i>)
MIB	Base de información de gestión (<i>management information base</i>)
MPS-TC	Convergencia de transmisión específica del protocolo de gestión (<i>management protocol specific – transmission convergence</i>)
MSB	Bit más significativo (<i>most significant bit</i>)
mux	Multiplexor (<i>multiplex</i>)
NMS	Sistema de gestión de red (<i>network management system</i>)
NSC _{ds}	número de subportadoras en el conjunto MEDLEYds (<i>number of sub-carriers in MEDLEYds set</i>)
NSC _{us}	Número de subportadoras en el conjunto MEDLEYus (<i>number of sub-carriers in MEDLEYus set</i>)
NSF	Facilidad no normalizada (<i>non-standard facility</i>)
NT	Terminación de red (<i>network termination</i>)
NTR	Referencia de temporización de red (<i>network timing reference</i>)
OAM	Operaciones, administración y mantenimiento (<i>operations, administration and maintenance</i>)
OH	Tara (<i>overhead</i>)
OLR	Reconfiguración en línea (<i>on-line reconfiguration</i>)
ONU	Unidad de red óptica (<i>optical network unit</i>)
PMD	Dependiente de los medios físicos (<i>physical media dependent</i>)
PMS	Específico de los medios físicos (<i>physical media specific</i>)

PMS-TC	Convergencia de transmisión específica de los medios físicos (<i>physical media specific – transmission convergence</i>)
POTS	Servicio telefónico ordinario (<i>plain old telephone service</i>); uno de los servicios que utilizan la banda vocal; en algunos casos designa todos los servicios de la banda vocal
PRBS	Secuencia binaria pseudoaleatoria (<i>pseudo-random binary sequence</i>)
PSD	Densidad espectral de potencia (<i>power spectral density</i>)
PTM	Modo de transferencia por paquetes (<i>packet transfer mode</i>)
PTM-TC	Convergencia de transmisión del modo de transferencia por paquetes (<i>packet transfer mode – transmission convergence</i>)
QAM	Modulación de amplitud en cuadratura (<i>quadrature amplitude modulation</i>)
rdi	Indicación de defecto en el extremo distante (<i>remote defect indication defect</i>)
RDSI	Red digital de servicios integrados
RFI	Interferencia de radiofrecuencia (<i>radio frequency interference</i>)
rms	Valor cuadrático medio (<i>root mean square</i>)
RS	Reed-Solomon
RTGC	Red telefónica general conmutada
RX (Rx)	Receptor (<i>receiver</i>)
SC	Código de segmento (<i>segment code</i>)
sef	Defecto trama con muchos errores (<i>severely errored frame defect</i>)
SNR	Relación señal/ruido (<i>signal-to-noise ratio</i>)
SOC	Canal de operaciones especiales (<i>special operations channel</i>)
STM	Modo de transferencia síncrono (<i>synchronous transfer mode</i>)
STM-TC	Convergencia de transmisión en modo de transferencia síncrono (<i>synchronous transfer mode – transmission convergence</i>)
TA	Avance de temporización (<i>timing advance</i>)
TC	Convergencia de transmisión (<i>transmission convergence</i>)
TCM-RDSI	Red digital de servicios integrados multiplexada por compresión en el tiempo (<i>time compression multiplexed – integrated Services Digital Network</i>)
TEQ	Ecuador de dominio temporal (<i>time-domain equalizer</i>)
TPS	Específico del protocolo de transporte (<i>transport protocol specific</i>)
TPS-TC	Convergencia de transmisión específica del protocolo de transporte (<i>transport protocol specific – transmission convergence</i>)
TX (Tx)	Transmisor (<i>transmitter</i>)
UPBO	Reducción de la potencia en el sentido ascendente (<i>upstream power back-off</i>)
US	Sentido ascendente (<i>upstream</i>)
VDSL	Línea de abonado digital de velocidad muy alta (<i>very high speed digital subscriber line</i>)
VME	Entidad de gestión de la VDSL2 (<i>VDSL2 management entity</i>)

VTU	Unidad de transceptor de VDSL2 (<i>VDSL2 transceiver unit</i>)
VTU-O	VTU en la ONU (o en una central, un conmutador, un armario, etc., es decir, extremo del operador en el bucle)
VTU-R	VTU en el extremo distante (extremo del abonado en el bucle)

5 Modelos de referencia

Los modelos de referencia funcionales, de aplicación y de protocolo de los dispositivos VDSL2 especificados en esta cláusula están descritos en los sistemas DSL de la Rec. UIT-T G.995.1 [3]. Otros elementos constituyentes de los dispositivos VDSL2 están descritos en la Rec. UIT-T G.997.1 [4].

5.1 Modelo funcional de la unidad de transceptor VDSL2 (VTU)

El modelo funcional de VDSL2, que incluye los bloques funcionales y las interfaces de las unidades VTU-O y VTU-R consideradas en esta Recomendación, se ha representado en la figura 5-1. Este modelo representa las funciones más básicas de VDSL2 y tiene dos partes: una que no depende de la aplicación y otra que es específica de la aplicación. La parte que no depende de la aplicación está formada por la subcapa que depende del medio físico (PMD, *physical medium dependent*) y la parte de la subcapa de convergencia de transmisión que es específica de los medios físicos (PMS-TC, *physical media specific – transmission convergence*), que están definidas en 10 y 9 respectivamente. Las partes que son específicas de la aplicación y que forman parte del plano de usuario están definidas en 8.1 y el anexo K; se trata de la subcapa de convergencia de transmisión específica al protocolo de transporte (TPS-TC, *transport protocol specific – transmission convergence*) y las interfaces de aplicación. La convergencia de transmisión específica al protocolo de gestión (MPS-TC, *management protocol specific – transmission convergence*) tiene la función de transporte de datos de gestión y está descrita en 8.2. La entidad de gestión VDSL2 (VME, *VDSL2 management entity*) soporta los protocolos de comunicación de datos de gestión y está descrita en 11.2. Las funciones del plano de gestión en las capas superiores están controladas habitualmente por el sistema de gestión de la red (NMS, *network management system*) del operador y no se han representado en la figura 5-1. La NTR-TC soporta el transporte de la referencia de temporización de red (NTR, *network timing reference*) de 8 kHz hacia la unidad VTU-R como se indica en 8.3.

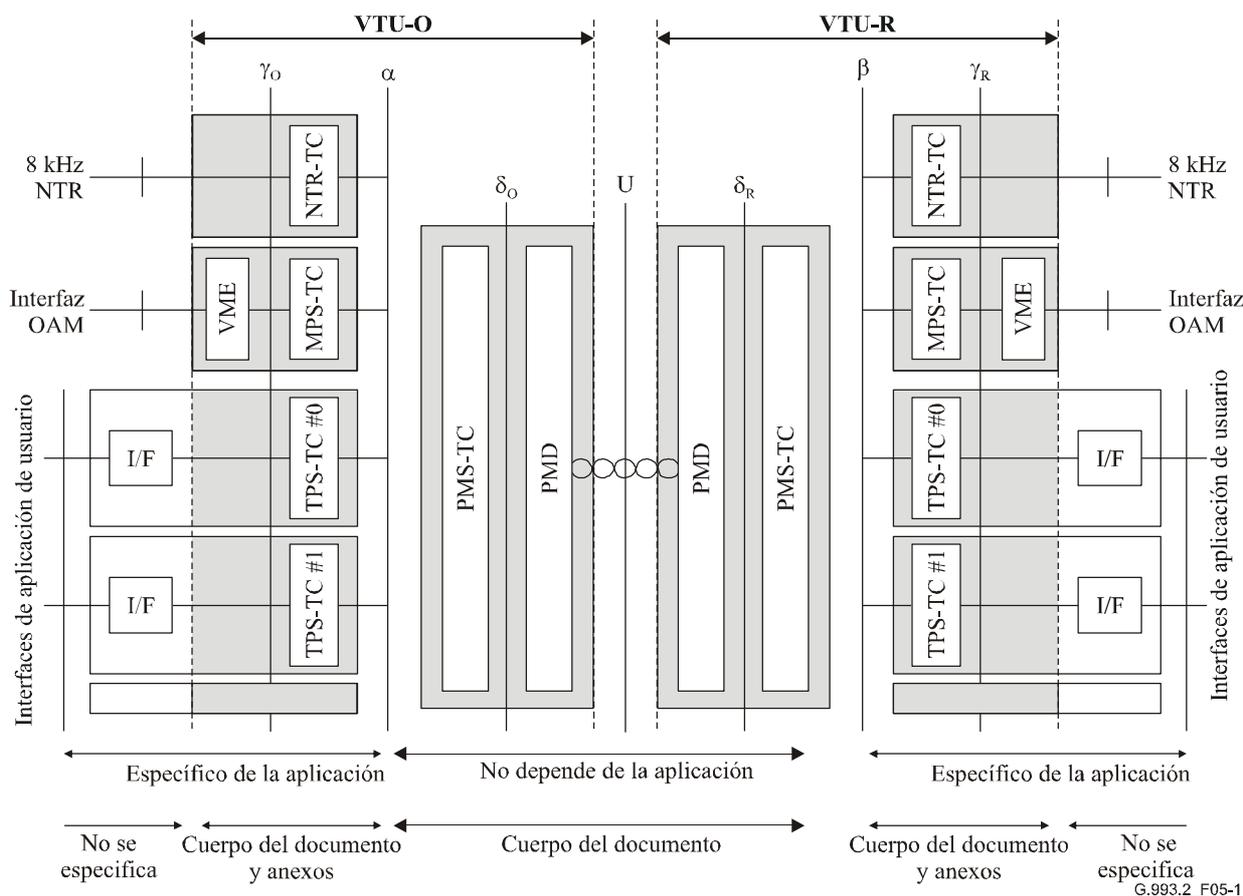


Figura 5-1/G.993.2 – Modelo funcional de VDSL2 y la VTU

Las principales funciones de la capa PMD son la generación y recuperación de temporización de símbolos, la codificación y decodificación, la modulación y demodulación. La capa PMD también puede realizar las funciones de compensación de eco y ecualización de línea.

La subcapa PMS-TC tiene funciones de formación y sincronización de tramas, corrección de errores en recepción (FEC, *forward error correction*), detección de errores, intercalación y desintercalación, aleatorización y desaleatorización. Además, la subcapa PMS-TC incluye un canal de tara que se utiliza para transportar los datos de gestión (mensajes de control generados por la VME).

La subcapa PMS-TC se conecta a la capa PMD por la interfaz δ , y a la subcapa TPS-TC por las interfaces α y β en las unidades VTU-O y VTU-R respectivamente.

La subcapa TPS-TC es específica de la aplicación y su principal finalidad es convertir los protocolos de transporte de datos aplicables en el formato uniforme necesario en las interfaces α y β , y también adaptar la velocidad de transmisión de bits entre los datos de usuario y el enlace de datos establecido por la VTU. Según las características de la aplicación, la subcapa TPS-TC puede soportar uno o más canales de datos de usuarios. Esta subcapa comunica con los bloques de la interfaz de datos de usuario en las unidades VTU-R y VTU-O a través de las interfaces γ_R y γ_O respectivamente. La definición de los bloques de la interfaz de datos está fuera del alcance de esta Recomendación. Las subcapas MPS-TC y NTR-TC realizan funciones de la subcapa TPS-TC para datos de gestión y señales NTR de 8 kHz respectivamente.

La función de la VME facilita la gestión de la VTU. Esta entidad comunica con funciones de la capa de gestión superior en el plano de gestión como se especifica en la Rec. UIT-T G.997.1 [4], por ejemplo el sistema NMS que controla la base de gestión MIB de IHCO. El intercambio de

información de gestión entre las funciones VME de las unidades VTU-O y VTU-R se realiza a través del canal de tara de la subcapa PMS-TC. La subcapa MPS-TC convierte los datos de gestión entrantes en el formato uniforme que es necesario en las interfaces α y β , que después se va a multiplexar a la PMS-TC. La información de gestión contiene indicaciones de anomalías y defectos, los correspondientes contadores para la supervisión de calidad de funcionamiento y mensajes de instrucciones/respuesta de gestión que facilitan los procedimientos definidos para las funciones de capas superiores, en particular para fines de pruebas.

Las interfaces α , β , γ_R y γ_O sólo son separaciones lógicas y están definidas como un conjunto de primitivas funcionales; no está previsto ningún acceso físico. En lo referente al plano de usuario, las interfaces γ_R y γ_O son los equivalentes lógicos de las interfaces T y V respectivamente, que se indican en la figura 5-4.

5.2 Modelo de referencia del protocolo del plano de usuario

El modelo de referencia del protocolo del plano de usuario está representado en la figura 5-2 y corresponde al modelo funcional VDSL2 de la figura 5-1. Se ha incluido este modelo de referencia para poner de manifiesto que esta Recomendación está basada en una estructura de capas y para dar una descripción coherente con el modelo de referencia del protocolo xDSL genérico descrito en la Rec. UIT-T G.995.1 [3].

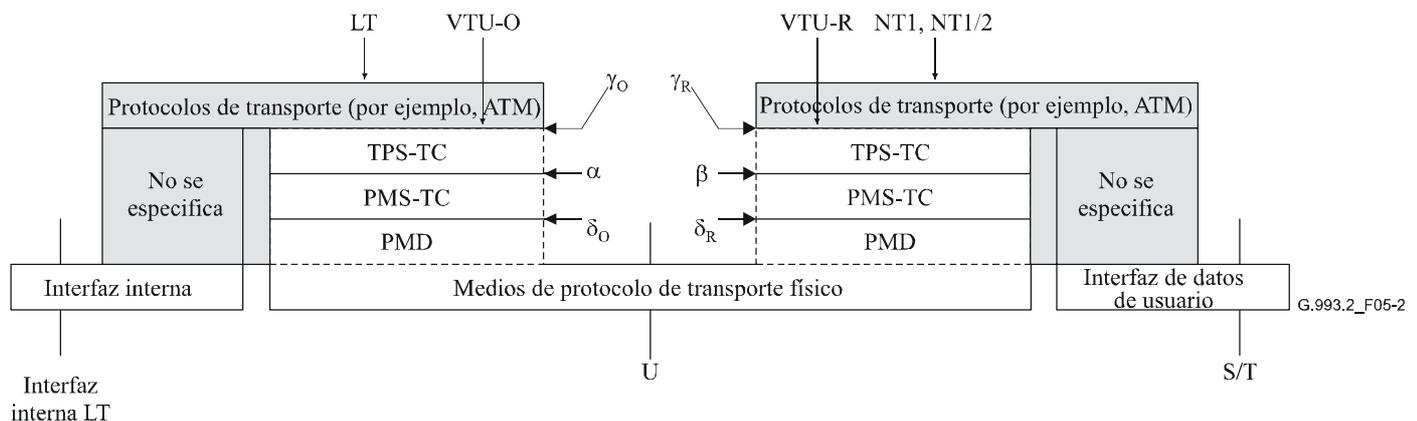


Figura 5-2/G.993.2 – Modelo de referencia del protocolo del plano de usuario

El cuadro 5-1 es un resumen de la terminología y las definiciones de velocidad de datos que son aplicables en distintos puntos de referencia. Los puntos de referencia son los que se indican en el modelo de referencia de la figura 5-2 y en el modelo funcional PMS-TC de la figura 9-1.

Cuadro 5-1/G.993.2 – Terminología y definiciones de la velocidad de datos

Velocidad de datos	Notación/ecuación	Se refiere a	Punto de referencia
Velocidad de datos neta para el canal portador n (del trayecto de latencia p)	NDR_{pn}	Cuadro 9-6	α, β (plano de usuario)
Velocidad de datos neta para el trayecto de latencia p	$NDR_p = \sum_n NDR_{pn}$	Cuadro 9-6	α, β (plano de usuario)
Velocidad de datos neta	$\sum_p NDR_p$	–	α, β (plano de usuario)
Velocidad de datos de tara para el trayecto de latencia p	OR_p	Cuadro 9-6	α, β (plano de gestión)
Velocidad de datos de tara	$\sum_p OR_p$	Cuadro 9-6	α, β (plano de gestión)
Velocidad de datos de tara del mensaje para el trayecto de latencia p	msg_p	Cuadro 9-6	α, β (plano de gestión)
Velocidad de datos combinada para el trayecto de latencia p = velocidad de datos neta para el trayecto de latencia p + velocidad de datos de tara para el trayecto de latencia p	$NDR_p + OR_p$	Cuadro 9-6, 9.1	A
Velocidad de datos combinada = velocidad de datos neta + velocidad de datos de tara	$\sum_p NDR_p + OR_p$	Cuadro 9-6, 9.1	A
Velocidad de datos total para el trayecto de latencia p = velocidad de datos combinada para el trayecto de latencia p + tara de codificación RS para el trayecto de latencia p	$TDR_p = L_p \times f_s$	Cuadro 9-6, 9.1	C
Velocidad de datos total = velocidad de datos combinada + tara de codificación RS	$TDR = \left(\sum_p L_p \right) \times f_s$	Cuadro 9-6, 9.1	δ
Velocidad de línea = velocidad de datos total + velocidad de tara de codificación reticular	$\left(\sum_i b_i \right) \times f_s$	10.3.3, 10.4.4	U
Velocidad de datos neta bidireccional (relacionada con el valor MBDC)	$\sum_p NDR_{DSp} + \sum_p NDR_{USp}$	Cuadro 9-6	α, β (plano del usuario)

5.3 Modelo de referencia del plano de gestión

El modelo de referencia para el protocolo del plano de gestión está representado en la figura 5-3 y corresponde al modelo funcional VDSL2 representado en la figura 5-1. El modelo de referencia del protocolo para el plano de gestión corresponde específicamente al transporte de datos de gestión a través del enlace VDSL2.

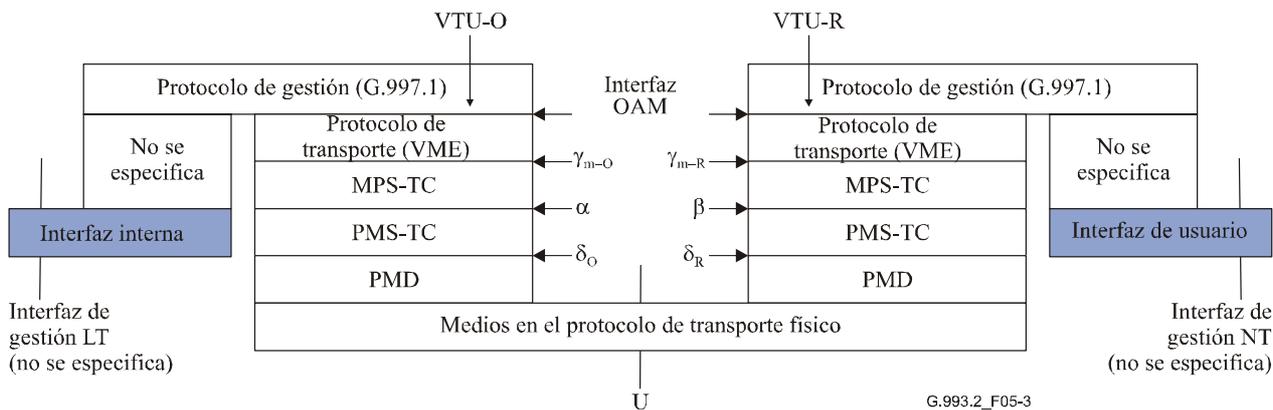


Figura 5-3/G.993.2 – Modelo de referencia del protocolo en el plano de gestión

5.4 Modelos de referencia de la aplicación

Los modelos de aplicaciones para VDSL2 están basados en la configuración de referencia genérica descrita en 6.1/G.995.1 [3]. Hay tres modelos de aplicaciones diferentes:

- servicio de datos únicamente;
- servicio de datos con servicio telefónico ordinario subyacente; y
- servicio de datos con servicio RDSI subyacente.

En la figura 5-4 se representa el modelo de referencia de una aplicación para la instalación distante con servicio telefónico ordinario o RDSI facilitado por un fraccionador. En la figura 5-5 se representa el modelo de aplicación para la instalación distante sin fraccionador. Puede incluirse un filtro paso bajo (facultativo) que separa más eficazmente la unidad VTU-R y los CPE de la red de banda estrecha (por ejemplo, teléfonos, módems de banda vocal o terminales RDSI).

El emplazamiento de los filtros (HPF y LPF) en los modelos de aplicaciones representados en las figuras 5-4 y 5-5 sólo es un emplazamiento funcional; el emplazamiento físico y las características específicas de los fraccionadores y los filtros pueden depender de las características regionales. Los filtros en el lado del CPE representados en la figura 5-4 pueden instalarse de distintas formas: fraccionadores, filtros en línea, filtros integrados con dispositivos VTU y filtros integrados con CPE de red de banda estrecha.

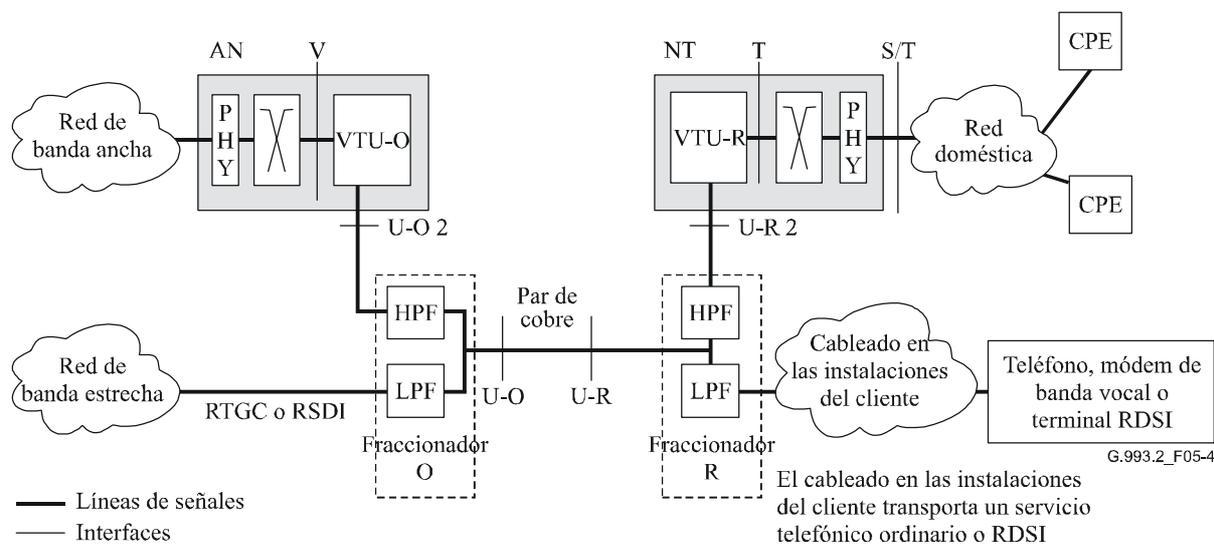


Figura 5-4/G.993.2 – Modelo de referencia de aplicación genérica para instalación distante con fraccionador

En la figura 5-6 se representa el modelo de aplicación típico para ofrecer servicios de datos con un sistema VDSL2. La VTU-R forma parte de la NT VDSL2, que habitualmente está conectada a uno o más terminales de usuario y que puede incluir terminales de datos, equipos de telecomunicaciones y otros dispositivos; estas conexiones se señalan mediante puntos de referencia S/T. Las unidades VTU-R y VTU-O están conectadas por un par de cobre; el punto extremo en las instalaciones del cliente corresponde al punto de referencia U-R y el punto extremo en la red corresponde al punto de referencia U-O. La VTU-O forma parte del nodo de acceso (AN), que habitualmente está conectado a una red de acceso de banda ancha en el punto de referencia V. En este modelo de aplicación no hay ningún servicio de banda estrecha subyacente transportado por el mismo par de cobre que transporta VDSL2.

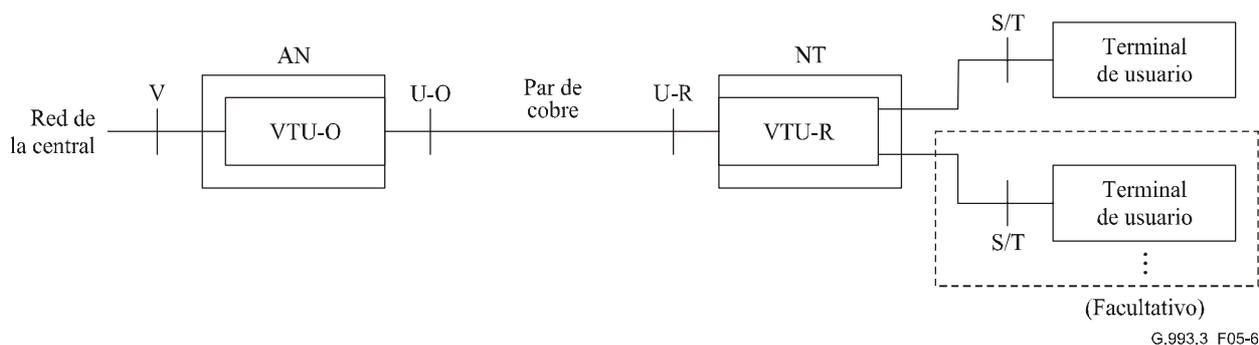


Figura 5-6/G.993.2 – Modelo de aplicación para un servicio de datos

5.4.2 Servicio de datos con el servicio telefónico ordinario

En la figura 5-7 se ha representado el modelo de aplicación característico para un servicio de datos con VDSL2 y el servicio telefónico ordinario subyacente sobre el mismo par de cobre (instalación distante con fraccionador). La VTU-R forma parte de la terminación de red (NT) VDSL-2 que está conectada habitualmente a uno o más terminales de usuario: terminales de datos, equipos de telecomunicaciones y otros dispositivos. Estas conexiones corresponden a los puntos de referencia S/T. La VTU-R está separada de los dispositivos de banda estrecha por una combinación de filtro de paso alto (HPF, *high-pass filter*) y filtro de paso bajo (LPF, *low-pass filter*). El modelo de aplicación en las instalaciones del cliente incluye además uno o más dispositivos de banda estrecha (teléfonos del servicio telefónico ordinario, contestadores telefónicos, módems analógicos de banda vocal y otros dispositivos). En el caso de la instalación distante con un fraccionador, los dispositivos de banda estrecha se conectan al punto de referencia U-R mediante un elemento de filtro de paso bajo.

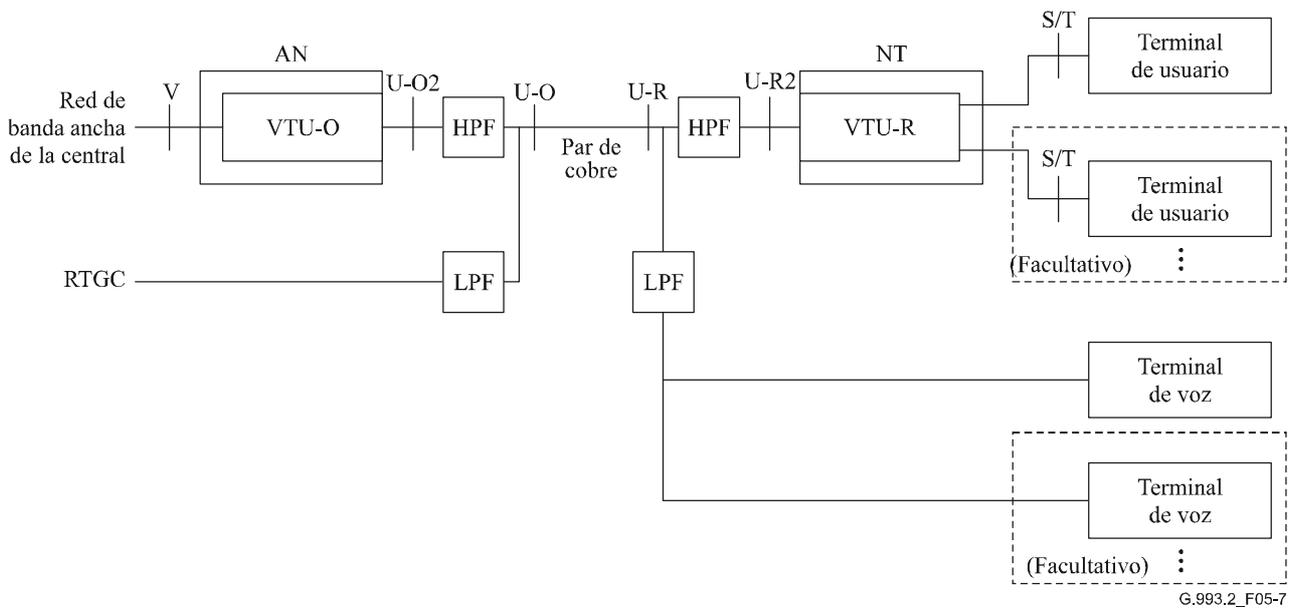


Figura 5-7/G.993.2 – Modelo de aplicación de un servicio de datos con servicio telefónico ordinario en instalación distante con fraccionador

En la figura 5-8 está representada la instalación distante sin fraccionador. En este tipo de instalación, los dispositivos de banda estrecha pueden conectarse al punto de referencia U-R directamente o a través de un filtro de paso bajo (LPF) para cada dispositivo.

La VTU-O es una parte del nodo de acceso (AN) que habitualmente está conectada a una red de acceso de banda ancha en el punto de referencia V. La VTU-O se conecta al punto de referencia U-O mediante un filtro de paso alto (HPF). En el punto de referencia U-O hay un filtro de paso bajo (LPF) que aísla la VTU-O de la red RTGC.

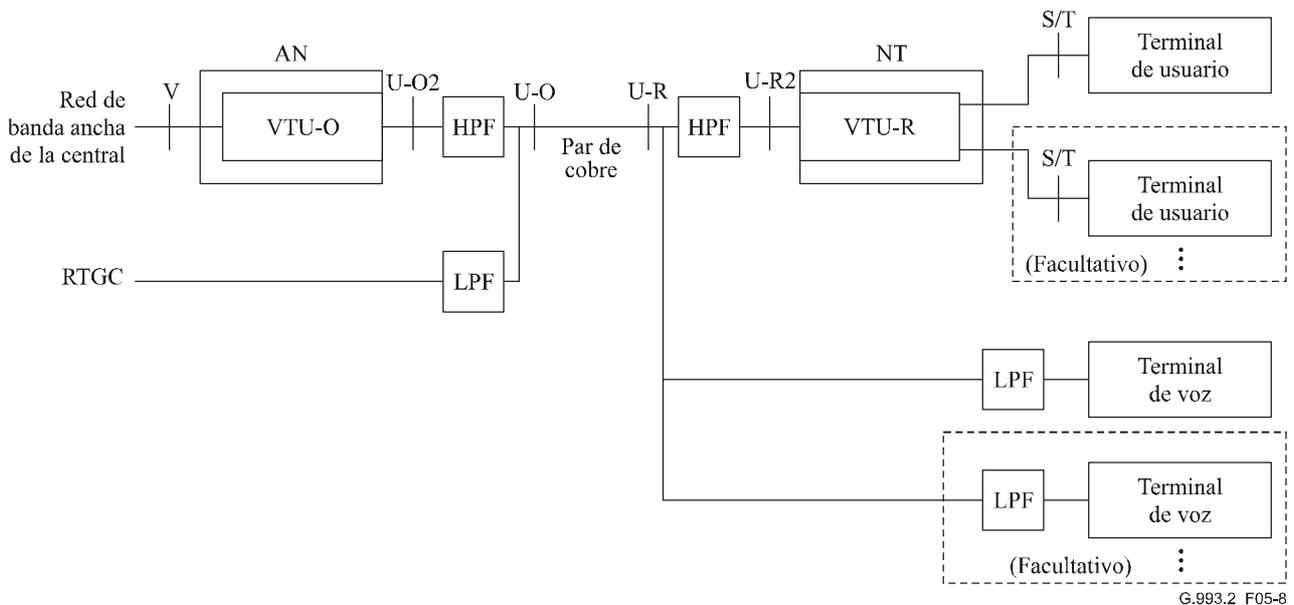


Figura 5-8/G.993.2 – Modelo de aplicación de un servicio de datos con servicio telefónico ordinario, en instalación distante sin fraccionador

NOTA 1 – Los filtros de paso bajo representados en las instalaciones del cliente de la figura 5-8 se conocen igualmente como filtros en línea. Está fuera del alcance de esta Recomendación definir las características de los filtros en línea (habitualmente las especifican los organismos de normalización regionales).

NOTA 2 – En el sistema VDSL2 de instalación distante sin fraccionador es muy probable que haya anomalías de servicio graves provocadas por la topología y la calidad incierta de cableado en las instalaciones. En particular, el principio del cableado con topología en estrella provocará una supresión importante de bandas en la respuesta del trayecto de transmisión, debido a los múltiples reflejos de las señales. Además, los problemas de desequilibrio, encaminamiento junto a fuentes de ruido eléctrico y la exposición a señales radioeléctricas fuertes pueden provocar altos niveles de interferencia radioeléctrica.

5.4.3 Servicio de datos con RDSI

En la figura 5-9 está representado el modelo de aplicación característico para el servicio de datos de tipo VDSL2 con un servicio RDSI subyacente sobre el mismo par de cobre. La VTU-R forma parte de la terminación de red (NT) VDSL2 que habitualmente está conectada a uno o más terminales de usuario: terminales de datos, equipos de telecomunicaciones y otros dispositivos. Estas conexiones corresponden a los puntos de referencia S/T. La VTU-R está separada del par de cobre por un filtro de paso alto (HPF). La NT RDSI en las instalaciones del cliente está separada del par de cobre por un filtro de paso bajo (LPF). Hay uno o más terminales de banda vocal RDSI (por ejemplo, teléfonos del servicio ordinario o RDSI, contestadores telefónicos, módems analógicos de banda vocal y otros dispositivos) conectados a la terminación de red (NT) RDSI.

La VTU-O forma parte del nodo de acceso (AN), que está conectado habitualmente a una red de acceso de banda ancha en el punto de referencia V. La VTU-O está conectada al punto de referencia U-O a través de un filtro de paso alto (HPF). En el punto de referencia U-O hay un filtro de paso bajo (LPF) que aísla la VTU-O de la red RDSI.

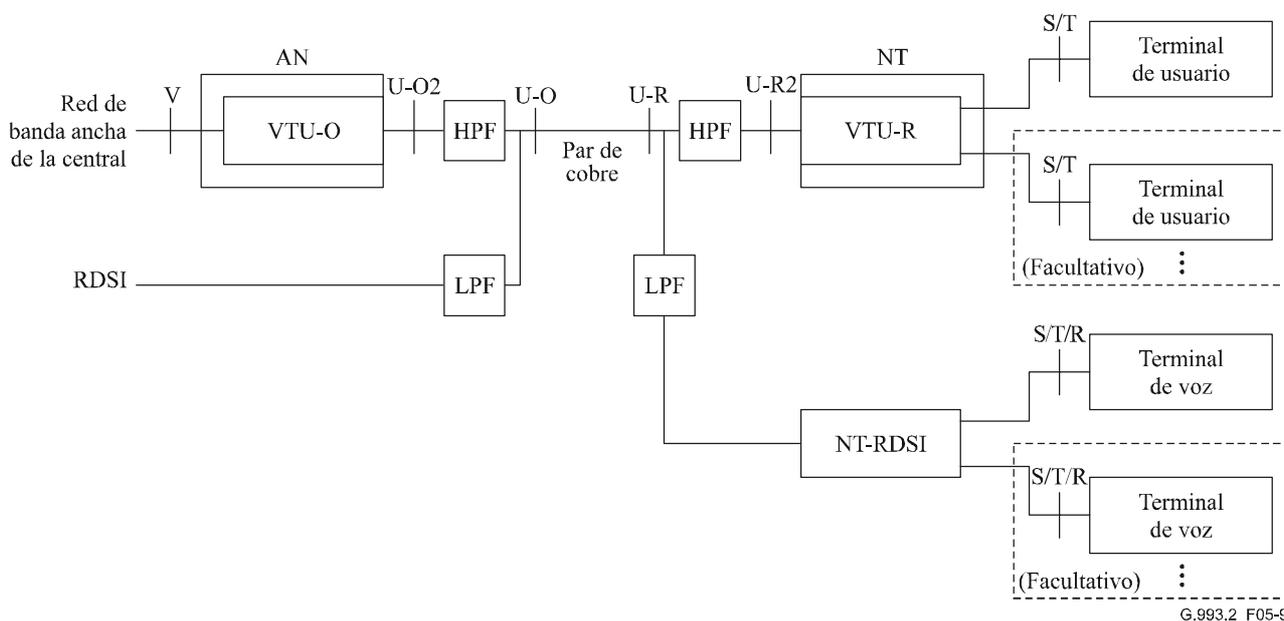


Figura 5-9/G.993.2 – Modelo de aplicación del servicio de datos con RDSI

6 Perfiles

6.1 Definición

En esta Recomendación se definen muchos valores para los distintos parámetros que podría soportar un transceptor VDSL2. Como se han definido distintos perfiles, será posible crear transceptores diferentes que serán todos conformes a esta Recomendación aunque sólo soporten un

subconjunto de los valores permitidos. La especificación de distintos perfiles permite a los proveedores realizar implementaciones menos complejas y crear implementaciones adaptadas a las condiciones específicas del servicio.

Los transceptores VDSL2 que son conformes a esta Recomendación tienen que satisfacer al menos uno de los perfiles aquí definidos. La conformidad con varios perfiles es posible. Los transceptores VDSL2 no sólo tienen que ser conformes con un perfil como mínimo, también deben ser conformes con al menos uno de los anexos que especifican las características del espectro (véanse los anexos A, B y C).

Los ocho perfiles VDSL2 (8a, 8b, 8c, 8d, 12a, 12b, 17a y 30a) están definidos en el cuadro 6-1.

NOTA – Algunos valores de parámetros dependen del plan de frecuencias aplicable. Véanse las definiciones de los parámetros en las cláusulas 3 y 6.2.

Cuadro 6-1/G.993.2 – Perfiles VDSL2

Plan de frecuencias	Parámetros	Valor del parámetro en cada perfil							
		8a	8b	8c	8d	12a	12b	17a	30a
Todo	Potencia de transmisión combinada en sentido descendente máxima (dBm)	+17,5	+20,5	+11,5	+14,5	+14,5	+14,5	+14,5	+14,5
Todos	Potencia de transmisión combinada en sentido descendente mínima (dBm)	En estudio	En estudio	En estudio	En estudio	En estudio	En estudio	En estudio	En estudio
Todos	Potencia de transmisión combinada en sentido ascendente máxima (dBm)	+14,5	+14,5	+14,5	+14,5	+14,5	+14,5	+14,5	+14,5
Todos	Potencia de transmisión combinada en sentido ascendente mínima (dBm)	En estudio	En estudio	En estudio	En estudio	En estudio	En estudio	En estudio	En estudio
Todos	Separación de subportadoras (kHz)	4,3125	4,3125	4,3125	4,3125	4,3125	4,3125	4,3125	8,625
Todos	Soporte de la banda cero en sentido ascendente (US0)	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario	No es necesario	No es necesario	No es necesario
Todos	Capacidad de velocidad de datos bidireccional neta mínima (MBDC)	50 Mbit/s	50 Mbit/s	50 Mbit/s	50 Mbit/s	68 Mbit/s	68 Mbit/s	100 Mbit/s	200 Mbit/s
Todos	Retardo combinado del intercalador y el desintercalador (octetos)	65536	65536	65536	65536	65536	65536	98304	131072
Todos	Nivel de intercalación máxima ($D_{máx}$)	2048	2048	2048	2048	2048	2048	3072	4096
Todos	Parámetro $(1/S)_{máx}$ en sentido descendente	24	24	24	24	24	24	48	28
Todos	Parámetro $(1/S)_{máx}$ en sentido ascendente	12	12	12	12	24	24	24	28

Cuadro 6-1/G.993.2 – Perfiles VDSL2

Plan de frecuencias	Parámetros	Valor del parámetro en cada perfil							
		8a	8b	8c	8d	12a	12b	17a	30a
Anexo A, anexo B (998)	Índice de la subportadora de datos más alta en sentido descendente soportada (frecuencia en el borde de la banda superior en MHz (informativo))	1971 (8,5)	1971 (8,5)	1971 (8,5)	1971 (8,5)	1971 (8,5)	1971 (8,5)	N/A	N/A
	Índice de la subportadora de datos más alta en sentido ascendente soportada (frecuencia en el borde de la banda superior en MHz (informativo))	1205 (5,2)	1205 (5,2)	1205 (5,2)	1205 (5,2)	2782 (12)	2782 (12)	N/A	N/A
Anexo B (997)	Índice de la subportadora más alta soportada en sentido descendente (frecuencia en el borde de la banda superior en MHz (informativo))	1634 (7,05)	1634 (7,05)	1634 (7,05)	1634 (7,05)	1634 (7,05)	1634 (7,05)	N/A	N/A
	Índice de la subportadora más alta soportada en sentido ascendente (frecuencia en el borde de la banda superior en MHz (informativo))	2047 (8,832)	2047 (8,832)	1182 (5,1)	2047 (8,832)	2782 (12)	2782 (12)	N/A	N/A
Anexo C	Índice de la subportadora más alta soportada en sentido descendente (frecuencia en el borde de la banda superior en MHz (informativo))	1971 (8,5)	1971 (8,5)	1971 (8,5)	1971 (8,5)	1971 (8,5)	1971 (8,5)	4095 (17,664)	2098 (18,1)
	Índice de la subportadora más alta soportada en sentido ascendente (frecuencia en el borde de la banda superior en MHz (informativo))	1205 (5,2)	1205 (5,2)	1205 (5,2)	1205 (5,2)	2782 (12)	2782 (12)	2782 (12)	3478 (30)

NOTA 1 – Los valores de la potencia de transmisión mínima combinada necesitan otros estudios. Estos valores se podrán definir en una versión ulterior de esta Recomendación cuando se determine por consenso la potencia necesaria para satisfacer los objetivos del servicio y las condiciones de implementación práctica de los excitados de línea.

NOTA 2 – La banda de frecuencias permitidas está determinada por los requisitos de la máscara de PSD aplicable definida en los anexos a esta Recomendación, y también está condicionada por las capacidades de los perfiles que soporte la implementación.

NOTA 3 – La atribución de frecuencias US0 está determinada por los requisitos de la máscara de PSD aplicable definida en los anexos a esta Recomendación.

NOTA 4 – El valor de $D_{m\acute{a}x}$ se obtiene dividiendo por 32 la suma del retardo del intercalador y el desintercalador.

6.2 Definiciones de los parámetros de cada perfil

En cada perfil se especifican valores normativos para los siguientes parámetros:

- la potencia de transmisión combinada máxima en los sentidos ascendente y descendente;
- la potencia de transmisión combinada mínima en los sentidos ascendente y descendente;

- la separación de subportadoras;
- si es o no necesario soportar la banda cero (US0) en sentido ascendente;
- la capacidad mínima en velocidad de datos neta bidireccional (MBDC, *minimum bidirectional net data rate capability*);
- el retardo combinado de intercalador y desintercalador en octetos;
- el índice de la subportadora de datos más alta que el sistema soporta en los sentidos de transmisión descendente y ascendente (depende del Plan de frecuencias);
- nivel de intercalado máximo; y
- parámetro $(1/S)_{máx.}$.

En las siguientes subcláusulas se describen explícitamente estos parámetros.

6.2.1 Potencia de transmisión combinada en sentido descendente máxima

La condición de conformidad de un módem con un determinado perfil es que la potencia de transmisión combinada en sentido descendente no sea superior al valor indicado en la columna "Potencia de transmisión combinada en sentido descendente máxima" del cuadro 6-1.

6.2.2 Potencia de transmisión combinada en sentido descendente mínima

Queda en estudio.

6.2.3 Potencia de transmisión combinada en sentido ascendente máxima

La condición de conformidad de un módem con un determinado perfil es que la potencia de transmisión combinada en sentido ascendente no sea superior al valor que se indica en la columna "Potencia de transmisión combinada en sentido ascendente máxima" del cuadro 6-1.

6.2.4 Potencia de transmisión combinada en sentido ascendente mínima

Queda en estudio.

6.2.5 Separación necesaria entre subportadoras

La separación necesaria entre subportadoras está definida en 10.4.2. La condición de conformidad de un módem con un perfil es que soporte la separación entre subportadoras necesaria que se especifica en ese perfil.

6.2.6 Soporte de la banda cero (US0) en sentido ascendente

Este parámetro especifica si la condición de conformidad del módem es que soporte la banda cero (US0) en sentido ascendente. Si el perfil exige el soporte de la banda US0, un módem conforme de VTU-O podrá recibir US0. El módem VTU-R conforme con este perfil que exige soporte de US0 también podrá transmitir US0.

Cuando el sistema no soporta US0, las frecuencias US0 se excluirán de la banda de paso en sentido ascendente.

La atribución de frecuencias para la banda US0 está definida en los anexos regionales a esta Recomendación.

6.2.7 Capacidad mínima en velocidad de datos neta bidireccional (MBDC)

La capacidad de velocidad de datos neta bidireccional de un sistema es el valor máximo de esta velocidad soportado por el módem. El requisito mínimo de capacidad en velocidad de datos neta bidireccional (MBDC) es el valor que tendrá que garantizar obligatoriamente un módem conforme para cada perfil.

6.2.8 Retardo combinado de intercalador y desintercalador

El retardo combinado de intercalador y desintercalador es la suma de los retardos de extremo a extremo en los sentidos de transmisión ascendente y descendente sobre los dos trayectos de latencia, expresado en octetos. Por tanto, se aplica a las dos VTU. En la figura 6-1 está representada la conexión de extremo a extremo con dos trayectos de latencia y sus intercaladores y desintercaladores.

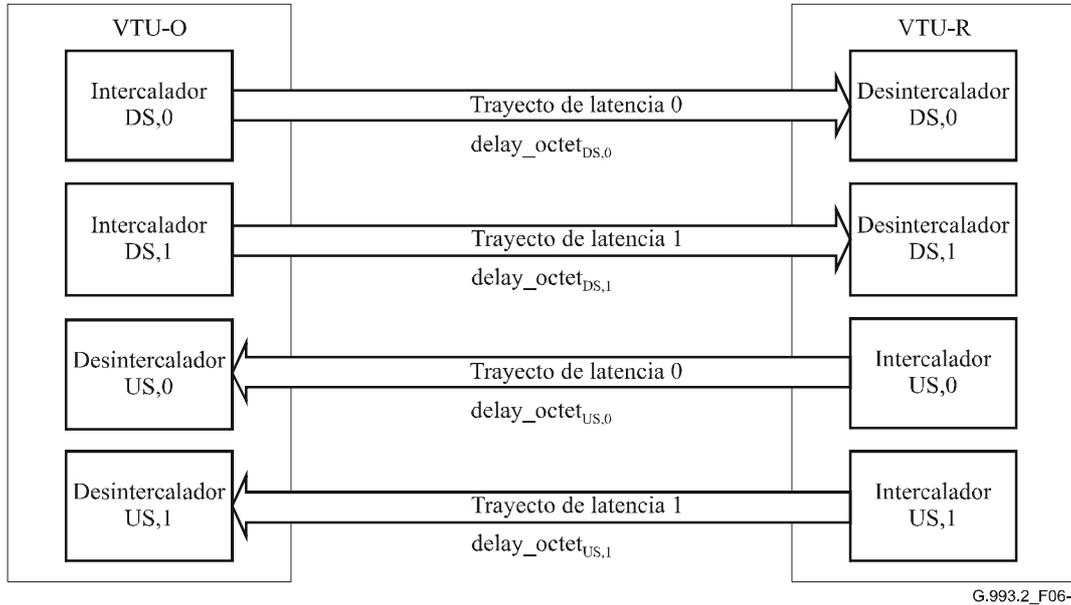


Figura 6-1/G.993.2 – Ilustración de todos los trayectos de latencia que producen el retardo combinado de intercalador y desintercalador especificado para cada perfil

El retardo de extremo a extremo en octetos para el par intercalador-desintercalador en el trayecto p , siendo $p = 0, 1$, está dado por la siguiente fórmula:

$$\text{delay_octet}_{x,p} = (I_{x,p} - 1) \times (D_{x,p} - 1)$$

donde el sentido de transmisión x es "DS" para sentido descendente o "US" para sentido ascendente, $I_{x,p}$ es la longitud del bloque intercalador y $D_{x,p}$ es el nivel del intercalador.

Para cada intercalador y desintercalador de cada trayecto de latencia es necesario tener como mínimo $(\text{delay_octet}_{x,p}/2)$ octetos de memoria para satisfacer estas condiciones de retardo. La cantidad de memoria que se utiliza efectivamente depende de cada implementación.

Refiriéndose a la figura 6-1, el retardo combinado de intercalador y desintercalador es la suma $\text{delay_octet}_{DS,0} + \text{delay_octet}_{DS,1} + \text{delay_octet}_{US,0} + \text{delay_octet}_{US,1}$,

que se puede expresar así:

$$\sum_p (I_{US,p} - 1) \cdot (D_{US,p} - 1) + (I_{DS,p} - 1) \cdot (D_{DS,p} - 1)$$

Un módem VDSL2 conforme tendrá que satisfacer la siguiente condición

$$\sum_p (I_{US,p} - 1) \cdot (D_{US,p} - 1) + (I_{DS,p} - 1) \cdot (D_{DS,p} - 1) \leq \text{MAXDELAYOCTET}$$

donde la suma se hace para todos los trayectos de latencia y MAXDELAYOCTET es el parámetro "retardo combinado de intercalador y desintercalador" en octetos que se especifica en el cuadro 6-1 para cada perfil.

La cantidad mínima de memoria necesaria en un transceptor (VTU-O o VTU-R) para cumplir esta condición es $\frac{\text{MAXDELAYOCTET}}{2}$ octetos. La cantidad de memoria que se utiliza efectivamente depende de la implementación.

6.2.9 Índice de la subportadora de datos más alta soportada en sentido descendente

El índice de la subportadora de datos más alta en el sentido descendente soportada es un parámetro que depende del plan de bandas de frecuencias. Es el índice de la subportadora de frecuencias más altas disponible para la transmisión en sentido descendente. Un módem VTU-O conforme con este perfil podrá transmitir las subportadoras de datos identificadas con un índice inferior o igual a este valor, que se indica para ese perfil en la línea "índice de la subportadora de datos más alta soportada en el sentido descendente". El módem no transmitirá subportadoras de datos que tengan un índice más alto que ese valor.

NOTA – En el cuadro se indica, entre paréntesis después del índice, la frecuencia del borde de la banda superior correspondiente al índice de la subportadora de datos más alta en el sentido descendente. La frecuencia del borde de la banda superior es informativa.

6.2.10 Índice de la subportadora de datos más alta soportada en sentido ascendente

El índice de la subportadora de datos más alta soportada en sentido ascendente es un parámetro que depende del plan de bandas de frecuencias. Este índice indica la subportadora de frecuencias más altas disponible para la transmisión en sentido ascendente. Un módem VTU-R conforme con un determinado perfil podrá transmitir subportadoras de datos identificadas con un índice inferior o igual a este valor, que se indica para ese perfil en la línea "índice de la subportadora de datos más alta soportada en sentido ascendente". El módem no transmitirá subportadoras de datos que tengan un índice más alto que este valor.

NOTA – En el cuadro se indica, entre paréntesis después del índice, la frecuencia del borde de la banda superior correspondiente al índice de la subportadora de datos más alta en sentido ascendente. Esta frecuencia del borde de la banda superior es informativa.

6.2.11 Nivel de intercalación máximo

El nivel de intercalación se define en 9.4. La condición de conformidad de un módem con un determinado perfil es que pueda realizar niveles de intercalación hasta el valor $D_{m\acute{a}x}$, inclusive, que se especifica en la línea "Nivel de intercalación máximo ($D_{m\acute{a}x}$)" en el cuadro 6-1.

6.2.12 Parámetro $(1/S)_{m\acute{a}x}$

El parámetro $(1/S)_{m\acute{a}x}$ determina el número máximo de palabras código FEC que el módem puede transmitir durante un símbolo DMT (véase la definición detallada en 9.5.5). La condición de conformidad de un módem con un determinado perfil es que puede transmitir hasta $(1/S)_{m\acute{a}x}$ palabras código FEC, inclusive, de cualquier tamaño válido para cada símbolo DMT, como se especifica en las líneas "Parámetro $(1/S)_{m\acute{a}x}$ en sentido descendente" y "Parámetro $(1/S)_{m\acute{a}x}$ en sentido ascendente" del cuadro 6-1.

6.3 Conformidad con el perfil

Condiciones de conformidad de un módem VTU-O con un determinado perfil:

- poder transmitir subportadoras con el valor de separación entre subportadoras especificado para el perfil;

- poder transmitir subportadoras de datos hasta el valor de índice especificado para el perfil (inclusive) para la banda de frecuencias aplicable en la línea "Índice de la subportadora de datos más alta soportada en sentido descendente";
- poder recibir US0 si el soporte de US0 es obligatorio en este perfil;
- soportar el retardo combinado de intercalador y desintercalador, en octetos, especificado para ese perfil;
- soportar todos los valores de D , hasta $D_{máx}$, inclusive, en sentido ascendente y descendente;
- soportar todos los valores de $1/S$ hasta $(1/S)_{máx}$ en sentido ascendente y $(1/S)_{máx}$ en sentido descendente, inclusive;
- soportar el valor indicado de MBDC.

Condiciones de conformidad de un módem VTU-R con un determinado perfil:

- poder transmitir subportadoras con el valor de separación entre subportadoras especificado para el perfil;
- poder transmitir subportadoras de datos hasta el valor de índice especificado para el perfil (inclusive) para la banda de frecuencias aplicable en la línea "Índice de la subportadora de datos más alta soportada en sentido ascendente";
- poder transmitir US0 si el soporte de US0 es obligatorio en este perfil;
- soportar el retardo combinado de intercalador y desintercalador, en octetos, especificado para ese perfil;
- soportar todos los valores de D , hasta $D_{máx}$, inclusive, en sentido ascendente y descendente;
- soportar todos los valores de $1/S$ hasta $(1/S)_{máx}$ en sentido ascendente y $(1/S)_{máx}$ en sentido descendente, inclusive;
- soportar el valor indicado de MBDC.

Otras condiciones para un módem VDSL2 conforme con un determinado perfil:

- no utilizar valores de separación entre subportadoras que no se especifiquen para el perfil;
- no transmitir en una banda de paso que incluya subportadoras con índices más altos que el que se especifica con el perfil en la banda de frecuencias y el sentido de transmisión aplicables, en la línea "Índice de la subportadora de datos más alta soportada en sentido descendente (ascendente)";
- no utilizar un retardo combinado de intercalador y desintercalador que sea superior al valor especificado para el perfil;
- no transmitir con un nivel de potencia superior al valor máximo de frecuencia de transmisión combinada que se especifica para el perfil.

7 Características de la interfaz con el medio de transmisión

En esta cláusula se especifica la interfaz entre el transceptor y los puntos de referencia U-O2 y U-R2 del medio de transmisión definidos en 5.4. A los fines de esta Recomendación, se considera que las interfaces U-O2/U-R2 y U-O/U-R son equivalentes en espectro.

7.1 Método de duplexación y construcción de la banda de frecuencias

Los transceptores VDSL2 utilizarán el principio de duplexación por división de frecuencias (FDD, *frequency division duplexing*) para separar las transmisiones en sentido ascendente y descendente. No está permitido traslapar las bandas de paso ascendente y descendente. La atribución de las bandas de frecuencias en sentido ascendente y descendente está definida en el plan de bandas de frecuencias estructurado por valores de frecuencias de separación.

La señal VDSL2 permite utilizar la gama de frecuencias hasta 30 MHz, pero la frecuencia máxima utilizada por un módem para transmitir datos depende del plan de bandas de frecuencias seleccionado y del perfil (véase la cláusula 6).

7.1.1 Plan de bandas por debajo de 12 MHz

En la gama de frecuencias bajo 12 MHz, la norma VDSL2 especifica el plan de cinco bandas definido en la figura 7-1. US0 es la banda de frecuencias entre f_{0L} y f_{0H} . Esta banda sólo se utilizará, en su caso, para la transmisión en sentido ascendente. Las cuatro bandas de frecuencias DS1, US1, DS2 y US2, que corresponden a la primera banda en sentido descendente, la primera banda en sentido ascendente, la segunda banda en sentido descendente y la segunda banda en sentido ascendente respectivamente, estarán definidas por las frecuencias de separación de bandas f_1, f_2, f_3, f_4 y f_5 , siendo $f_4 \geq f_{0H}$.

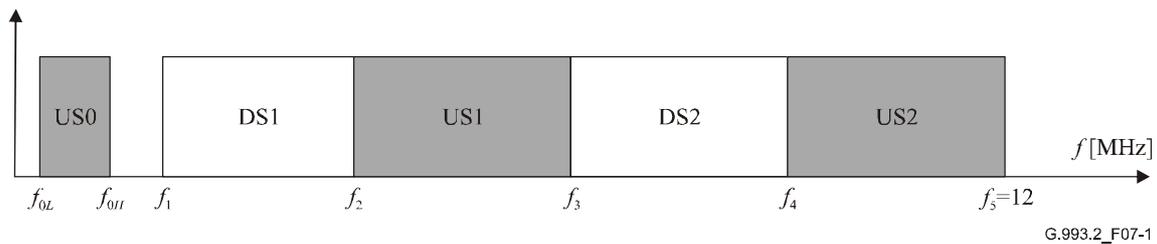


Figura 7-1/G.993.2 – Plan de bandas en la gama de frecuencias hasta 12 MHz

Para el plan de bandas bajo 12 MHz representado en la figura 7-1, la banda de paso en sentido ascendente estará formada por las siguientes porciones del espectro de frecuencias: $f_{0L} < f < f_{0H}$, $f_2 < f < f_3$, y $f_4 < f < f_5$. La banda de paso en sentido descendente estará formado por las siguientes porciones del espectro de frecuencias: $f_1 < f < f_2$ y $f_3 < f < f_4$. La banda de paso en los dos sentidos de transmisión no incluirá frecuencias superiores al valor de la subportadora de datos más alta soportada que se especifica para cada sentido de transmisión para el perfil seleccionado (6.1).

Los valores de $f_{0L}, f_{0H}, f_1, f_2, f_3$ y f_4 se especifican en los anexos A, B y C.

7.1.2 Plan de bandas por encima de 12 MHz

En la gama de frecuencias entre 12 MHz y 30 MHz, la norma VDSL2 especifica como mínimo una banda adicional en sentido ascendente o descendente. Las bandas por encima de 12 MHz se especifican mediante frecuencias de separación de banda adicionales. El número de frecuencias de separación de banda adicionales depende del número de bandas definidas entre 12 MHz y 30 MHz. En los anexos A, B y C se especifican los valores de frecuencias de separación de bandas entre 12 MHz y 30 MHz.

Si se utilizan frecuencias por encima de 12 MHz, la banda de paso en sentido descendente (ascendente) es la banda de paso en sentido descendente (ascendente) por debajo de 12 MHz más todas las bandas en sentido descendente (ascendente) por encima de 12 MHz. Ahora bien, la banda de paso en cada sentido de transmisión no podrá contener frecuencias superiores al valor especificado de la subportadora de datos más alta soportada en cada sentido de transmisión para el perfil seleccionado (6.1).

7.2 Densidad espectral de potencia (PSD)

7.2.1 Máscara de la PSD de transmisión

En un módem VDSL2, la PSD de la señal de transmisión tiene que estar dentro de la máscara de PSD. Para cada frecuencia, la máscara de la PSD de transmisión será la máscara de la PSD Límite especificada en el anexo correspondiente o la máscara de la PSD en la MIB, en su caso,

especificada por el proveedor del servicio y que se comunica al módem a través de la MIB (la que sea más baja).

7.2.1.1 Construcción de la máscara de la PSD en la base e información de gestión (MIB)

En esta subcláusula se especifican las condiciones y las limitaciones para la construcción de la máscara de la PSD en la MIB, que puede utilizarse para restringir la máscara de la PSD de transmisión en un sistema VDSL2 a niveles más bajos que los que especifican las máscaras de la PSD Límite. En los anexos A, B y C se indican las máscaras de la PSD Límite definidos para algunas regiones geográficas.

En esta subcláusula el término "banda" designa una banda de frecuencias en sentido ascendente o descendente del plan de bandas definido en el anexo pertinente. La expresión "gama de frecuencias" se utiliza para indicar una parte de esta banda.

7.2.1.1.1 Descripción general

En algunas instalaciones el operador puede forzar un módem VDSL2 a transmitir a niveles por debajo de los que especifican las máscaras de la PSD Límite. La máscara de la PSD en la MIB es un instrumento adicional que los operadores pueden utilizar para corregir las máscaras de la PSD de transmisión en las unidades VTU-O y VTU-R. La reducción de potencia por limitación (véase 12.3.3) y la reducción de potencia por adaptación en sentido ascendente (véase 7.2.1.3) son otros instrumentos que permiten reducir la PSD de transmisión (a valores inferiores a la de la máscara de PSD).

La máscara de la PSD en la MIB tendrá que ser igual a la máscara de la PSD Límite que se especifica en el anexo correspondiente o inferior. La definición de este valor depende del control de gestión de la red (es un mecanismo controlado por la MIB) conforme a la definición de la Rec. UIT-T G.997.1 [4].

La máscara de la PSD en la MIB se especificará en la MIB de CO mediante una serie de puntos de inflexión. Pueden especificarse hasta 16 puntos de inflexión para construir la máscara de PSD en la MIB para todas las bandas utilizadas en sentido ascendente, y hasta 32 puntos de inflexión para la máscara de PSD en la MIB para todas las bandas utilizadas en sentido descendente. No es necesario especificar puntos de inflexión para cada una de las bandas definidas en un plan. Cuando no se especifique la máscara de PSD en la MIB para una gama de frecuencias, la máscara de la PSD de transmisión será la máscara PSD Límite.

NOTA – Las condiciones definidas en esta subcláusula para la máscara de la PSD en la MIB no valen para la banda US0. La utilización de una máscara de PSD en la MIB para US0 queda en estudio.

Cada uno de los puntos de inflexión utilizados para especificar la máscara de la PSD en la MIB consistirá en un índice de subportadora t_n y un valor PSD_n para la máscara de la PSD en esa subportadora, expresado en dBm/Hz. Los índices de subportadora se calcularán siempre con un valor de separación de subportadoras de 4,3125 kHz (con independencia de la separación de subportadoras realmente utilizada – véase el cuadro 6-1).

Para indicar los puntos de inflexión de cada banda utilizada se darán los valores $[(t_1, PSD_1), \dots, (t_n, PSD_n), \dots, (t_{NBP}, PSD_{NBP})]$. El valor del primer punto de inflexión será $t_1 = \text{ceil}(f_x/4,3125 \text{ kHz})$, donde "ceil" indica la función de aproximación por exceso (redondeo al entero superior) y f_x es la frecuencia del borde de la banda inferior (véase la figura 7-1). El índice t_1 indica la subportadora de frecuencias más bajas de la banda, suponiendo que se utiliza un perfil con separación de subportadoras de 4,3125 kHz. El valor del último punto de inflexión de la banda será $t_{NBP} = \text{floor}(f_{x+1}/4,3125 \text{ kHz})$, donde "floor" indica la función de aproximación por reducción (redondeo al valor entero inferior) y f_{x+1} es la frecuencia del borde de la banda más alta. El índice t_{NBP} corresponde a la subportadora de frecuencias más altas de la banda, suponiendo que se utiliza un perfil con separación entre subportadoras de 4,3125 Hz. Si es necesario especificar otros puntos de

inflexión dentro de una banda, es condición que $t_n < t_{n+1}$, siendo $n = 2$ hasta $NBP - 1$. La frecuencia f_n correspondiente al índice t_n es $f_n = t_n \times 4,3125$ kHz.

Todos los t_i de una determinada banda de frecuencias se codificarán como enteros sin signo en la base de datos MIB de CO.

El valor de la PSD en la subportadora t_n , PSD_n , se codificará en la base de datos MIB de CO como un entero sin signo. Los valores de la PSD serán codificados desde 0 dBm/Hz (código 0) hasta -127,5 dBm/Hz (código 255) en escalones de 0,5 dBm/Hz. La gama de valores de PSD válidos va desde 0 dBm/Hz hasta -95 dBm/Hz, si bien los valores introducidos por la MIB no podrán ser superiores a lo que permite la máscara PSD Límite.

Si se utiliza un perfil que especifica una separación entre subportadoras de 8,625 kHz, la VTU restará 1 de todos los valores impares de t_i , siendo $i = 2$ hasta $NBP - 1$. Si t_1 es un número impar, la VTU sumará 1 a t_1 y utilizará este valor como primer punto de inflexión. Si t_{NBP} es un número impar, la VTU restará 1 de t_{NBP} y utilizará este valor como el último punto de inflexión.

El parámetro máscara de PSD en la MIB de CO será una concatenación de los conjuntos de puntos de inflexión para todas las bandas utilizadas.

7.2.1.1.2 Definición de los puntos de inflexión

Los puntos de inflexión que se especifican en la base de datos MIB de CO tienen que ser conformes a las restricciones que se especifican en esta subcláusula.

7.2.1.1.2.1 Definición de los puntos de inflexión cuando los valores de PSD_n son iguales a -80 dBm/Hz o superiores

Cuando los valores en la máscara de PSD de la MIB sean iguales a -80 dBm/Hz o superiores, los valores de PSD_n para los puntos de inflexión se definirán con las siguientes restricciones, excepto en el caso de curva ascendente de fuerte pendiente definida en 7.2.1.1.2.3. Este caso puede utilizarse para definir transiciones de máscara de PSD en la MIB con una pendiente más fuerte de progresión ascendente.

- Cuando $t_n < t_{n+1}$, hay que satisfacer la siguiente condición para los niveles de la máscara de PSD en la MIB:

$$\left| \frac{PSD_{n+1} - PSD_n}{t_{n+1} - t_n} \right| \leq 0,75 \text{ dB}/4,3125 \text{ kHz} \quad \text{en el caso de separación de 4,3125 kHz entre subportadoras}$$

$$\left| \frac{PSD_{n+1} - PSD_n}{t_{n+1} - t_n} \right| \leq 0,375 \text{ dB}/4,3125 \text{ kHz} \quad \text{en el caso de separación de 8,6250 kHz entre subportadoras}$$

- $\min(PSD_n) \geq -80$ dBm/Hz, y $\max(PSD_n) - \min(PSD_n) \leq 40$ dB, donde $\max(PSD_n)$ y $\min(PSD_n)$ indican los valores máximo y mínimo respectivamente de la PSD de todos los puntos de inflexión iguales a -80 dBm/Hz o superiores.

La máscara de la PSD en la MIB en una frecuencia arbitraria f se calculará interpolando en dB con una escala lineal de frecuencias de la siguiente manera:

$$\text{Máscara de PSD en la MIB}(f) = PSD_n + (PSD_{n+1} - PSD_n) \times \frac{(f/4,3125 \text{ kHz}) - t_n}{t_{n+1} - t_n}, t_n < (f/4,3125 \text{ kHz}) \leq t_{n+1}$$

En la figura 7-2 se representa la máscara de la PSD en la MIB cuando todos los puntos de inflexión son iguales a -80 dBm/Hz o superiores (siendo $\min(PSD_n) = PSD_5$ y $\max(PSD_n) = PSD_3$).

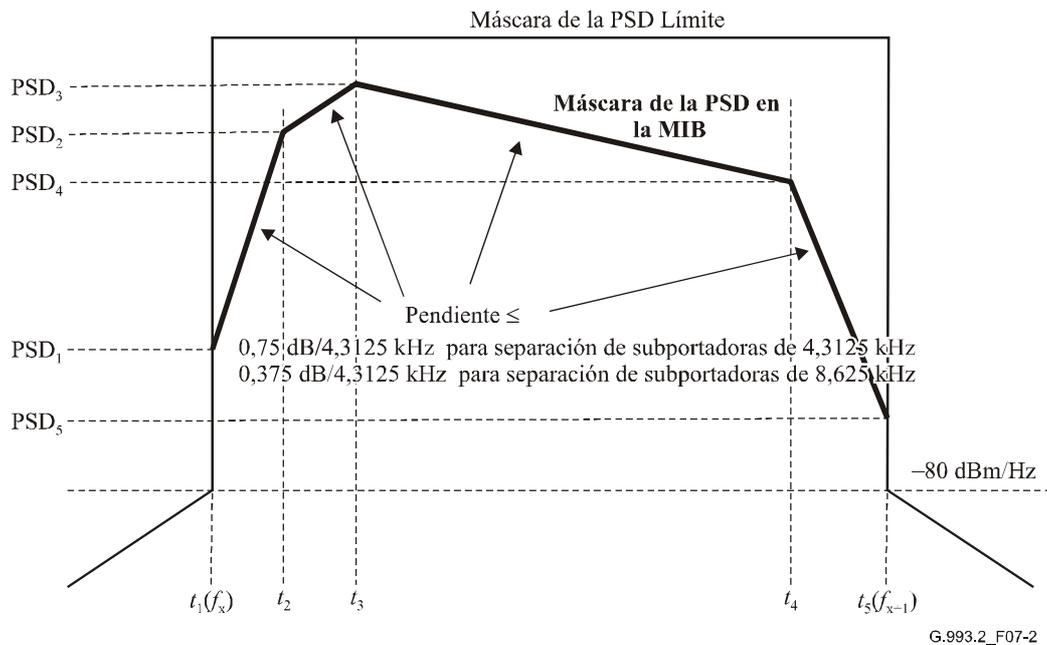


Figura 7-2/G.993.2 – Ilustración de la máscara de la PSD en la MIB cuando los valores PSD_n de todos los puntos de inflexión son iguales a -80 dBm/Hz o superiores

7.2.1.1.2.2 Definición de los puntos de inflexión cuando algunos de los valores PSD_n son inferiores a -80 dBm/Hz

Para el operador puede ser conveniente especificar una máscara de PSD en la MIB con algunos valores PSD_n inferiores a -80 dBm/Hz dentro de una banda (entre t_1 y t_{NBP}) y con una gama de frecuencias que va desde t_{start} hasta t_{stop} en la que la máscara de la PSD en la MIB es superior a -80 dBm/Hz. Esta situación se ha ilustrado en la figura 7-3. En este caso, los valores PSD_n de los puntos de inflexión en la máscara de PSD en la MIB, en las gamas de valores $t_1 \leq t < t_{start}$ y $t_{stop} < t \leq t_{NBP}$ no serán inferiores a los límites de PSD en la banda suprimida, que se definen en 7.2.2; las frecuencias de transición del borde inferior y el borde superior de una gama de frecuencias identificada con una máscara de la PSD en la MIB por encima de -80 dBm/Hz, son $f_{tr2} = t_{start} \times 4,3125$ kHz y $f_{tr1} = t_{stop} \times 4,3125$ kHz, respectivamente.

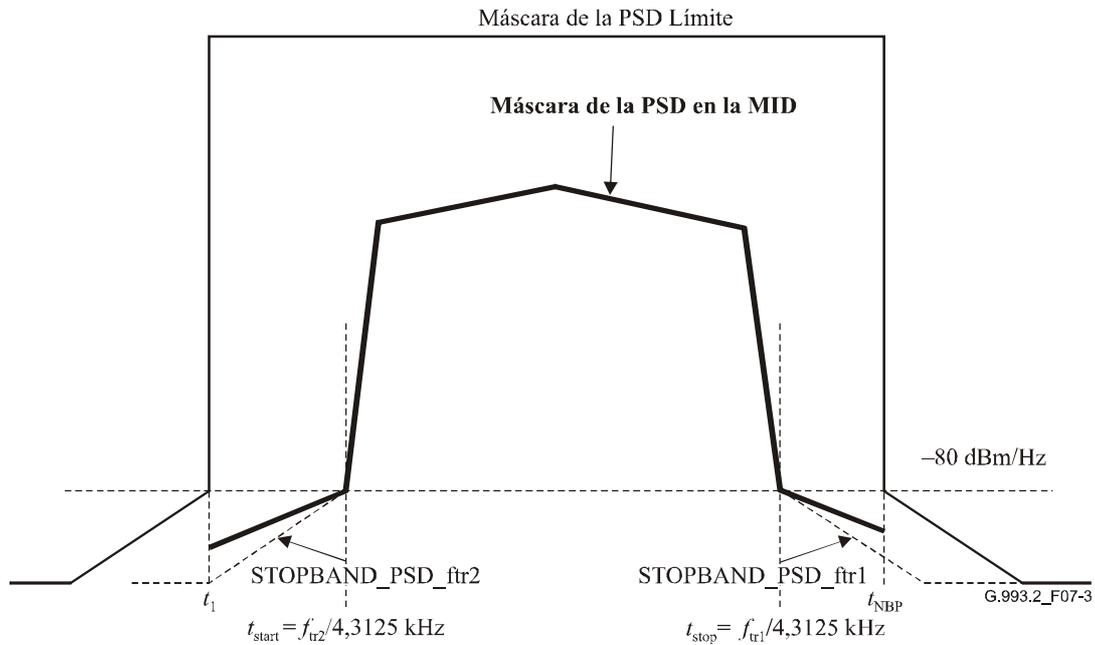


Figura 7-3/G.993.2 – Ilustración de las restricciones de puntos de inflexión para el caso en que la máscara de la PSD en la MIB pasa bajo -80 dBm/Hz entre dos frecuencias de separación de bandas (t_1 y t_{NBP}), pero es superior a -80 dBm/Hz para otra gama de frecuencias dentro de la banda

También es posible que el operador considere conveniente especificar una máscara de la PSD en la MIB por debajo de -80 dBm/Hz en una gama de frecuencias comprendida entre dos gamas en las que la máscara de la PSD en la MIB está por encima de -80 dBm/Hz. Por ejemplo, la máscara de la PSD en la MIB está por encima de -80 dBm/Hz en la gama t_{start1} a t_{stop1} (gama 1) y también entre t_{start2} y t_{stop2} (gama 2), pero entre t_{stop1} y t_{start2} está por debajo de -80 dBm/Hz, como se indica en la figura 7-4. En este caso, los valores PSD_n de puntos de inflexión para la máscara de PSD en la MIB correspondientes a los índices $t_{stop1} < t < t_{start2}$ no podrán ser inferiores a la suma de potencias de la PSD de la banda suprimida en el borde superior de la gama 1 y la PSD de la banda suprimida en el borde inferior de la gama 2 (véase 7.2.2); la frecuencia de transición del borde superior de la gama 1 es $f_{tr1} = t_{stop1} \times 4,3125$ kHz y la frecuencia de transición del borde inferior de la gama 2 es $f_{tr2} = t_{start2} \times 4,3125$ kHz, respectivamente. La suma de potencias puede calcularse con la siguiente ecuación:

$$\text{Máscara de PSD en la MIB } (t_{stop1} < t < t_{start2}) \geq 10 \times \log_{10} (10^{0,1 \times \text{STOPBAND_PSD_ftr1}(t)} + 10^{0,1 \times \text{STOPBAND_PSD_ftr2}(t)})$$

NOTA – La suma de potencias puede dar como resultado valores de PSD superiores a -80 dBm/Hz.

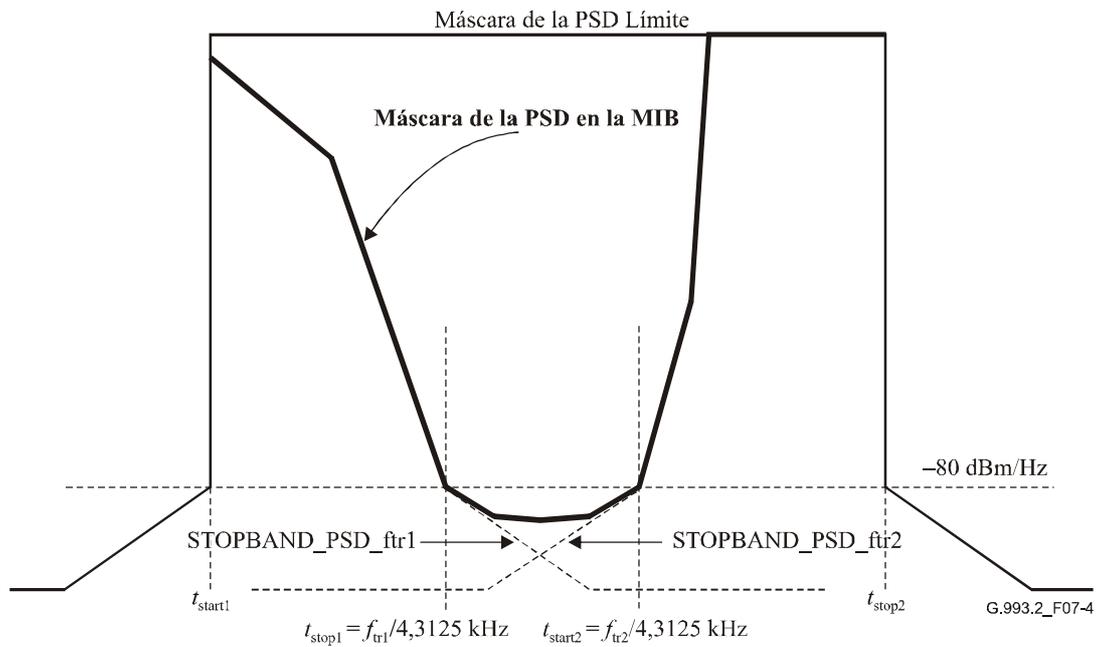


Figura 7-4/G.993.2 – Ilustración de restricciones para los puntos de inflexión para el caso de una banda de frecuencias que tiene una PSD en la MIB por debajo de -80 dBm/Hz, entre dos gamas de frecuencias que tienen una PSD por encima de -80 dBm/Hz

7.2.1.1.2.3 Definición de la curva ascendente de fuerte pendiente

Es posible utilizar una curva ascendente de fuerte pendiente para la máscara de la PSD en la MIB. Este tipo de curva ascendente de fuerte pendiente permite definir una máscara de PSD en la MIB con mayor variación que la que se especifica en 7.2.1.1.2.1. Se especifican dos curvas ascendentes de fuerte pendiente, pero sólo se puede utilizar una para la máscara de la PSD en la MIB.

7.2.1.1.2.3.1 Curva ascendente con una sola pendiente fuerte

Definición de la curva ascendente con una sola pendiente fuerte:

- $-80 \text{ dBm/Hz} \leq \text{PSD}_i < -60 \text{ dBm/Hz}$;
- $\text{PSD}_{i+1} \leq -60 \text{ dBm/Hz}$;
- $\text{PSD}_j \leq \text{PSD}_{i+1}$ para todos los $j > (i+1)$;
- $\left| \frac{\text{PSD}_{i+1} - \text{PSD}_i}{t_{i+1} - t_i} \right| \leq 2,86 \text{ dB} / 4,3125 \text{ kHz}$ para separación entre subportadoras de 4,3125 kHz,
- $\left| \frac{\text{PSD}_{i+1} - \text{PSD}_i}{t_{i+1} - t_i} \right| \leq 1,43 \text{ dB} / 4,3125 \text{ kHz}$ para separación entre subportadoras de 8,6250 kHz.

NOTA – Estas pendientes corresponden a un aumento máximo de 20 dB en la máscara de la PSD sobre siete subportadoras.

La curva ascendente con una sola pendiente fuerte está representada en la figura 7-5.

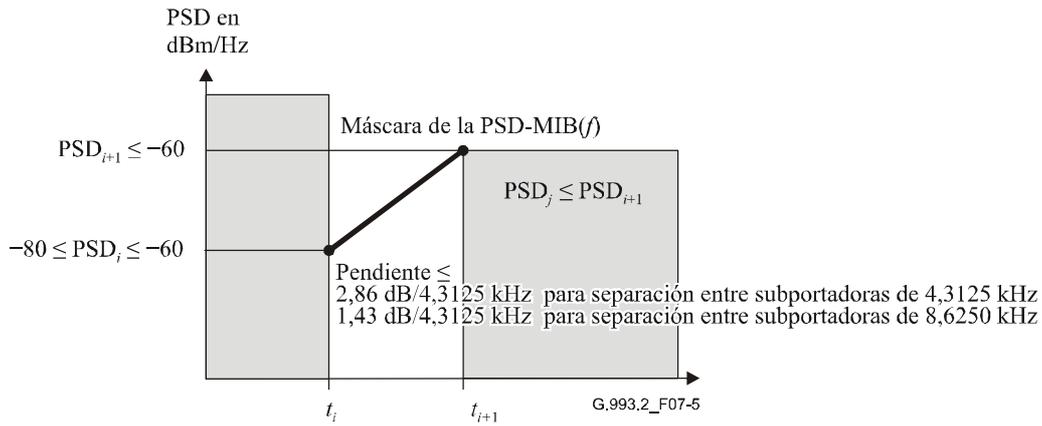


Figura 7-5/G.993.2 – Representación de la curva ascendente de una sola pendiente fuerte

7.2.1.1.2.3.2 Curva ascendente con dos pendientes fuertes

Definición de la curva ascendente con dos pendientes fuertes:

- $-80 \text{ dBm/Hz} \leq \text{PSD}_i < -60 \text{ dBm/Hz}$;
- $\text{PSD}_{i+2} \leq -36,5 \text{ dBm/Hz}$;
- $\text{PSD}_j \leq \text{PSD}_{i+2}$ para todos los $j > (i + 2)$;
- Si $\text{PSD}_i > -80 \text{ dBm/Hz}$ es necesario que $\text{PSD}_k \geq \text{PSD}_i$ para todos los $k < i$;
- $\left| \frac{\text{PSD}_{i+1} - \text{PSD}_i}{t_{i+1} - t_i} \right| \leq 0,50 \text{ dB} / 4,3125 \text{ kHz}$ para una separación entre subportadoras de 4,3125 kHz;
- $\left| \frac{\text{PSD}_{i+1} - \text{PSD}_i}{t_{i+1} - t_i} \right| \leq 0,25 \text{ dB} / 4,3125 \text{ kHz}$ para una separación entre subportadoras de 8,6250 kHz;

siendo $(t_{i+1} - t_i) \leq 47$.

- $\left| \frac{\text{PSD}_{i+2} - \text{PSD}_{i+1}}{t_{i+2} - t_{i+1}} \right| \leq 2,86 \text{ dB} / 4,3125 \text{ kHz}$ para una separación entre subportadoras de 4,3125 kHz;
- $\left| \frac{\text{PSD}_{i+2} - \text{PSD}_{i+1}}{t_{i+2} - t_{i+1}} \right| \leq 1,43 \text{ dB} / 4,3125 \text{ kHz}$ para una separación entre subportadoras de 8,6250 kHz;

siendo $(t_{i+2} - t_{i+1}) \leq 7$.

NOTA – Estas pendientes corresponden a un aumento máximo de 23 dB aproximadamente en la máscara de la PSD sobre 47 subportadoras, y 20 dB sobre siete subportadoras.

La curva ascendente con dos pendientes fuertes está representada en la figura 7-6.

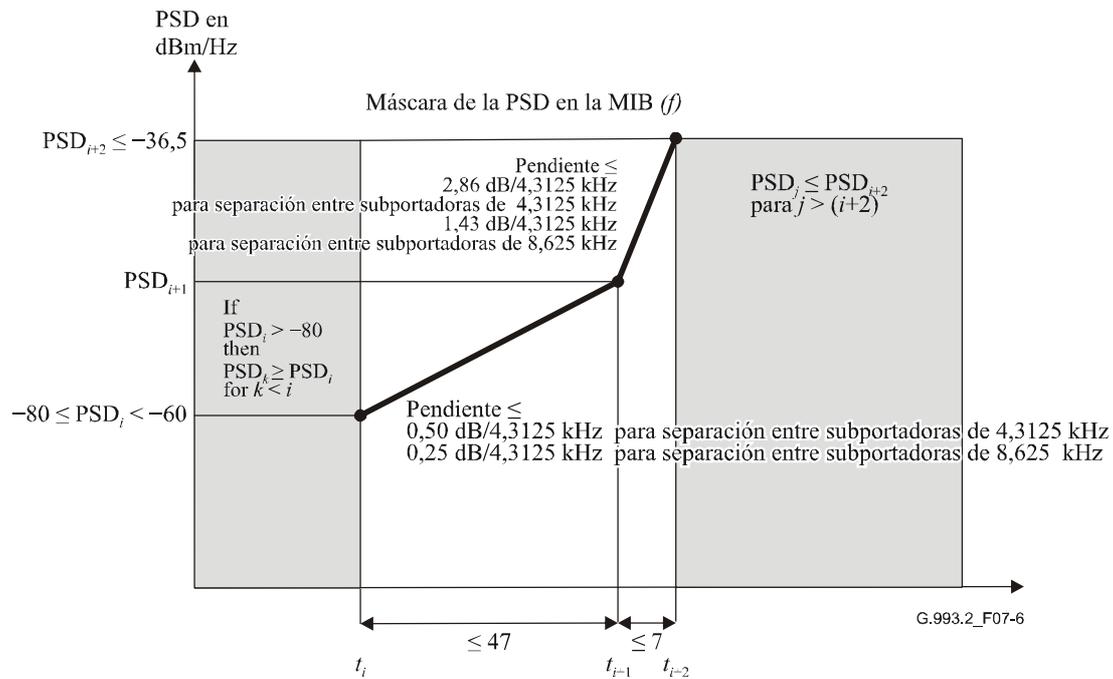


Figura 7-6/G.993.2 – Ilustración de la curva ascendente con dos pendientes fuertes

7.2.1.1.2.4 Definición de puntos de inflexión en el borde de una banda

No hay más restricciones para la máscara de la PSD en la MIB en los bordes de la banda. Los valores PSD_1 y PSD_{NBP} pueden atribuirse indistintamente entre el valor de la máscara de la PSD Límite a esa frecuencia y -95 dBm/Hz, siempre que no se infrinjan las reglas de construcción de la máscara de PSD en la MIB.

7.2.1.2 Control de egreso

Es condición que los transmisores VDSL2 puedan reducir la PSD de la señal transmitida a niveles inferiores a -80 dBm/Hz en 16 bandas de frecuencias arbitrarias simultáneamente. El cuadro 7-1 es un ejemplo de lista de bandas de frecuencias (bandas de radioaficionados). Hay que tener en cuenta el valor de -80 dBm/Hz en la determinación de la notación MREFMASK (véanse los cuadros 7-3 a 7-5).

Cuadro 7-1/G.993.2 – Bandas de radioaficionado

Principio de la banda (kHz)	Fin de la banda (kHz)
1 800	2 000
3 500	4 000
7 000	7 300
10 100	10 150
14 000	14 350
18 068	18 168
21 000	21 450
24 890	24 990
28 000	29 700

El operador configura en la MIB de la central las bandas de interferencia radioeléctrica (RFI) que no se han de transmitir, y se determinan en el proceso de toma de contacto G.994.1 de la fase de inicialización (véase 12.3.2).

Los parámetros de control de egreso especificados en la Recomendación UIT-T G.997.1 [4] son las frecuencias inicial y final de cada banda de frecuencias en la que hay que reducir la PSD de transmisión a niveles por debajo de -80 dBm/Hz. El proveedor determina a discreción las pendientes de PSD que originan la supresión.

7.2.1.3 Reducción de la potencia en el sentido ascendente (UPBO)

La VTU-R reducirá la potencia en sentido ascendente (UPBO) para conseguir mayor compatibilidad espectral entre sistemas VDSL2 de bucles de distinta longitud del mismo enlace. El mecanismo UPBO no se aplica durante la fase de toma de contacto G.994.1. La utilización del mecanismo UPBO para el canal US0 se determinará en otros estudios.

7.2.1.3.1 Mecanismo de la reducción de potencia por adaptación

La PSD de transmisión de la VTU-R se reducirá mediante un mecanismo determinado por la frecuencia y aplicando el procedimiento siguiente:

- La máscara de la PSD de transmisión, (PSDMASK_{us}), para la VTU-R la calculará la VTU-O de conformidad con el sistema de gestión de la red definido en el 7.2.1. La VTU-R es informada de la PSDMASK_{us} al principio de la inicialización (en O-SIGNATURE).
- La VTU-R realizará el proceso UPBO descrito en el 7.2.1.3.2 de forma autónoma, es decir, sin enviar ninguna información significativa a la VTU-O hasta que se aplique el procedimiento UPBO.
- Después de aplicar el procedimiento UPBO, la VTU-O podrá ajustar la PSD de transmisión seleccionada por la VTU-R; en la PSD de transmisión ajustada han de tenerse en cuenta las limitaciones de 7.2.1.3.2.

7.2.1.3.2 Máscara de la PSD para la reducción de potencia

La VTU-R evaluará explícitamente la longitud eléctrica de su bucle, (kl_0), y utilizará este valor para calcular la máscara de la PSD para el mecanismo UPBO (UPBOMASK) al principio de la inicialización. Entonces la VTU-R adaptará la señal de transmisión ajustándose estrictamente a la máscara UPBOMASK(kl_0, f) durante la inicialización y el periodo de actividad, siempre por debajo del límite PSDMASK_{us} determinado por la VTU-O como se indica en 7.2.1.3.1 y observando el límite que impone el valor máximo de PSD en sentido ascendente (CDMAXMASK_{us}, MAXMASK_{us}). Cálculo de UPBOMASK:

$$\text{UPBOMASK}(kl_0, f) = \text{UPBOPSD}(f) + \text{LOSS}(kl_0, f) + 3,5 \text{ [dBm/Hz]}$$

siendo:

$$\text{LOSS}(kl_0, f) = kl_0 \sqrt{f} \text{ [dB]}, \text{ y}$$

$$\text{UPBOPSD}(f) = -a - b\sqrt{f} \text{ [dB/Hz]},$$

expresándose f en MHz.

UPBOPSD(f) es una función de la frecuencia pero es independiente de la longitud y del tipo de bucle. Los valores de a y b , que pueden ser diferentes en cada banda en sentido ascendente, se especifican en la base MIB de la central conforme a la Rec. UIT-T G.997.1 [4] y los indicará la VTU-R durante la inicialización (véase 12.3.3.2.1.1). Hay valores que pueden depender de la región geográfica (anexo A.2.3, anexo B.2.6 y anexo C.2.1.4).

Si el valor estimado de kl_0 es inferior a 1,8, el módem podrá reducir la potencia por adaptación como si kl_0 fuera 1,8. Debería hacerse una estimación de la longitud eléctrica con la precisión necesaria para evitar problemas de gestión del espectro y otras pérdidas de prestaciones.

NOTA 1 – Para estimar kl_0 puede utilizarse la fórmula $\min[loss(f)/\sqrt{f}]$. El mínimo es para toda la banda de frecuencias VDSL2 por encima de 1 MHz. La función $loss$ es la pérdida del bucle por inserción en dB, a una frecuencia f . Es una definición abstracta que implica una matriz de frecuencias infinitamente fina.

NOTA 2 – El sistema de gestión de la red podría utilizar un mecanismo para reemplazar la estimación autónoma del valor kl_0 en la VTU-R (véase 12.3.3.2.1.2, O-UPDATE), a fin de satisfacer condiciones específicas de la red.

NOTA 3 – Debido a las características del acoplamiento entre bucles de un enlace de cable, el valor FEXT disminuye rápidamente con la longitud del bucle. Cuando la longitud eléctrica kl_0 del bucle se reduce a menos de 1,8, ya no es necesario reducir la potencia. Una longitud eléctrica de 1,8 corresponde, por ejemplo, a un bucle de fibra de 0,4 mm de unos 70 m de longitud.

7.2.2 PSD de las bandas suprimidas

La PSD de una señal transmitida en las bandas suprimidas tendrá que ajustarse a la máscara de la PSD Límite y a un límite de potencia que está definido para la banda en la figura 7-7. La máscara de la PSD Límite es de aplicación entre las frecuencias de separación de bandas f_{ir1} y f_{ir2} . El límite de potencia para la banda (P_{max}) es de aplicación en la parte que se encuentra entre las bandas de transición (anchura Δf_T).

La anchura de las bandas de transición Δf_T será independiente de la frecuencia y no podrá ser superior a 175 kHz. Las bandas de transición y los valores de la PSD en la banda suprimida en la gama de frecuencias $f_{ir} < 686$ kHz se especifican en los anexos regionales.

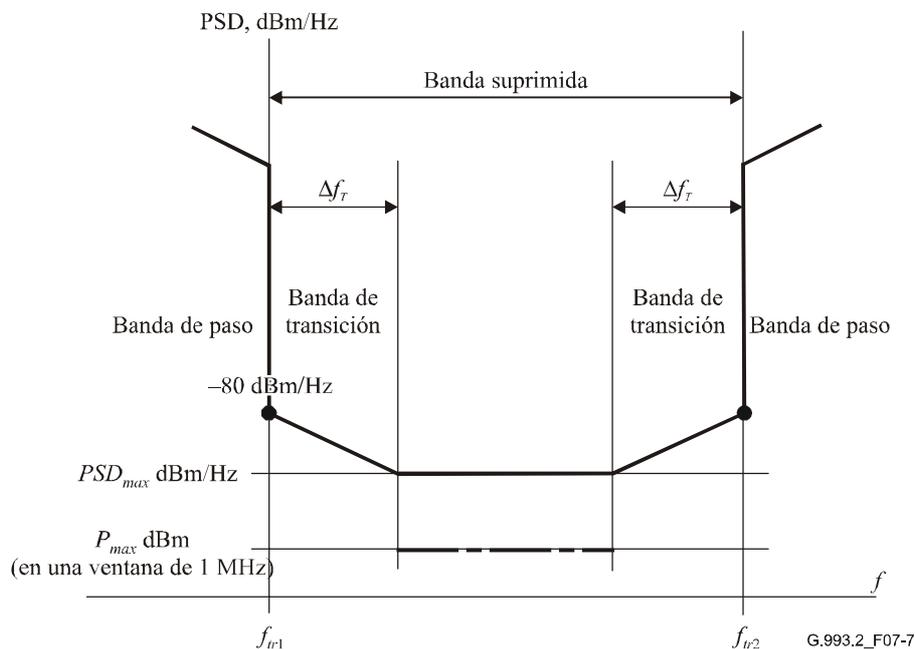


Figura 7.7/G.993.2 – Máscara de la PSD Límite y límite de potencia definido para las bandas suprimidas

Los valores de la máscara de PSD Límite y de límite de potencia dentro de las bandas suprimidas serán los que se indican en el cuadro 7-2 y se representan en la figura 7-7. Los valores entre los puntos que se indican en el cuadro 7-2 serán determinados por interpolación lineal sobre una escala lineal de frecuencias. La señal transmitida en las bandas suprimidas tiene que ser conforme con la

máscara de la PSD Límite (que se verifica mediante mediciones en un ancho de banda de 10 kHz) y el límite de potencia en una ventana móvil de 1 MHz como se indica en el cuadro 7-2.

Cuadro 7-2/G.993.2 – Condiciones para la PSD en una banda suprimida

Frecuencias (MHz)	Valor de la máscara de la PSD Límite (PSD_{max} dBm/Hz)	Potencia máxima en una ventana móvil de 1 MHz (P_{max} dBm)
<0,686	Según anexos regionales	
0,686-4,0	-100	
4,0-5,0	-100	-50
5,0-30,0	-100	-52
$\geq 30,0$	Nota	
Frecuencia de transición ($f = f_{ir1}$ y $f = f_{ir2}$)	-80	
NOTA – El valor de la máscara de la PSD Límite, $PSD_{máx}$, estará entre -120 dBm/Hz y -110 dBm/Hz. El valor exacto queda en estudio.		

La potencia que se mida en cualquier ventana de 1 MHz [f , $f+1$ MHz], siendo $f \geq f_{ir1} + \Delta f_T$ y $f+1$ MHz $\leq f_{ir2} - \Delta f_T$, tiene que ser conforme al valor del cuadro 7-2 (siendo f_{ir1} , f_{ir2} y Δf_T como se indica en la figura 7-7). Si el valor ($f_{ir2} - f_{ir1} - 2\Delta f_T$) es inferior a 1 MHz, hay que reducir el ancho de banda del aparato de medición a un valor Δf_M , siendo $\Delta f_M \leq f_{ir2} - f_{ir1} - 2\Delta f_T$. El valor medido se recalculará para la ventana móvil de 1 MHz así:

$$P_{máx} = P - 10 \times \log_{10} (\Delta f_M)$$

donde:

P es el resultado medido en dBm

Δf_M es el ancho de banda utilizado para la medida en MHz.

7.2.3 Resumen de consideraciones sobre la PSD y la máscara de la PSD

El cuadro 7-3 es un resumen de los distintos valores de PSD y máscaras de PSD durante la inicialización y en estado de transmisión.

**Cuadro 7-3/G.993.2 – Máscaras de la PSD y valores de PSD
utilizados en esta Recomendación**

Parámetro	Descripción	Notación
Máscara de PSD Límite	Máscara de la PSD especificada en un anexo a esta Recomendación (anexo A, B, o C).	LIMITMASKds, LIMITMASKus
Máscara de PSD en la MIB	Máscara de la PSD especificada por el operador para las bandas de paso únicamente, para limitar la PSD de transmisión a niveles inferiores a los que permite la máscara de la PSD Límite.	MIBMASKds, MIBMASKus
Máscara de PSD de transmisión	Máscara de la PSD que corresponde al menor de estos valores: 1) la máscara de PSD Límite, 2) la máscara de PSD en la MIB, y 3) restricciones de máscaras en la VTU-O a discreción del proveedor.	PSDMASKds, PSDMASKus
Máscara de PSD para UPBO	Máscara de PSD, únicamente en sentido ascendente, calculada por la VTU-R en función de la longitud eléctrica del bucle (véase 7.2.1.3.2).	UPBOMASK
PSD de búsqueda del canal	La PSD de las señales transmitidas por una VTU en la fase de la inicialización dedicada a la búsqueda de canal.	CDPSDds, CDPSDus
Umbral de la PSD	Nivel de la PSD, independiente de la frecuencia (indicado por un solo valor), que limita la máscara de la PSD de transmisión para formar la máscara de PSD de la referencia MEDLEY. (Véanse 12.3.3.2.1.1, 12.3.3.2.1.2, 12.3.3.2.2.1 y 12.3.3.2.2.2).	CDMAXMASKds, CDMAXMASKus, MAXMASKds, MAXMASKus
Máscara de PSD de la referencia MEDLEY	Máscara de la PSD de transmisión limitada en todas las frecuencias por el umbral de la PSD y un valor de -80 dBm/Hz dentro de las bandas RFI. En sentido ascendente también está limitada conforme a las condiciones del sistema UPBO.	MREFMASKds, MREFMASKus
PSD de la referencia MEDLEY	Valor PSD de las señales transmitidas por una VTU en la fase de acondicionamiento y la fase de análisis e intercambio de canal durante la inicialización.	MREFPSDds, MREFPSDus
PSD en estado de transmisión	El valor PSD de las señales transmitidas por una VTU en estado de transmisión.	PSDds PSDus

En el cuadro 7-4 se indican las reglas de cálculo de las máscaras de PSD y las reglas para definir los valores de PSD.

Cuadro 7-4/G.993.2 – Resumen del cálculo de la PSD y la máscara de la PSD

Parámetros	Cálculo
Máscara de la PSD de transmisión (PSDMASK)	Calculado por la VTU-O así (nota): $PSDMASK_{ds}(f) = \min(LIMITMASK_{ds}(f), MIBMASK_{ds}(f), ds_mask_restrictions_by_VTU-O)$ $PSDMASK_{us}(f) = \min(LIMITMASK_{us}(f), MIBMASK_{us}(f), us_mask_restrictions_by_VTU-O)$
PSD de búsqueda del canal (CDPSD)	Los valores CDPSDds, expresados en dBm/Hz, los determina la VTU-O para subportadoras del grupo SUPPORTEDCARRIERSds: $CDPSD_{ds}(f) \leq \begin{cases} \min[(PSDMASK_{ds}(f) - 3,5), (CDMAXMASK_{ds} - 3,5)], f \notin RFIBANDS \\ \min[(PSDMASK_{ds}(f) - 3,5), (CDMAXMASK_{ds} - 3,5) - 83,5], f \in RFIBANDS \end{cases}$ Para todas las demás subportadoras, $CDPSD_{ds}(f) \leq PSDMASK_{ds}(f)$. Para cualquier configuración válida de valores CDPSDds, la potencia de transmisión combinada en sentido descendente no podrá ser superior a MAXNOMATPds. Los valores de CDPSDus, expresados en dBm/Hz, los determina la VTU-R para subportadoras del grupo SUPPORTEDCARRIERSus: $CDPSD_{us}(f) \leq \begin{cases} \min[(PSDMASK_{us}(f) - 3,5), (CDMAXMASK_{us} - 3,5), (UPBOMASK(kl_0, f) - 3,5)], f \notin RFIBANDS \\ \min[(PSDMASK_{us}(f) - 3,5), (CDMAXMASK_{us} - 3,5), (UPBOMASK(kl_0, f) - 3,5), -83,5], f \in RFIBANDS \end{cases}$ Para todas las demás subportadoras, $CDPSD_{us}(f) \leq PSDMASK_{us}(f)$. Para cualquier configuración válida de valores CDPSDus, la potencia de transmisión combinada en sentido ascendente no podrá ser superior a MAXNOMATPus.
Máscara de PSD de la referencia MEDLEY (MREFMASK)	$MREFMASK_{ds}(f) = \begin{cases} \min(PSDMASK_{ds}(f), MAXMASK_{ds}), f \notin RFIBANDS \\ \min(PSDMASK_{ds}(f), MAXMASK_{ds}, -80), f \in RFIBANDS \end{cases}$ $MREFMASK_{us}(f) = \begin{cases} \min(PSDMASK_{us}(f), MAXMASK_{us}, UPBOMASK(kl_0, f)), f \notin RFIBANDS \\ \min(PSDMASK_{us}(f), MAXMASK_{us}, UPBOMASK(kl_0, f) - 80), f \in RFIBANDS \end{cases}$
PSD de la referencia MEDLEY (MREFPSD)	$MREFPSD_{ds}(f) \leq (MREFMASK_{ds}(f) - 3,5 \text{ dB})$ para todas las subportadoras en la banda de paso en sentido descendente (incluidas las bandas FRI en sentido descendente que pueden transportar datos) y $MREFPSD_{ds}(f) \leq MRDFMSK_{ds}(f)$ para todas las demás frecuencias. Para todas las configuraciones válidas de MREFPSDds, la potencia de transmisión combinada en sentido descendente no podrá ser superior a MAXNOMATPds. $MREFPSD_{us}(f) \leq (MREFMASK_{us}(f) - 3,5 \text{ dB})$ para todas las subportadoras de la banda de paso en sentido ascendente (incluidas las bandas RFI en sentido ascendente que pueden transportar datos) y $MREFPSD_{us}(f) \leq MREFMASK_{us}(f)$ para todas las demás frecuencias. Para todas las configuraciones válidas de MREFPSDus, la potencia de transmisión combinada en sentido ascendente no puede ser superior a MAXNOMATPus.
NOTA – Las bandas RFI no están incorporadas en la máscara de la PSD de transmisión.	

NOTA – En el cuadro 7-4 se especifican los valores PSD y las máscaras de PSD en todas las frecuencias (tanto en la banda de paso como en la banda suprimida). Para evitar la comunicación de información redundante, los mensajes correspondientes durante la inicialización no describen las PSD en toda la gama de frecuencias y tampoco describen las bandas RFI.

En el cuadro 7-5 se resume el proceso de determinación de los valores PSD y las máscaras PSD de la VTU durante la inicialización y el estado de transmisión.

Cuadro 7-5/G.993.2 – Resumen: determinación y utilización de los valores PSD y las máscaras de PSD

Parámetro	Cuándo se determina	Cuándo se comunica entre las VTU (nota)	Cuándo se utiliza
Máscara de PSD Límite (LIMITMASK)	Configuración de la MIB antes de la inicialización	No se comunica	Lo utiliza la VTU-O antes de la inicialización para calcular las máscaras de la PSD de transmisión en los sentidos descendente y ascendente
Máscara de PSD en la MIB (MIBMASK)	Configuración de la MIB antes de la inicialización	No se comunica	Lo utiliza la VTU-O antes de la inicialización para calcular las máscaras de la PSD de transmisión en los sentidos descendente y ascendente
Bandas RFI (RFIBANDS)	Configuración de la MIB antes de la inicialización	La VTU-O envía RFIBANDS a la VTU-R durante la fase de toma de contacto G.994.1	Supresiones en las bandas designadas en los sentidos de transmisión aplicables desde que empieza la inicialización y después
Umbral de PSD inicial (CDMAXMASK)	La VTU-O antes de la inicialización, y la VTU-R al principio de la fase de búsqueda del canal	El valor inicial de umbral de PSD en sentido descendente lo envía la VTU-O a la VTU-R en un mensaje O-SIGNATURE; el valor inicial de umbral de PSD en sentido ascendente lo envía la VTU-R a la VTU-O en un mensaje R-MSG1	Para todas las señales en la fase de búsqueda del canal (el umbral inicial en sentido descendente evita la saturación de la VTU-R sobre bucles cortos)
Máscara de PSD de transmisión (PSDMASK)	La VTU-O antes de la inicialización	La VTU-O envía PSDMASKds y PSDMASKus a la VTU-R en un mensaje O-SIGNATURE	Para todas las señales durante la fase de búsqueda del canal
Máscara de PSD para UPBO (UPBOMASK)	La VTU-R al empezar la fase de búsqueda del canal	No se comunica	Para todas las señales durante la fase de búsqueda del canal y después
PSD durante la fase de búsqueda del canal (CDPSD)	A principio de la fase de búsqueda del canal; la VTU-O determina la CDPSDds, y la VTU-R determina la CDPSDus	La VTU-O envía el valor CDPSDds a la VTU-R en un mensaje O-SIGNATURE; la VTU-R envía el valor CDPSDus a la VTU-O en un mensaje R-MSG 1	Para todas las señales durante la fase de búsqueda del canal

Cuadro 7-5/G.993.2 – Resumen: determinación y utilización de los valores PSD y las máscaras de PSD

Parámetro	Cuándo se determina	Cuándo se comunica entre las VTU (nota)	Cuándo se utiliza
Umbral de PSD (MAXMASK)	Al final de la fase de búsqueda del canal; la VTU-O determina el valor MAXMASKds, y la VTU-R determina el valor MAXMASKus	La VTU-O envía el valor MAXMASKus a la VTU-R en un mensaje O-UPDATE. La VTU-R envía el valor MAXMASKds a la VTU-O en un mensaje R-UPDATE.	Desde el principio de la fase de acondicionamiento y después
Máscara de PSD MEDLEY (MREFMASK)	Al final de la fase de búsqueda del canal la VTU-O determina MREFMASKds, y la VTU-R determina MREFMASKus	No se comunica	Desde el principio de la fase de acondicionamiento y después durante la inicialización y en estado de transmisión
PSD de referencia MEDLEY (MREFPSD)	Al final de la fase de búsqueda del canal; la VTU-O determina MREFPSDds, y la VTU-R determina MREFPSDus	La VTU-O envía MREFPSDds a la VTU-R en O-PRM; la VTU-R envía MREFPSDus a la VTU-O en R-PRM	Durante las fases de acondicionamiento y de análisis e intercambio de canal
PSD en estado de transmisión	Al final de la fase de análisis e intercambio de canal	Determinado por el valor MREFPSD y los valores de ganancia (g_i) comunicados durante la fase de análisis e intercambio de canal (mensajes O-PMD y R-PMD). No será superior a MREFMASK.	Cuando se encuentra en estado de transmisión
NOTA – Durante la inicialización sólo se comunica un conjunto mínimo de parámetros pertinentes que caracterizan los valores PSD y las máscaras PSD. Los protocolos y formatos de comunicación se describen en la cláusula 12.			

7.3 Impedancia de terminación

En toda la banda de frecuencias VDSL2 se utilizará una impedancia de terminación $R_V = 100$ Ohm, enteramente resistiva, en la interfaz U para las dos VTU. En particular, se utilizará $R_V = 100$ Ohm como terminación para la definición y la verificación de la potencia y la PSD de transmisión.

NOTA – Esta impedancia de terminación representa aproximadamente la impedancia del punto de inserción del bucle de prueba VDSL2 y armoniza los sistemas VDSL2 y ADSL2.

7.4 Pérdida de conversión longitudinal

La pérdida de conversión longitudinal (LCL, *longitudinal conversion loss*) es una medida del grado de señal transversal indeseada que se produce en la entrada del transceptor VDSL2 debido a la presencia de una señal longitudinal en los cables de conexión. La relación entre la tensión longitudinal (V_{cm}) y la tensión transversal (V_{diff}) se medirá conforme a las Recs. UIT-T G.117 [5] y O.9 [6]. Las mediciones se harán con el transceptor alimentado y en estado L3 (véase 12.1).

$$LCL = 20 \log_{10} \left| \frac{V_{cm}}{V_{diff}} \right| \text{dB}$$

El valor LCL del transceptor VDSL2 será 38 dB o un valor superior en la banda de frecuencias hasta 12 MHz. El valor de LCL más allá de 12 MHz queda en estudio. La medición de la LCL se hará con una impedancia de terminación $R_V=100$ Ohm en el transceptor. La pérdida LCL se medirá en la interfaz U-O2 (U-R2). Se medirá en la banda de frecuencias entre la frecuencia más baja de la banda de paso más baja de los sentidos de transmisión ascendente y descendente y la frecuencia más alta de la banda de paso más alta en los sentidos de transmisión ascendente y descendente para las máscaras de PSD Límite seleccionadas.

NOTA 1 – El ajuste de impedancias del equipo debería ser mejor que el ajuste previsto para el cable, a fin de reducir al mínimo las emisiones no deseadas y la sensibilidad a la interferencia radioeléctrica (RFI) externa. Sabiendo que el caso más desfavorable de ajuste para el cable de bajada de antena está habitualmente en la gama de 30-35 dB, el ajuste del equipo VDSL2 ha de ser significativamente mejor.

NOTA 2 – Pueden mejorarse las prestaciones del sistema VDSL2 con un mejor ajuste de impedancias. La capacidad de los sistemas que están sujetos a un ruido eléctrico impulsivo repetido y funcionan a frecuencias en las que el ajuste del cable puede ser del orden de 50 dB, podría reducirse si el ajuste es de 38 dB.

NOTA 3 – El valor requerido de LCL en la banda de frecuencias de hasta 12 MHz se podría elevar a valores superiores a 38 dB en una revisión futura de esta Recomendación.

8 Función convergencia de transmisión específica del protocolo de transporte (TPS-TC)

La subcapa TPS-TC se encuentra entre el punto de referencia γ y el punto de referencia α/β como se presenta en la figura 5-1 relativa al modelo funcional VDSL2 y la VTU. Este modelo funcional define la subcapa TPS-TC con una o más funciones TPS-TC que facilitan el transporte de datos de usuario mediante diferentes protocolos de transporte, una TPS-TC de gestión (MPS-TC) que proporciona transporte eoc a través del enlace VDSL2, y una NTR-TC que proporciona el transporte de la referencia de temporización de la red.

La funcionalidad, los parámetros y las características de la interfaz de control (interfaz γ) de la TPS-TC de datos de usuario se especifican en 8.1. La funcionalidad, los parámetros y las características de la interfaz de aplicación (interfaz γ) de la MPS-TC se especifican en 8.2. La funcionalidad, los parámetros y las características de la interfaz de aplicación (interfaz γ) de la NTR-TC se especifican en 8.3.

La configuración obligatoria de la subcapa TPS-TC incluirá la MPS-TC, la NTR-TC y por lo menos una de las TPS-TC de datos de usuario. El soporte de una segunda TPS-TC es opcional. Cada TPS-TC funciona en un canal portador diferente y la PMS-TC puede asignar estos canales portadores a un único trayecto de latencia o a varios.

8.1 TPS-TC de datos de usuario

8.1.1 Tipos de TPS-TC de datos de usuario

La presente Recomendación define tres tipos de TPS-TC de datos de usuario:

- tipo 1: transporte STM (STM-TC);
- tipo 2: transporte ATM (ATM-TC); y
- tipo 3: transporte Ethernet y de paquetes genéricos (PTM-TC).

Cada uno de estos tres tipos está definido como una opción de aplicación. La VTU-O selecciona el tipo de TPS-TC de datos de usuario para cada canal portador, tanto en sentido ascendente como descendente, basándose en el tipo de datos de capa superior que eligió para soportar dicho canal portador. El tipo de TPS-TC de datos de usuario habilitado para cada canal portador se indica durante la inicialización.

La funcionalidad, los parámetros y las características de la interfaz de aplicación (interfaz γ) de las TPS-TC de datos de usuario que soportan el transporte STM (STM-TC), el transporte ATM (ATM-TC) y el transporte Ethernet y de paquetes genéricos (PTM-TC) se especifican en K.1, K.2 y K.3, respectivamente.

Las señales de la TPS-TC en transmisión se transfieren a la interfaz α/β . Las señales que pasan a través de la interfaz α/β en ambos sentidos tienen un formato independiente de la aplicación (independiente del protocolo de transporte), como se especifica en 8.1.2. Las velocidades binarias correspondientes a cada una de las TPS-TC multiplexadas en el punto de referencia α/β se determinan durante la configuración del sistema.

8.1.2 Especificación de la interfaz α/β

Los puntos de referencia α y β definen las interfaces correspondientes entre la TPS-TC y la PMS-TC en los extremos VTU-O y VTU-R, respectivamente. Ambas interfaces son lógicas, independientes de la aplicación e idénticas. Las interfaces incluyen los siguientes flujos de señales hipotéticas entre las subcapas TPS-TC y PMS-TC:

- flujo de datos;
- flujo de sincronización; y
- flujo de control.

En el cuadro 8-1 se resumen las diversas señales.

Cuadro 8-1/G.993.2 – TPS-TC de datos de usuario: datos de interfaz α/β y resumen de señales de flujos de sincronización

Señal(es)	Descripción	Sentido
Señales de datos		
Tx	Datos en transmisión	TPS-TC \rightarrow PMS-TC
Rx	Datos en recepción	TPS-TC \leftarrow PMS-TC
Señales de sincronización		
Osync_t	Temporización de octetos en transmisión	TPS-TC \leftarrow PMS-TC
Osync_r	Temporización de octetos en recepción	
Señales de control		
Syncflag	Bandera de reconfiguración	TPS-TC \leftarrow PMS-TC

8.1.2.1 Flujo de datos

El flujo de datos incluye dos trenes genéricos de octetos con las velocidades definidas por las capacidades físicas de la velocidad neta de datos:

- tren de datos en transmisión: Tx;
- tren de datos en recepción: Rx.

En el cuadro 8-1 se presenta la descripción de la señal de flujo de datos.

Los valores de las velocidades de datos Tx y Rx se fijan durante la inicialización como se describe en 12.3.5.2.1. El orden de los bits en el flujo de datos debe lograr que el MSB de los datos TPS-TC se envíe en primer lugar a la PMS-TC. Este convenio binario se aclara para la ATM-TC en la figura K.8, para la PTM-TC en N.3.4/G.992.3 [10] y para la MPS-TC en 8.2.3 y 9.5.2.2.

8.1.2.2 Flujo de sincronización

Este flujo proporciona la sincronización entre la subcapa TPS-TC y la subcapa PMS-TC. El flujo de sincronización incluye las dos señales de sincronización presentadas en el cuadro 8-1:

- Sincronización de octetos de los flujos de datos en transmisión y en recepción (*Osync_t*, *Osync_r*).

Todas las señales de sincronización son aseveradas por la PMS-TC y dirigidas hacia la TPS-TC. Las señales *Osync_t* y *Osync_r* determinan los límites y las velocidades de los octetos en las señales correspondientes de datos Tx y Rx. En el caso de que la velocidad de reloj suministrada por la PMS-TC varíe debido a una reconfiguración, este cambio se tiene que producir en un límite de octeto y vendrá determinado por el cambio correspondiente en la señal *Osync*. En el anexo K se encuentra una descripción detallada de la reconfiguración de las correspondientes TPS-TC.

8.1.2.3 Flujo de control

Este flujo proporciona un marcador de tiempo (*Syncflag*, como se indica en el cuadro 8-1) para los cambios de los parámetros TPS-TC (véanse K.1.11.1, K.2.11.1 y K.3.11.1). *Syncflag* es aseverado por la PMS-TC e indica el instante en el que la TPS-TC debe iniciar su funcionamiento con parámetros modificados.

8.1.3 Parámetros de control

La configuración de las funciones TPS-TC está controlada por un conjunto de parámetros de control. Algunos de los parámetros de control se definen en el cuadro 8-2. Los restantes parámetros de control dependen del tipo de TPS-TC y se definen en el anexo K.

Cuadro 8-2/G.993.2 – Parámetros TPS-TC

Parámetro	Definición
N_{BC}	Número de funciones TPS-TC permitidas en transmisión y número de canales portadores permitidos. Las funciones TPS-TC y los canales portadores están etiquetados como #0, #1. N_{BC} es el número de valores distintos de cero en el conjunto $\{type_0, type_1\}$. El valor de N_{BC} puede ser diferente para los transmisores VTU-O y VTU-R.
$type_n$	Tipo de TPS-TC con correspondencia con el canal portador # n ($n = 0$ a 1). El tipo específico de TPS-TC se fijará al valor descrito en el anexo K ($type_n = 1$ (STM), $type_n = 2$ (ATM), o $type_n = 3$ (PTM)). El valor cero de $type_n$ se utilizará para inhabilitar la función TPS-TC # n y el canal portador # n .

Los valores de todos los parámetros de control enumerados en el cuadro 8-2 se configurarán durante la fase de análisis e intercambio de canal de la inicialización (véase 12.3.5), utilizando el mensaje SOC O-TPS (véanse los cuadros 12-2 y 12-44).

8.1.3.1 Configuraciones válidas

Una VTU puede soportar dos funciones TPS-TC simultáneas en cada sentido. El parámetro de control N_{BC} estará en la gama 1 a 2.

Los valores válidos del parámetro de control $type_n$ serán los incluidos en el anexo K o el valor cero. Todos los demás valores se reservan para su uso por el UIT-T. Si el parámetro $type_n$ es distinto de cero para los sentidos ascendente y descendente, entonces tendrá el mismo valor para el sentido ascendente y para el descendente.

Una VTU debe soportar el establecimiento de correspondencias para todos los tipos TPS-TC soportados con todos los canales portadores soportados, pero el PTM de un canal portador y el ATM de otro canal portador no se habilitarán simultáneamente. El etiquetado válido de los canales

portadores soportados debe comenzar a partir de cero y aumentar de uno en uno. Por lo tanto, solo existen dos casos: $\{0\}$, $\{0,1\}$.

8.1.3.2 Configuraciones obligatorias

Una VTU debe soportar por lo menos una función TPS-TC (del tipo definido en el anexo K) y un canal portador en cada sentido.

8.2 TPS-TC de gestión (MPS-TC)

La MPS-TC sirve para facilitar el transporte de datos eoc entre las entidades de gestión VDSL2 (VME-O, VME-R) en extremos opuestos del enlace VDSL2 (véase la figura 5-1).

8.2.1 Modelo funcional

La MPS-TC facilitará la transferencia totalmente transparente de datos eoc entre las interfaces γ_{m-o} y γ_{m-r} (en ausencia de errores incorregibles en las subcapas inferiores) y la integridad de los paquetes en los mensajes eoc transportados (instrucciones y respuestas). En el sentido de transmisión, la MPS-TC toma el mensaje eoc de la VME a través de la interfaz de aplicación (interfaz γ_m), lo encapsula utilizando el formato de trama HDLC y lo envía a la interfaz α/β para su transporte a través del enlace VDSL2 utilizando el canal de mensajes de tara PMS-TC especificado en 9.5.2. En el sentido de recepción, la MPS-TC determina las tramas HDLC, realiza la comprobación FCS y extrae el mensaje eoc encapsulado de las tramas HDLC recibidas correctamente. Los mensajes eoc recibidos se envían a la VME a través de la interfaz γ_m . Deben descartarse todas las tramas HDLC recibidas incorrectamente.

NOTA – Si la PMS-TC funciona en el modo de latencia dual (véase 9.1), los mensajes eoc encapsulados se transfieren en el trayecto de latencia determinado por la variable de control en el campo MSGLP. Este valor se fija durante la inicialización de conformidad con el tipo de trama OH que se esté utilizando como se especifica en 9.5.2.2 y 12.3.5.2.1.3.

8.2.2 Descripción de la interfaz

8.2.2.1 Interfaz γ

Los puntos de referencia γ_{m-o} y γ_{m-r} definen las interfaces entre la VME y la MPS-TC en VTU-O y VTU-R respectivamente, como se muestra en la figura 5-1. Ambas interfaces son idénticas y funcionales y están definidas por tres flujos de señales entre la VME y la MPS-TC:

- flujo de datos;
- flujo de sincronización; y
- flujo de control.

En el cuadro 8-3 se resumen las diversas señales.

**Cuadro 8-3/G.993.2 – MPS-TC: Resumen de las señales de flujos de datos,
de sincronización y de control de la interfaz γ_m**

Flujo	Señal	Descripción	Sentido
Señales en transmisión			
Datos	<i>Tx_eoc</i>	Datos en transmisión	VME → MPS-TC
Sincronismo	<i>Tx_Avbl</i>	Aseverado por la VME, si el mensaje está disponible para su transmisión.	VME → MPS-TC
Sincronismo	<i>Tx_Clk</i>	Reloj en transmisión	VME → MPS-TC
Sincronismo	<i>Tx_SoM</i>	Inicio del mensaje en transmisión	VME → MPS-TC
Sincronismo	<i>Tx_EoM</i>	Fin del mensaje en transmisión	VME → MPS-TC
Control	<i>Tx_stop</i>	Interrupción de la transmisión del mensaje	VME → MPS-TC
Control	<i>Tx_RF</i>	Bandera de respuesta	VME → MPS-TC
Control	<i>Tx_PrF</i>	Bandera de prioridad	VME → MPS-TC
Control	<i>Sent</i>	Bandera de envío	VME ← MPS-TC
Señales recibidas			
Datos	<i>Rx_eoc</i>	Datos en recepción	VME ← MPS-TC
Sincronismo	<i>Rx_Enbl</i>	Aseverado por la MPS-TC; indica que la VME puede extraer el mensaje de la MPS-TC	VME ← MPS-TC
Sincronismo	<i>Rx_Clk</i>	Señal de reloj en recepción	VME → MPS-TC
Sincronismo	<i>Rx_SoM</i>	Inicio del mensaje en recepción	VME ← MPS-TC
Sincronismo	<i>Rx_EoM</i>	Fin del mensaje en recepción	VME ← MPS-TC
Control	<i>Rx_RF</i>	Bandera de respuesta	VME ← MPS-TC
Control	<i>Rx_PrF</i>	Bandera de prioridad	VME ← MPS-TC

8.2.2.1.1 Flujo de datos

El flujo de datos estará constituido por dos trenes de octetos en sentidos opuestos con longitud variable: mensajes en transmisión (*Tx_eoc*) y mensajes en recepción (*Rx_eoc*). Los bits en cada octeto se etiquetan de a_1 a a_8 , siendo a_1 el LSB y a_8 el MSB. Los octetos se etiquetan en orden numérico. La VME enviará el mensaje eoc a la MPS-TC con el primer octeto del bit a_1 en primer lugar. La descripción de la señal de flujo de datos se presenta en el cuadro 8-3.

8.2.2.1.2 Flujo de sincronización

Este flujo proporciona la sincronización entre la VME y la MPS-TC e incluye la temporización necesaria para dar integridad al mensaje transportado. El flujo de sincronización estará constituido por las señales siguientes presentadas en el cuadro 8-3.

- señales de temporización en transmisión y en recepción (*Tx_Clk*, *Rx_Clk*): ambas aseveradas por la VME;
- señales de inicio de mensaje (*Tx_SoM*, *Rx_SoM*): aseveradas por la VME y por la MPS-TC, respectivamente, para indicar el comienzo del mensaje transportado en el correspondiente sentido de transmisión;
- señales de fin de mensaje (*Tx_EoM*, *Rx_EoM*): aseveradas por la VME y por la MPS-TC, respectivamente, para indicar el final del mensaje transportado en el correspondiente sentido de transmisión;

- señales disponibles de paquetes en transmisión (Tx_Avbl): aseveradas por la VME para indicar que el mensaje está dispuesto para su transmisión; y
- señal de autorización de recepción (Rx_Enbl): aseverada por la MPS-TC para indicar que la VME puede extraer los paquetes de datos de la MPS-TC.

8.2.2.1.3 Flujo de control

Este flujo proporciona la gestión de prioridades de los mensajes enviados y está constituido por las señales siguientes que se presentan en el cuadro 8-3:

- Detención de la transmisión (Tx_Stop): aseverada por la VME para indicar que la MPS-TC debe detener la transmisión del mensaje vigente (para liberar el canal para un mensaje con mayor prioridad);
- Bandera de respuesta (Tx_RF , Rx_RF): aseverada por la VME y la MPS-TC, respectivamente, para indicar que el mensaje eoc incluye una respuesta;
- Bandera de prioridad (Tx_PrF , Rx_PrF): aseverada por la VME y la MPS-TC, respectivamente, para indicar el nivel de prioridad de la instrucción que transporta el mensaje eoc; y
- Bandera de envío ($Sent$): aseverada por la MPS-TC para indicar el instante en el que el último octeto de la trama HDLC se envió a través de la interfaz α/β .

8.2.2.2 Interfaz α/β

Los puntos de referencia α y β definen las interfaces entre la MPS-TC y la PMS-TC en la VTU-O y la VTU-R, respectivamente. Ambas interfaces son funcionales y deben cumplir la definición de la TPS-TC de usuario como se especifica en 8.1.2. La MPS-TC ignorará la señal Syncflag; los parámetros de la MPS-TC no están sujetos a la reconfiguración en línea.

8.2.3 Formato de encapsulado

La MPS-TC encapsulará mensajes para su transmisión utilizando un formato de trama basado en HDLC como se muestra en el cuadro 8-4.

Cuadro 8-4/G.993.2 – Estructura de trama HDLC

Octeto #	MSB	LSB
	$7E_{16}$ – Bandera de apertura	
1	Campo de dirección	
2	Campo de control	
3	Octeto de mensaje #1	
...	
$P + 2$	Octeto de mensaje # P	
$P + 3$	Octeto superior de la FCS	
$P + 4$	Octeto inferior de la FCS	
	$7E_{16}$ – Bandera de cierre	

El MSB de los octetos del mensaje encapsulado será el MSB del octeto correspondiente en la trama HDLC. El primer octeto del mensaje eoc proveniente de la interfaz γ se transmitirá en primer lugar y el MSB de cada octeto se transmitirá en primer lugar.

8.2.4 Protocolo de comunicación

8.2.4.1 Transmisor

El transmisor encapsulará los mensajes eoc antes de su transmisión utilizando la estructura de trama HDLC descrita en 8.2.3. La secuencia de verificación de trama (FCS, *frame check sequence*), el mecanismo de transparencia de octetos y el relleno de tiempo entre tramas HDLC será el descrito en la Rec. UIT-T G.997.1 [4]. Se pueden compartir las banderas de apertura y de cierre de dos tramas HDLC adyacentes. La bandera de cierre de una trama puede servir de bandera de apertura de la trama siguiente.

Si se fija una señal Tx_Stop , el transmisor detendrá la transmisión del mensaje vigente utilizando la secuencia de suspensión descrita en la Rec. UIT-T G.997.1 [4] (es decir, mediante un octeto control escape seguido de una bandera), y se preparará para recibir un nuevo mensaje transmitido por la VME. Si la transmisión del mensaje se ha completado cuando surge la señal Tx_Stop , la MPS-TC debe ignorarlo.

El transmisor fijará dos LSB del campo de dirección en función del nivel de prioridad de la instrucción enviada, indicado por la señal Tx_PrF , de la forma siguiente:

- 00 – Alta prioridad
- 01 – Prioridad normal
- 10 – Baja prioridad
- 11 – Reservado

Todos los demás bits del campo de dirección se fijarán a CERO.

El transmisor fijará el segundo LSB del campo de control con un código de instrucción (0) o un código de respuesta (1) de conformidad con la señal Tx_RF . Los demás bits del campo de control se fijarán a CERO.

Cuando se complete la transmisión de la trama HDLC, el transmisor fijará la señal $Sent$, indicando a la VME el inicio del temporizador de temporización (véase el cuadro 11-1).

8.2.4.2 Receptor

El receptor buscará los límites de octetos de las tramas HDLC. Se descartarán todas las tramas recibidas incorrectamente, incluidas las tramas no válidas descritas en la Rec. UIT-T G.997.1 [4] y las tramas con una FCS no válida. Las tramas con un campo de dirección o con un campo de control que no cumpla la estructura de tramas HDLC descrita en 8.2.3 y 8.2.4.1 se deben descartar.

La MPS-TC extraerá las instrucciones/respuestas eoc encapsuladas de las tramas HDLC recibidas correctamente y las enviará a la VME a través de la interfaz γ_m .

El receptor utilizará el segundo LSB del campo de control de la trama HDLC recibida para distinguir entre instrucciones y respuestas y fijará la bandera de respuesta Rx_RF en consecuencia. El receptor utilizará los dos últimos LSB del campo de dirección para identificar la prioridad de la instrucción eoc transportada por la trama HDLC recibida y fijará la bandera de prioridad Rx_PrF en consecuencia. Tanto Rx_RF como Rx_PrF serán aseverados cuando llegue un encabezamiento HDLC válido, que incluya una bandera de apertura, un campo de dirección y un campo de control (véase el cuadro 8-4), antes de la verificación FCS de la trama HDLC recibida, para indicar el instante de llegada del mensaje eoc. Una vez verificada la FCS, el receptor fijará la señal Rx_Enbl para indicar que está preparado el paquete recibido correctamente.

NOTA – La VME utiliza la bandera de prioridad de los mensajes de respuesta recibidos para determinar sus instantes de llegada y decidir si el mensaje eoc de respuesta cumple los plazos. Actualmente no está definida la utilización por la VME de la bandera de prioridad de los mensajes de instrucción.

8.3 TPS-TC de referencia de temporización de red (NTR-TC)

Se debe soportar el transporte de una referencia de temporización de red (NTR) de 8 kHz entre la VTU-O y la VTU-R con el fin de soportar los servicios isócronos que requieren la misma referencia de temporización exacta en ambos extremos de la línea VDSL2 para que funcionen las capas superiores de la pila de protocolos. La VTU-O indicará el transporte NTR durante la inicialización (véase 12.3.5.2.1.1).

8.3.1 Interfaces

Los puntos de referencia γ_{m-O} y γ_{m-R} definen interfaces entre el generador de NTR y la NTR-TC en VTU-O y entre la NTR-TC y el receptor NTR en la VTU-R, respectivamente, como se muestra en la figura 5-1. Ambas interfaces son idénticas, funcionales y están definidas por las señales especificadas en el cuadro 8-5.

Cuadro 8-5/G.993.2 – NTR-TC: resumen de señales de la interfaz γ

Flujo	Señal	Descripción	Dirección
Señales en transmisión (VTU-O)			
NTR	Tx_NTR	Señal NTR en transmisión	Generador NTR → NTR-TC
Señales en recepción (VTU-R)			
NTR	Rx_NTR	Señal NTR en recepción	Receptor NTR ← NTR-TC

Los puntos de referencia α y β definen interfaces entre la NTR-TC y la PMS-TC en la VTU-O y VTU-R, respectivamente. Ambas interfaces son funcionales y deben cumplir la definición de 8.1.2 con la condición adicional de que los datos de NTR se transmiten únicamente en el sentido de la VTU-O hacia la VTU-R. La NTR-TC ignorará la señal Syncflag; los parámetros de NTR-TC no están sujetos a reconfiguración en línea.

8.3.2 Funcionalidad

La NTR-TC facilita el transporte NTR. En la VTU-O la NTR-TC codifica en el byte NTR las transiciones de señal NTR entrantes para su transporte por el enlace VDSL2 en el campo NTR de la trama OH. En la VTU-R, la NTR-TC extrae el byte NTR de la trama OH y reconstruye la señal NTR.

La NTR-TC en la VTU-O generará los bytes NTR de la manera siguiente. La VTU-O derivará una referencia de temporización local de 8 kHz (LTR) dividiendo su reloj de muestreo por un número adecuado. Es más, la VTU-O evaluará la variación en la diferencia de fase entre la NTR y la LTR entre la trama OH anterior y la trama OH presente (véase 9.5.2). La variación en la diferencia de fase se estimará al comienzo de la trama OH. El valor estimado se expresará en ciclos del reloj de muestreo, que funciona a la frecuencia $8192 \times \Delta f$, y se hará corresponder con el byte NTR como un número con complemento dos.

Los bits del byte NTR indicados por ntr_7 a ntr_0 representan un número entero con signo entre -128 y $+127$. Un valor positivo de la variación en la diferencia de fase (ntr_7 se fija a CERO) indica que la LTR tiene una frecuencia mayor que la NTR; un valor negativo de la variación en la diferencia de fase (ntr_7 se fija a UNO) indica que la LTR tiene una frecuencia inferior a la NTR. Los bits ntr se fijarán todos a CERO, si la VTU-O engancha su reloj PMD en transmisión a la frecuencia NTR.

El byte NTR se transporta en el campo NTR de la trama OH. La correspondencia entre los bits ntr del campo NTR y la trama OH se especifica en 9.5.2.2.

La NTR-TC en la VTU-R reconstruirá la NTR de 8 kHz mediante los valores recibidos del byte NTR, utilizando las variaciones codificadas en la diferencia de fase.

NOTA – En VDSL2, el reloj de muestreo es proporcional a la separación entre subportadoras Δf . Por lo tanto, la LTR, al ser proporcional al reloj de muestreo, tendrá la misma variación de frecuencia ± 50 ppm que Δf (véase 10.4.2). La NTR tiene una variación máxima de ± 32 ppm, de forma que la diferencia máxima en frecuencia entre la NTR y la LTR no superará 82 ppm. Esto daría como resultado una diferencia temporal máxima de $82 \times 10^{-6} \times PER_p$, donde PER_p es la duración de la trama OH como se define en 9.5.4. Esto corresponde a $(82 \times 10^{-6} \times PER_p) \times 8192 \times \Delta f$ ciclos de muestreo que, para una separación entre subportadoras de 4,3125 kHz, es igual a $2896 \times PER_p$ ciclos de muestreo. Con el valor máximo de PER_p , que es inferior a 20 ms (véase el cuadro 9-6), el valor de la diferencia a transmitir no superará ± 58 . Por lo tanto, el campo de información de un byte reservado para la NTR es suficiente.

9 Subcapa de convergencia de transmisión específica de los medios físicos (PMS-TC)

La subcapa PMS-TC se encuentra entre la interfaz α/β y la interfaz δ del modelo de referencia del transceptor VDSL2 (véase la figura 5-1). Proporciona funciones TC específicas del medio de transmisión, tales como aleatorización, entramado, corrección de errores en recepción (FEC) y entrelazado.

9.1 Modelo funcional de PMS-TC

El modelo funcional de PMS-TC se presenta en la figura 9-1. Se reciben hasta dos canales portadores para los datos de usuario en transmisión originados por diversas TPS-TC, los datos de gestión provenientes de la MPS-TC y los datos NTR a través de la interfaz α/β en un formato uniforme, como se especifica en 8.1.2. Los datos de usuario entrantes y los datos de tara se multiplexan en uno o dos trayectos de latencia. Cada canal portador se transporta por un único trayecto de latencia (es decir, no se dividirá entre dos trayectos de latencia). Se añade una señal Syncbyte a cada trayecto de latencia para el alineamiento de tramas OH.

La VTU soportará por lo menos un trayecto de latencia; el soporte de dos trayectos de latencia es opcional. Si solo se habilita un trayecto de latencia, será el trayecto de latencia #0.

NOTA 1 – Cuando se transportan dos o más aplicaciones con requisitos diferentes de latencia y de protección contra el ruido impulsivo (INP) y limitada resistencia a los errores de capa superior, una VTU debería implementar latencia dual, porque, en general, en estas condiciones la latencia dual proporcionará mejores características y/o una mejor calidad de servicio.

Los datos multiplexados en cada trayecto de latencia se aleatorizan, se codifican utilizando codificación con corrección de errores Reed-Solomon en recepción y se entrelazan. Las memorias intermedias de datos entrelazadas en ambos trayectos de latencia se multiplexan en un tren de bits que se envía a la subcapa PMD a través de la interfaz δ .

Todos los bytes de datos de usuario que acceden a través de la interfaz α/β se transmiten con el MSB en primer lugar (véase 8.1.2). Todo el tratamiento en serie en la PMS-TC (por ejemplo, aleatorización, cálculo de CRC) se realizará con el LSB en primer lugar, considerando el MSB entrante por la interfaz α/β como el LSB en la PMS-TC. De esta forma, el primer bit de datos de usuario proveniente de la interfaz α/β será el primer bit procesado por la PMS-TC y el primer bit enviado hacia la subcapa PMD (véase 9.1.1).

Los bytes de datos de gestión que acceden a través de la interfaz α/β se transmiten con el MSB en primer lugar (véase 8.1.2). El LSB de los datos de gestión que acceden desde la interfaz α/β se considerará como el LSB en la PMS-TC, y será el primer bit procesado por la PMS-TC y el primer bit enviado hacia la subcapa PMD (véase 9.1.1).

Los bits indicadores (IB, *indicator bits*) y los bits NTR se enviarán como se describe en 9.5.2.2.

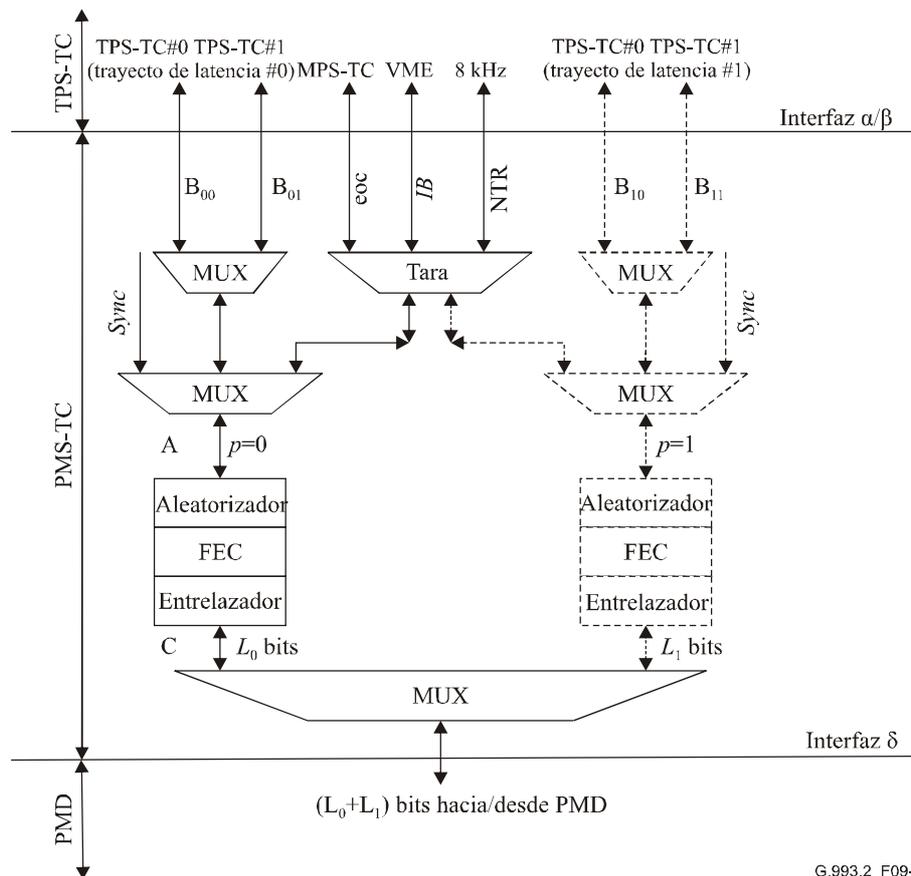


Figura 9-1/G.993.2 – Modelo funcional de la PMS-TC

NOTA 2 – La información de tara transmitida por los diferentes trayectos de latencia (p_0 , p_1) puede ser diferente en función de los tipos de trama OH utilizados y de los valores de los parámetros de entramado, como se especifica en 9.5.2.

Los puntos de referencia se definen en el diagrama de bloques únicamente por claridad. Los puntos de referencia se muestran en la figura 9-1 y se enumeran en el cuadro 9-1.

Cuadro 9-1/G.993.2 – Puntos de referencia internos de la función PMS-TC

Punto de referencia	Definición
A: Trama de datos de multiplexación	Este punto de referencia es la entrada del aleatorizador de un único trayecto de latencia. La señal de este punto de referencia es la trama de datos de multiplexación y se define como el agrupamiento de octetos provenientes de diferentes canales portadores en el mismo trayecto de latencia, después de añadir los octetos de datos de tara de sincronización.
C	Este punto de referencia es la salida de un único trayecto de latencia.

9.1.1 Interfaz δ

Los puntos de referencia δ_0 y δ_R en la VTU-O y la VTU-R, respectivamente, se encuentran entre las subcapas PMS-TC y PMD, como se muestra en la figura 5-2. Ambas interfaces son funcionales, independientes de la aplicación y están definidas mediante los siguientes flujos de señales:

- flujo de datos; y
- flujo de sincronización.

Las señales de la interfaz δ se resumen en el cuadro 9-2.

Cuadro 9-2/G.993.2 – Resumen de las señales de la interfaz δ

Señal	Descripción	Dirección
<i>Señales de datos</i>		
Tx	Tren de datos en transmisión	PMS-TC → PMD
Rx	Tren de datos en recepción	PMS-TC ← PMD
<i>Señales de sincronización</i>		
Clkp_t	Temporización binaria en transmisión	PMS-TC ← PMD
Clkp_r	Temporización binaria en recepción	PMS-TC ← PMD
<i>Señales de control</i>		
Syncflag	Bandera de reconfiguración	PMS-TC ← PMD

9.1.1.1 Flujo de datos

El flujo de datos estará constituido por dos trenes de tramas de datos en sentidos opuestos:

- tramas de datos en transmisión (Tx);
- tramas de datos en recepción (Rx).

El número de bits en cada trama de datos y el número de tramas de datos entrantes por segundo dependen de los parámetros de transmisión de la subcapa PMD seleccionada durante la inicialización. Los bits de la trama de datos PMS-TC (figura 9-4) se transmitirán hacia la PMD en orden secuencial, empezando por el primer bit de la trama de datos.

9.1.1.2 Flujo de sincronización

El flujo de sincronización estará constituido por las señales de sincronización de bits en transmisión y en recepción (Clkp_t, Clkp_r), que se originen en la PMD.

9.1.1.3 Flujo de control

Este flujo proporciona el marcador de tiempo (Syncflag, como se especifica en el cuadro 9-2) para los cambios en los parámetros PMS-TC durante la OLR. La PMD asevera la bandera de sincronización Syncflag que indica el instante específico en el que la PMS-TC empezará a funcionar con los parámetros modificados. La lista de los parámetros PMS-TC relevantes queda en estudio.

9.2 Aleatorizador

Se utilizará un aleatorizador para reducir la probabilidad de que se transmita por el canal una secuencia larga de CEROS. El aleatorizador estará autosincronizado de forma que se pueda realizar la desaleatorización sin necesidad de un alineamiento especial con la secuencia aleatorizada. El algoritmo de aleatorización será como el que se representa en la ecuación siguiente; el bit salida de los datos $x(n)$ en el instante de muestreo n será:

$$x(n) = m(n) + x(n-18) + x(n-23)$$

donde $m(n)$ es el bit de entrada de los datos en el instante de muestreo n . Toda la aritmética será módulo 2.

NOTA – Siempre que el aleatorizador se inicialice con valores distintos de cero, una secuencia "todo ceros" para $m(n)$ dará lugar a una secuencia pseudoaleatoria de longitud $2^{23} - 1$.

Los bytes entrantes se introducirán en el aleatorizador con el LSB en primer lugar. Se aleatorizarán todos los bytes de datos y los bytes OH de cada trama de datos de multiplexación (véase 9.5.1).

9.3 Corrección de errores en recepción

Para la corrección de errores en recepción (FEC) se utilizará un código Reed-Solomon normalizado en bytes. La FEC proporciona protección contra errores aleatorios y en ráfaga. Una palabra código Reed-Solomon contendrá $N_{FEC} = K+R$ bytes, incluidos R bytes de comprobación $c_0, c_1, \dots, c_{R-2}, c_{R-1}$ añadidos a los K bytes de datos $m_0, m_1, \dots, m_{K-2}, m_{K-1}$. Los bytes de verificación se calcularán a partir de los bytes de datos utilizando la ecuación:

$$C(D) = M(D)D^R \text{ mod } G(D)$$

siendo

$$M(D) = m_0D^{K-1} \oplus m_1D^{K-2} \oplus \dots \oplus m_{K-2}D \oplus m_{K-1} \text{ el polinomio de datos}$$

$$C(D) = c_0D^{R-1} \oplus c_1D^{R-2} \oplus \dots \oplus c_{R-2}D \oplus c_{R-1} \text{ el polinomio de verificación}$$

$$G(D) = \prod (D \oplus \alpha^i) \text{ el polinomio generador del código Reed-Solomon, donde el índice del producto varía entre } i=0 \text{ y } R-1$$

El polinomio $C(D)$ es el resultado de dividir $M(D)D^R$ por $G(D)$. La aritmética se llevará a cabo en el campo Galois GF(256), donde α es un elemento primitivo que satisface el polinomio binario primitivo $x^8 \oplus x^4 \oplus x^3 \oplus x^2 \oplus 1$. Un byte de datos $(d_7, d_6, \dots, d_1, d_0)$ se identifica con el elemento de campo Galois $d_7\alpha^7 \oplus d_6\alpha^6 \oplus \dots \oplus d_1\alpha \oplus d_0$.

Tanto K como R deben ser parámetros programables. Los valores válidos para el número de bytes de verificación R en la palabra de código son 0, 2, 4, 6, 8, ..., 16. Los valores válidos para el número de bytes en la palabra de código N_{FEC} (tamaño de la palabra de código) son todos los números enteros entre 32 y 255, ambos inclusive. Una VTU soportará todos los valores válidos de R y N_{FEC} .

9.4 Entrelazado

Se proporcionará entrelazado en todos los trayectos de latencia soportados para proteger los datos contra ráfagas de errores distribuyendo los errores entre diferentes palabras de código Reed-Solomon. El entrelazador convolucional adoptado por VDSL2 seguirá la regla siguiente:

- I es el tamaño de los bloques del entrelazador en bytes. Cada uno de los I bytes en un bloque de entrelazador $B_0B_1 \dots B_{I-1}$ se retrasará mediante el entrelazador una cantidad que varía linealmente con el índice del byte. En concreto, el byte B_j (con índice j) se retrasará $\Delta[j] = (D - 1) \times j$ bytes, siendo D la profundidad de entrelazado en bytes, y D e I son números primos (no tienen divisor común salvo 1).

Para cualquier entrada del entrelazador con un tamaño de $D \times I$ bytes, la relación entre el índice de cada byte de entrada (n_{in}) y el índice de cada byte de salida (n_{out}) viene dada por $n_{out} = (n_{in} + \Delta[j])$, donde $j = n_{in} \text{ módulo } I$ y $\Delta[j] = (D - 1) \times j$.

El retardo total de la combinación entrelazador/desentrelazador es $(D - 1) \times (I - 1)$ bytes.

La longitud de la palabra RS N_{FEC} será un número entero múltiplo de I , es decir, $N_{FEC} = q \times I$, donde q es un número entero entre 1 y 8, ambos inclusive. Se soportarán todos los valores de q . Las palabras de código se harán corresponder con bloques de entrelazador de forma que los primeros I bytes de la palabra de código se correspondan con los I bytes $B_0B_1 \dots B_{I-1}$ del primer bloque de entrelazador.

La profundidad del entrelazado se fijará para que cumpla los requisitos de protección contra ráfagas de errores y de latencia. La VTU debe soportar todos los valores enteros de D de 1 a D_{max} como se especifica para el propio perfil (véase el cuadro 6-1). Para cualquier velocidad de datos, la latencia mínima se produce cuando no funciona el entrelazador. Si se soportan ambos trayectos de latencia, se debe soportar el entrelazado en ambos trayectos de latencia. Se aplicarán los mismos parámetros de configuración válidos y obligatorios para todos los trayectos de latencia soportados.

El cuadro 9-3 ofrece un resumen de los parámetros de entrelazador.

Cuadro 9-3/G.993.2 – Resumen de los parámetros de entrelazador

Parámetro(s)	Valor
D e I	Números primos
q	Número entero entre 1 y 8, ambos inclusive.
N_{FEC}	Número entero entre 32 y 255, ambos inclusive, $N_{FEC} = q \times I$
Retardo total de la combinación entrelazador/ desentrelazador	$(D-1) \times (I-1)$ bytes

9.4.1 Cambio dinámico de la profundidad del entrelazador

Para VDSL2 se define un método para modificar la profundidad del entrelazador de forma dinámica durante la transmisión. Este método es facultativo. Se indicará si se soporta durante la inicialización en O-MSG 1 y en R-MSG 2.

NOTA – Aunque esta subcláusula define el procedimiento para modificar de forma dinámica la profundidad del entrelazador durante la transmisión, la instrucción de control para iniciar este procedimiento no está definida en esta versión de esta Recomendación. El procedimiento de llamada para el cambio dinámico de la profundidad del entrelazador se definirá en una futura revisión de esta Recomendación.

Un cambio de la profundidad del entrelazador solo se iniciará en el primer byte de una palabra de código RS, siendo k el número de secuencia de ese byte a la entrada del entrelazador.

Para aumentar la profundidad del entrelazador de D_{old} a D_{new} con $D_{old} < D_{new}$ la salida del entrelazador vendrá definida por:

$$y(n + \Delta_{old}[j]) = x(n) ; \text{ para } n + \Delta_{old}(j) < k, \text{ siendo } \Delta_{old}[j] = (D_{old} - 1) \times j$$

$$y(n + \Delta_{new}[j]) = x(n) ; \text{ para } n + \Delta_{old}(j) \geq k, \text{ siendo } \Delta_{new}[j] = (D_{new} - 1) \times j$$

Para disminuir la profundidad del entrelazador de D_{old} a D_{new} con $D_{old} > D_{new}$ la salida del entrelazador vendrá definida por:

$$y(n + \Delta_{old}[j]) = x(n) ; \text{ para } n + \Delta_{new}(j) + \delta < k$$

$$y(n + \Delta_{new}[j] + \delta) = x(n) ; \text{ para } n + \Delta_{new}(j) + \delta \geq k$$

siendo δ la longitud de la transición que viene dada por:

$$\delta = \lceil (D_{old} - D_{new}) \cdot (I - 1) / I \rceil \cdot I$$

δ no es un retardo permanente; se puede compensar interrumpiendo la entrada del entrelazador durante un periodo de tiempo igual a δ bytes.

No se especifican los valores de los bytes que no estén definidos por las reglas anteriores.

Si no se acompaña un cambio de la profundidad del entrelazador con el cambio correspondiente de la velocidad de datos en el trayecto de latencia pertinente (por ejemplo, DRR, SRA – véase 13.1), el cambio de D se coordinará con el cambio correspondiente del parámetro L_p (véase cuadro 9-6) de la forma siguiente. Para aumentar la profundidad, L_p se cambiará en la trama de datos inmediatamente

posterior a la trama de datos que contiene el primer bit del byte k . Para disminuir la profundidad, L_p se cambiará al valor más bajo en la trama de datos que contenga el primer bit del byte k . Antes y después del cambio de D se deben cumplir las restricciones sobre el retardo total máximo de la combinación entrelazador/desentrelazador y de INP_{min} . No hay restricciones sobre el retardo total durante el procedimiento de modificación de D , es decir, entre el primero y el último bytes sin especificar.

9.5 Entramado

El formato de entramado de un único trayecto de latencia se resume en las figuras 9-2 y 9-3. Ambos trayectos de latencia tienen el mismo formato de entramado, aunque sus parámetros de entramado (especificados en el cuadro 9-6) son independientes. El índice p indica el trayecto de latencia y puede tomar los valores 0 y 1.

9.5.1 Trama de datos mux (MDF) y palabras de código RS

El canal de tara y el primer y segundo canales portadores se multiplexan en las tramas de datos mux (MDF, *mux data frame*). El formato de la MDF se presenta en la figura 9-2. Para formar la MDF, la PMS-TC extrae secuencialmente O_{pi} octetos de la memoria intermedia de tara (OH) y a continuación los octetos B_{p0} y B_{p1} de la primera y de la segunda memorias intermedias de canal portador, respectivamente.

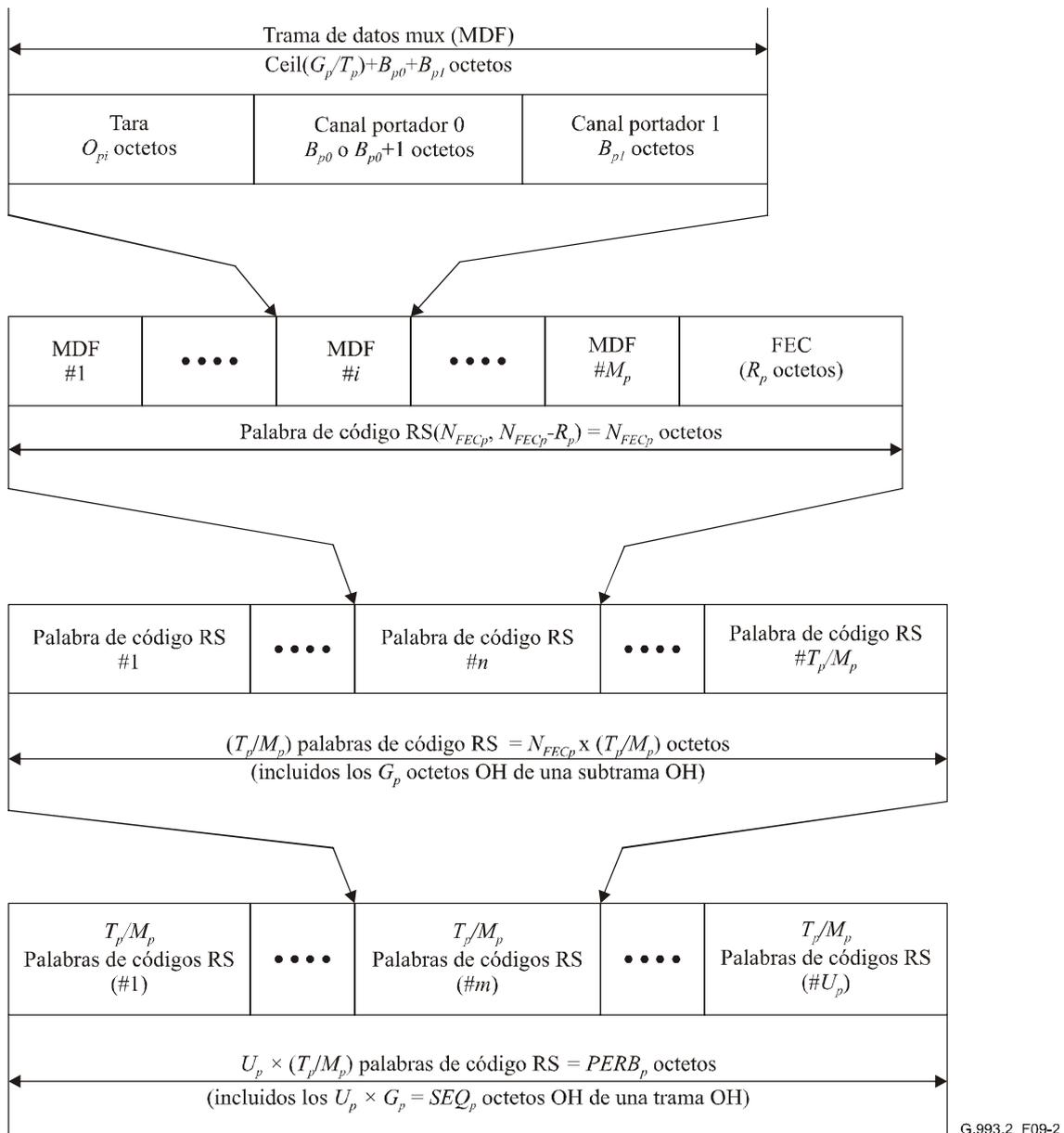


Figura 9-2/G.993.2 – Estructura de la MDF y de las palabras de código RS

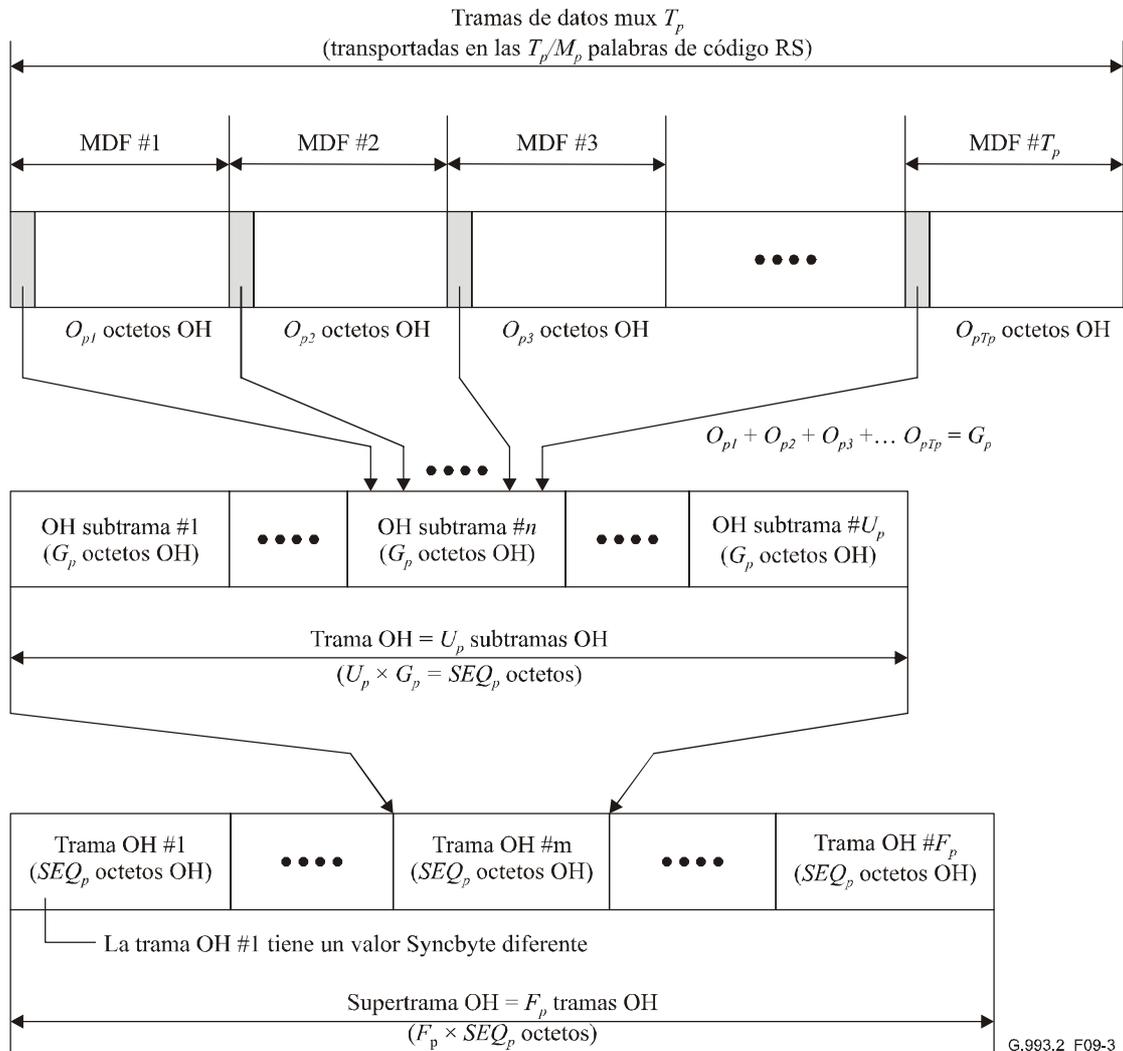
Las MDF se hacen corresponder con una palabra de código RS como se presenta en la figura 9-2. Cada palabra de código RS incluye el mismo número entero, M_p , de MDF y el mismo número de octetos de redundancia R_p ; el primer octeto de cada palabra de código es el primer octeto de la primera MDF de cada palabra de código. El tamaño total de la palabra de código RS es N_{FECp} bytes. Todos los octetos en los campos de canal portador de la MDF se harán corresponder con el LSB en transmisión en primer lugar. Los bits de los octetos de tara se harán corresponder como se especifica en 9.5.2.2.

El número O_{pi} de octetos de tara por MDF será el que se especifica en 9.5.2.1. Debido a la forma en que se asignan los octetos de tara a las MDF, este número de octetos puede variar hasta en un octeto. Estas MDF con un octeto de tara menos transportarán en su lugar un octeto adicional proveniente del canal portador #0 de forma que el número total de octetos sea el mismo en todas las MDF.

NOTA – La relación entre las velocidades binarias de dos canales portadores puede no ser exactamente la relación real entre las velocidades binarias transmitidas. La determinación de la relación entre velocidades binarias tiene una granularidad más fina cuanto mayor sea la MDF.

9.5.2 Trama, subtrama y supertrama de tara (OH)

La trama OH transporta los datos OH y la sincronización entre tramas. La trama OH está constituida por un número entero U_p de subtramas OH, como se muestra en la figura 9-3. Todas las subtramas OH tienen el mismo formato. La longitud total de la trama OH (el periodo de trama OH) es de $PERB_p$ octetos. Los parámetros U_p y $PERB_p$ de la trama OH se especifican en el cuadro 9-6.



G.993.2_F09-3

Figura 9-3/G.993.2 – Estructura de subtrama, trama y supertrama de tara

Una supertrama OH está compuesta por F_p tramas OH.

9.5.2.1 Formato de subtrama OH

La subtrama OH comprende T_p MDF e incluye G_p octetos OH distribuidos entre esas MDF. El número de octetos OH, O_{pi} , en la MDF # i de la subtrama OH debe ser:

$$O_{pi} = \begin{cases} \left\lceil \frac{G_p}{T_p} \right\rceil & \text{para } i \leq G_p - T_p \times \left\lfloor \frac{G_p}{T_p} \right\rfloor \\ \left\lfloor \frac{G_p}{T_p} \right\rfloor & \text{en otro caso} \end{cases}, \quad i = 1, 2, \dots, T_p; 0 \leq O_{pi} \leq 8$$

Los valores para G_p y T_p deben cumplir las reglas siguientes:

Regla 1: $M_p/S_p \leq 64$

$$\text{Regla 2: } \left\lfloor \frac{G_p}{T_p} \right\rfloor \times \left\lceil \frac{M_p}{S_p} \right\rceil + \left\lceil \frac{M_p}{S_p} \right\rceil \times (G_p \bmod T_p) + \min \left(\left\lceil \frac{M_p}{S_p} \right\rceil \bmod T_p, G_p \bmod T_p \right) \leq 8$$

La gama válida para el número de octetos OH en la MDF O_{pi} varía entre 0 y 8; la gama válida para el número de octetos OH en la subtrama G_p varía entre 1 y 32.

La subtrama OH abarcará un número entero de palabras de código RS: $T_p = k \times M_p$, donde k es un número entero.

NOTA 1 – El número medio de octetos OH por cada MDF es igual a G_p/T_p y puede ser un número no entero.

NOTA 2 – Puesto que la trama OH presenta un número entero de palabras de código RS y un número entero de MDF, los límites de la trama OH, la palabra de código RS y la MDF están alineados.

9.5.2.2 Correspondencia de los datos OH

La correspondencia de los datos OH con la trama OH será la que se presenta en el cuadro 9-4. Se soportarán dos tipos de tramas OH:

- Tipo 1 – Trama completa;
- Tipo 2 – Trama auxiliar.

Para latencia simple, el trayecto de latencia utilizará tramas de tipo 1. Para latencia dual, un trayecto de latencia utilizará tramas OH de tipo 1 y el otro tramas OH de tipo 2. El trayecto de latencia seleccionado para las tramas OH de tipo 1 será el indicado durante la inicialización por el valor del parámetro del campo MSGLP (véanse 12.3.5.2.1.3, 12.3.5.2.2.3).

Cuadro 9-4/G.993.2 – Contenido de las tramas OH de tipo 1 y de tipo 2

Trama OH de tipo 1		
Número de octeto	Campo OH	Descripción
1	CRC _p	Verificación por redundancia cíclica (9.5.2.3)
2	Syncbyte	Syncbyte = AC ₁₆ cuando la trama OH indica el inicio de una supertrama OH, en otro caso, Syncbyte = 3C ₁₆ .
3	IB-1	Primitivas relativas a PMD (nota 1, cuadro 9-5)
4	IB-2	Primitivas relativas a PMS-TC (nota 1, cuadro 9-5)
5	IB-3	Primitivas relativas a TPS-TC y al sistema (nota 1, cuadro 9-5)
6	NTR	Referencia de temporización de red (nota 2, 8.3)
> 6	MSG	Tara de mensaje (nota 3, 11.2)
Trama OH de tipo 2		
Número de octeto	Campo OH	Descripción
1	CRC _p	Verificación por redundancia cíclica (9.5.2.3)
2	Syncbyte	Syncbyte = AC ₁₆ cuando la trama OH indica el inicio de una supertrama OH, en otro caso, Syncbyte = 3C ₁₆ .
3 a 8	Reservado para su atribución por el UIT-T	El valor para el campo reservado será FF ₁₆ .
<p>NOTA 1 – Los IB (bits indicadores) indican al extremo distante las anomalías y defectos; válido en ambos sentidos para tramas OH de tipo 1. Los IB no usados se fijarán a UNO.</p> <p>NOTA 2 – La NTR (referencia de temporización de red) proporciona a la CPE una referencia de temporización de 8 kHz; es válida sólo en sentido descendente para tramas OH de tipo 1. Si la VTU-O indica que no transportará NTR, el campo NTR también se fijará a FF₁₆. En el sentido ascendente, el campo NTR se fijará siempre a FF₁₆.</p> <p>NOTA 3 – El campo MSG transporta mensajes eoc; es válido en ambos sentidos únicamente para tramas OH de tipo 1.</p>		

La correspondencia de los bits CRC, IB y NTR con los campos de tramas OH será la especificada en el cuadro 9-5. El LSB se transmitirá en primer lugar. La correspondencia de los bytes MSG con la trama OH se hará con el LSB en primer lugar, como se especifica en 8.2.3 y en 9.1.

Cuadro 9-5/G.993.2 – Correspondencia de bits OH

Campo OH	D7(MSB)	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0(LSB)	Definido en
CRC	<i>crc₇</i>	<i>crc₆</i>	<i>crc₅</i>	<i>crc₄</i>	<i>crc₃</i>	<i>crc₂</i>	<i>crc₁</i>	<i>crc₀</i>	9.5.2.3
IB-1	<i>los</i>	<i>rdi</i>	<i>lpr</i>	1	1	1	1	1	11.2.4, 11.3
IB-2	1	1	1	1	1	1	1	1	
IB-3	TIB#0-0	TIB#0-1	TIB#0-2	TIB#0-3	TIB#1-0	TIB#1-1	TIB#1-2	TIB#1-3	11.2.4, Anexo K
NTR	<i>ntr₇</i>	<i>ntr₆</i>	<i>ntr₅</i>	<i>ntr₄</i>	<i>ntr₃</i>	<i>ntr₂</i>	<i>ntr₁</i>	<i>ntr₀</i>	8.3

9.5.2.3 Verificación por redundancia cíclica (CRC)

Para cada periodo de trama OH de cada trayecto de latencia por separado se computará una verificación por redundancia cíclica (CRC, *cyclic redundancy check*) de un byte. Para un mensaje

de datos de t bits transmitido durante el periodo de trama OH, se calculará la CRC utilizando la ecuación siguiente:

$$crc(D) = M(D) \times D^8 \text{ módulo } G(D)$$

siendo:

$$M(D) = m_0D^{t-1} + m_1D^{t-2} + \dots + m_{t-2}D + m_{t-1} \text{ el polinomio del mensaje de datos}$$

$$G(D) = D^8 + D^4 + D^3 + D^2 + 1 \text{ el polinomio generador}$$

$$crc(D) = crc_0D^7 + crc_1D^6 + \dots + crc_6D + crc_7 \text{ el polinomio CRC}$$

D el operador de retardo

Es decir, $crc(D)$ será el resultado de dividir $M(D) \times D^8$ por $G(D)$. Cada octeto del mensaje de datos se introducirá en la ecuación $crc(D)$ con el LSB en primer lugar.

Los valores de crc_0 a crc_7 son los bits CRC que se deben transmitir a la trama OH siguiente como se especifica en 9.5.2.2, transmitiendo en primer lugar el LSB (crc_0). Los bits CRC de la primera trama OH (al principio del estado de transmisión) se fijarán a CERO.

LA CRC se calculará antes de la aleatorización para cada periodo de tiempo subsiguiente igual a la duración de la trama OH en bytes ($PERB_p$). El mensaje de datos considerado por la CRC incluirá todos los bits de todas las MDF transmitidas durante el periodo de la trama OH, salvo el byte CRC. La primera CRC se calculará en el mensaje de datos que incluye el primer periodo de trama OH (después del inicio de el estado de transmisión), el segundo CRC se computará en el mensaje de datos que incluye el segundo periodo de trama OH, y así sucesivamente.

9.5.2.4 Supertrama OH

La supertrama OH contiene F_p tramas OH y sirve para proporcionar una referencia de temporización adicional. El valor de F_p se seleccionará de forma que la duración de la supertrama OH sea significativamente mayor que el tiempo necesario para intercambiar información de gestión entre la VTU-O y la VTU-R. El primer octeto de la supertrama OH coincide con el primer octeto de la trama OH y se marcará mediante Syncbyte = AC₁₆. La gama de valores de F_p es de 1 a 255.

9.5.3 Multiplexación de datos de los dos trayectos de latencia

El número asignado de bits, L_0 y L_1 , de las palabras de código RS de los trayectos de latencia #0 y #1 respectivamente, se harán corresponder con la trama de datos como se muestra en la figura 9-4. Los bits se extraerán de los octetos de las palabras de código RS en orden secuencial, con el LSB en primer lugar. El primer bit de cada grupo extraído de L_0 bits será el primer bit de la trama de datos.

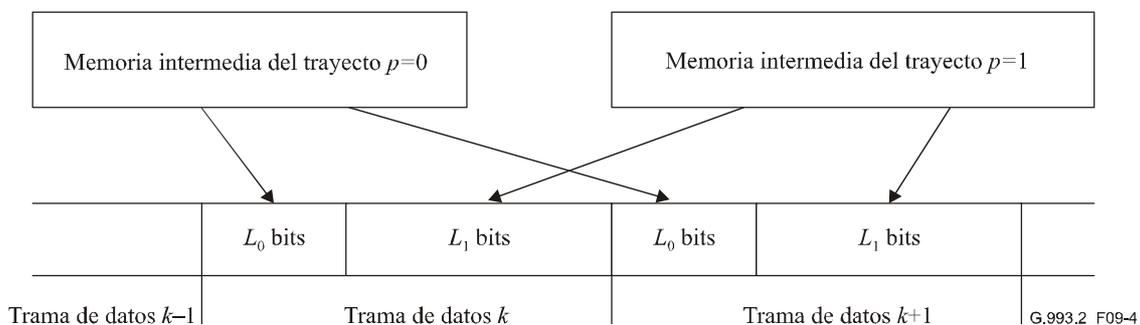


Figura 9-4/G.993.2 – Multiplexación de dos trayectos de latencia en tramas de datos transportadas por símbolos DMT

9.5.4 Parámetros de alineación de trama

Los parámetros de alineación de trama para el trayecto de latencia p se especifican en el cuadro 9-6. Se especifican dos grupos de parámetros:

- parámetros de alineación de trama primarios; y
- parámetros de alineación de trama derivados.

Los parámetros de alineación de trama primarios son los que se comunican a otra VTU durante la inicialización para el establecimiento de la trama (véase 12.3.5). La VTU calcula los parámetros de alineación de trama derivados utilizando los parámetros de alineación de trama primarios para establecer la trama completa y los parámetros necesarios para la verificación de las velocidades binarias del canal de datos y del canal de tara y proporcionar otras características importantes de la PMS-TC cuando se fijan determinados parámetros de alineación de trama.

Cuadro 9-6/G.993.2 – Parámetros de alineación de trama para el trayecto de latencia p

Parámetro	Definición
Parámetros de alineación de trama primarios	
B_{pn}	Número de octetos del canal portador # n por MDF. La gama de valores varía entre 0 y 254. Cuando G_p/T_p no es un número entero, el número de octetos del canal portador #0 varía entre B_{p0} y $B_{p0} + 1$.
R_p	Número de octetos de redundancia en la palabra de código RS.
M_p	Número de MDF en una palabra de código RS. Sólo se soportarán los valores 1, 2, 4, 8 y 16.
T_p	Número de MDF en una subtrama OH; $T_p = k \times M_p$, donde k es un número entero. El valor de T_p no debe ser superior a 64.
G_p	Número total de octetos de tara en una subtrama OH; $1 \leq G_p \leq 32$.
F_p	Número de tramas OH en la supertrama OH. $1 \leq F_p \leq 255$.
L_p	Número de bits del trayecto de latencia p transmitidos en cada símbolo de datos.
Parámetros de alineación de trama derivados	
N_{FECp}	Tamaño de la palabra de código RS: $N_{FECp} = M_p \times \left[\text{Límite superior} \left(\frac{G_p}{T_p} \right) + B_{p0} + B_{p1} \right] + R_p \text{ bytes}$
O_{pi}	Número de octetos de tara en la i ésima MDF de la subtrama OH: $O_{pi} = \begin{cases} \left\lceil \frac{G_p}{T_p} \right\rceil & \text{para } i \leq G_p - T_p \times \left\lfloor \frac{G_p}{T_p} \right\rfloor, \quad i = 1, 2, \dots, T_p; \quad 0 \leq O_{pi} \leq 8 \\ \left\lfloor \frac{G_p}{T_p} \right\rfloor & \text{en otro caso} \end{cases}$

Cuadro 9-6/G.993.2 – Parámetros de alineación de trama para el trayecto de latencia p

$PERB_p$	<p>Número de bytes en la trama de tara:</p> $PERB_p = \frac{T_p \times N_{FECp}}{M_p} \times \left\lfloor \frac{\hat{Q} \times M_p}{T_p \times N_{FECp}} \right\rfloor \text{ bytes}$ <p>donde:</p> $\hat{Q} = \begin{cases} Q & \text{si } TDR_p \geq TDR_0 \\ Q \cdot \frac{TDR_p}{TDR_0} & \text{si } TDR_p < TDR_0 \end{cases}$ <p>y donde:</p> <p style="text-align: center;">TDR_p es la velocidad total del trayecto de latencia p en kbit/s $Q = 17000$ bytes $TDR_0 = 7880$ kbit/s</p>
TDR_p	<p>Velocidad de datos total del trayecto de latencia p (en el punto de referencia C):</p> $TDR_p = L_p \times f_s \text{ kbit/s}$ <p>donde f_s es la velocidad de símbolos de datos en ksímbolo/s (véase 10.4.4).</p>
S_p	<p>Número de símbolos de datos entre los que se distribuye la palabra de código RS,</p> $S_p = \frac{8 \times N_{FECp}}{L_p}$ <p>El valor de S_p puede no ser un número entero, y no debe ser superior a 64.</p>
NDR_{pn}	<p>Velocidad de datos neta para el canal portador #0:</p> $NDR_{p0} = \left[B_{p0} + \text{límite superior} \left(\frac{G_p}{T_p} \right) - \frac{G_p}{T_p} \right] \times \frac{8 \times M_p \times f_s}{S_p} \text{ kbit/s}$ <p>Velocidad de datos neta para el canal portador #1:</p> $NDR_{p1} = B_{p1} \times \frac{8 \times M_p \times f_s}{S_p} \text{ kbit/s}$ <p>Los valores de los parámetros de alineación de trama cumplirán $net_min_n < NDR_{pn} < net_max_n$ para todos los canales portadores definidos en los trayectos de latencia relevantes.</p>
NDR_p	<p>Velocidad de datos neta para el trayecto de latencia p:</p> $NDR_p = L_p \times f_s \times \frac{K_p}{N_{FECp}} - OR_p = \left(K_p - \frac{G_p \times M_p}{T_p} \right) \times \frac{8 \times f_s}{S_p} \text{ kbit/s}$ <p>donde $K_p = N_{FECp} - R_p$</p>
U_p	<p>Número de subtramas OH en la trama OH:</p> $U_p = \frac{PERB_p}{N_{FECp}} \times \frac{M_p}{T_p}$
SEQ_p	<p>Número de bytes de tara en la trama OH:</p> $SEQ_p = U_p \times G_p \text{ bytes}$

Cuadro 9-6/G.993.2 – Parámetros de alineación de trama para el trayecto de latencia p

OR_p	Velocidad de datos de tara para el trayecto de latencia p : $OR_p = \frac{G_p \times M_p}{S_p \times T_p} \times 8 \times f_s \text{ kbit/s}$
msg_p	Velocidad de datos de tara de mensaje (solo para el tipo 1 de tramas OH): $msg_p = OR_p \times \frac{SEQ_p - 6}{SEQ_p} \text{ kbit/s}$ <p>Los valores de los parámetros de alineación de trama cumplirán $msg_{\min} < msg_p < msg_{\max}$. Los valores de msg_{\min} y de msg_{\max} cumplirán las condiciones siguientes: $16 \text{ kbit/s} \leq msg_{\min} < 248 \text{ kbit/s}$; $msg_{\max} = 256 \text{ kbit/s}$.</p>
PER_p	Duración de la trama de tara en ms (véase la nota): $PER_p = \frac{T_p \times S_p \times U_p}{f_s \times M_p} = \frac{8 \times PERB_p}{L_p \times f_s} \text{ ms}$
NOTA – En 7.2.1.1.3/G.997.1 y 7.2.1.2.3/G.997.1 [4] se utiliza un contador de intervalos de un segundo para detectar segundos con muchos errores en el extremo cercano (SES). El contador se incrementará en $\Delta CRCsec_p$ (el incremento del contador de anomalías CRC normalizado de un segundo) para cada aparición de una anomalía crc_p . Se define un valor $\Delta CRCsec_p$ para cada trayecto de latencia en el sentido ascendente y en el sentido descendente, por separado, como un valor real en la gama de 0,125 a 8, tal que: $\Delta CRCsec_p = \begin{cases} 1 & \text{si } 15 \leq PER_p \leq 20 \\ \frac{PER_p}{15} & \text{si } PER_p < 15 \end{cases}$	

9.5.5 Parámetro 1/S

El parámetro 1/S define el número total de palabras de código Reed-Solomon decodificadas en un único símbolo de datos. Es igual a:

$$1/S = \sum_p \text{límite superior} \left(\frac{1}{S_p} \right)$$

donde S_p es el número de símbolos de datos sobre el que se distribuye la palabra de código RS del trayecto de latencia p , y la suma se realiza sobre todos los trayectos de latencia permitidos. El valor de S_p puede no ser un número entero y se calculará como se especifica en el cuadro 9-6.

La gama de valores de 1/S ($1/64 \leq 1/S \leq (1/S)_{\max}$) depende del perfil. Los valores obligatorios para $(1/S)_{\max}$ para diferentes perfiles se definen en el cuadro 6-1. En el cuadro 9-7 se especifican valores ampliados (válidos) opcionales de $(1/S)_{\max}$ para diferentes perfiles.

Cuadro 9-7/G.993.2 – Valores ampliados opcionales de $(1/S)_{\max}$

Parámetro	Valor del parámetro para el perfil							
	8a	8b	8c	8d	12a	12b	17a	30a
$(1/S)_{\max}$ en sentido descendente	64	64	64	64	64	64	64	32
$(1/S)_{\max}$ en sentido ascendente	32	32	32	32	64	64	64	32

9.6 Protección contra el ruido impulsivo (INP_p)

La INP_p (protección contra el ruido impulsivo para el trayecto de latencia p) se define como el número de símbolos DMT consecutivos, o fracciones de ellos, que se observan a la entrada del desentrelazador, en los que se pueden corregir todos los errores mediante el código de corrección de errores, independientemente del número de errores en los símbolos DMT con errores.

NOTA 1 – Es equivalente al número de octetos con errores consecutivos en cualquier bloque de $(I_p - 1) \cdot D_p + 1$ octetos, observados a la entrada del desentrelazador, en los que se pueden corregir todos los errores mediante el código de corrección de errores, dividido por $L_p/8$, número de octetos cargados en un símbolo DMT para el trayecto de latencia p . La longitud del bloque de entrelazador, I_p , y la profundidad de entrelazador, D_p , se definen en 9.4, y el número de bits provenientes del trayecto de latencia p cargados en un símbolo DMT, L_p , se define en 9.5.4.

NOTA 2 – El valor de INP_p viene dado en términos de símbolos DMT. El periodo de tiempo con protección contra el ruido impulsivo, en ms, varía con la separación entre subportadoras como determina el perfil (véase la cláusula 6) y con la longitud CE (véase 10.4.4).

La protección real contra el ruido impulsivo INP_{act_n} del canal portador $\#n$ siempre se fijará al valor del parámetro derivado INP_p de la función del trayecto PMS-TC subyacente (véase el anexo K). El receptor debe siempre asegurar que $INP_{act_n} \geq INP_{min_n}$ de conformidad con la definición de INP_p , independientemente de las técnicas del fabricante, por ejemplo, la utilización de decodificación por supresión. Cuando el decodificador Reed-Solomon en el receptor no utiliza decodificador por supresión, la INP_p se calculará como:

$$INP_{no_erasure_p} = \frac{8 \times D_p \times \left\lfloor \frac{R_p}{2 \times q_p} \right\rfloor}{L_p} = \frac{S_p \times D_p \times \left\lfloor \frac{R_p}{2 \times q_p} \right\rfloor}{N_{FECp}} \text{ símbolos DMT}$$

donde los parámetros D_p , R_p , L_p y q_p se definen en 9.4 y 9.5.4. Cuando se utiliza decodificación por supresión, INP_p podría no ser igual a $INP_{no_erasure_p}$.

Durante la inicialización, la VTU-O, de conformidad con el MIB de CO, puede fijar un bit en la inicialización para exigir que el receptor VTU-R seleccione parámetros de alineación de trama de forma que $INP_p = INP_{no_erasure_p}$ en ambos trayectos de latencia. Independientemente de si se fija ese bit, el receptor siempre asegurará que $INP_{act_n} \geq INP_{min_n}$. Ese bit se conoce como "INP_no_erasure_required", bit 8 en el campo "protección contra el ruido impulsivo" en el cuadro 12-42 de 12.3.5.2.1.1.

Durante la inicialización, la VTU-R indica si está utilizando decodificación por supresión en algún trayecto de latencia. Este campo se conoce como "Uso de decodificación por supresión" en el cuadro 12-53 de 12.3.5.2.2.3.

La decodificación por supresión depende del fabricante en ambas VTU.

9.7 Retardo

Cuando el entrelazador está inhabilitado (profundidad de entrelazado = 1), el retardo unidireccional entre las interfaces α y β no excederá 2 ms.

El retardo real en milisegundos introducido por el entrelazador en el trayecto de latencia p se calculará como:

$$delay_p = \frac{S_p \times (D_p - 1)}{q_p \times f_s} \times \left(1 - \frac{q_p}{N_{FECp}} \right) \text{ ms}$$

donde D_p es la profundidad de entrelazado fijada para el trayecto de latencia p , S_p es el parámetro definido en el cuadro 9-6, q_p es el número de bloques de entrelazador en una palabra de código FEC para el trayecto de latencia p , N_{FECp} es el tamaño de la palabra de código FEC para el trayecto de latencia p y f_s es la velocidad de símbolos de datos en ksímbolo/s.

El retardo de entrelazador en milisegundos para el propio canal portador n está limitado por el valor $delay_max_n$ definido en la MIB de CO.

9.8 Tasa de errores en los bits (BER)

La tasa de errores en los bits (BER, *bit error ratio*) referenciada a la salida de la interfaz α/β no será superior a 10^{-7} para ninguno de los portadores soportados. El módem implementará los procedimientos apropiados de inicialización y reconfiguración para garantizar este valor.

10 Función dependiente de los medios físicos (PMD)

Durante el estado de transmisión, la función PMD en transmisión transmitirá un número de símbolos de datos por segundo que depende de la elección de la longitud CE (véase 10.4.4) y de la separación entre subportadoras (véase 10.4.2). Para cada símbolo de datos, la función PMD en transmisión recibe una trama de datos de entrada del codificador de símbolos (que contiene L bits de datos) de la función PMS-TC en transmisión. La trama de datos se codificará entonces mediante símbolos como se define en 10.3. La codificación de símbolos generará un valor complejo para cada subportadora del conjunto MEDLEY (MEDLEY_{us} o MEDLEY_{ds} en función del sentido de transmisión), con los valores complejos NSC_{us} y NSC_{ds} , respectivamente. Estos valores complejos se modularán en símbolos de datos como se define en 10.4 para generar una señal análoga y transmitirla por la línea digital de abonado.

10.1 Modelo funcional PMD

En la figura 10-1 se presenta el modelo funcional de la subcapa PMD. En el sentido de transmisión la subcapa PMD recibe tramas de datos de entrada de la subcapa PMS-TC a través de la interfaz δ como se especifica en 9.1. Cada trama de datos contiene un número entero de bits de datos igual a $L_0 + L_1$ que se modulará en un símbolo DMT. Antes de su modulación, los bits entrantes se codifican mediante el codificador de símbolos. El codificador divide el tren de bits entrante en pequeños grupos de bits y cada grupo se designa para modular una subportadora específica de la señal DMT. Cada grupo se codifica posteriormente mediante el codificador reticular y se hace corresponder con un punto en una constelación de señales. El conjunto de los puntos de constelación modula las subportadoras del símbolo DMT utilizando una transformada de Fourier discreta inversa (IDFT, *inverse discrete Fourier transform*). El número de bits asignado a cada subportadora se determina durante el procedimiento de inicialización basándose en la SNR de la subportadora y en la propia configuración del sistema. Después de la IDFT, el símbolo resultante se amplía cíclicamente y se filtra y envía a través del medio de transmisión por la interfaz U.

En el sentido de recepción, la señal entrante proveniente del medio de transmisión a través de la interfaz U se demodula y decodifica para extraer la trama de datos transmitida. La trama de datos obtenida por el decodificador (denominada "trama de datos (salida)" en la figura 10-1) se envía a la subtrama PMS-TC a través de la interfaz δ .

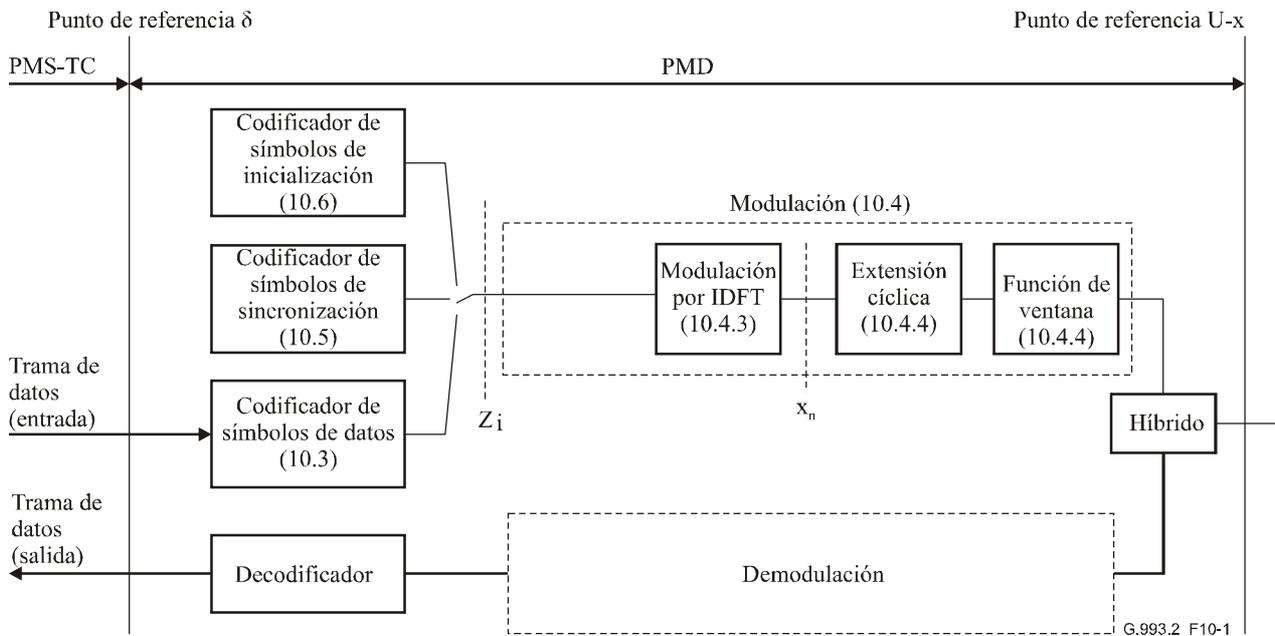


Figura 10-1/G.993.2 – Modelo funcional de la subcapa PMD

10.2 Supertrama DMT

La función PMD en transmisión utilizará la estructura de supertramas DMT que se muestra en la figura 10-2. Cada supertrama DMT estará compuesta por 256 tramas de datos, numeradas de 0 a 255, seguidas por una única trama de sincronismo. El contenido de la trama de sincronismo depende de si se está indicando temporización para la reconfiguración en línea (véase 10.5.3). Las tramas de datos se modulan en 256 símbolos de datos y la trama de sincronismo se modula en un símbolo de sincronismo como se define en 10.5.1. El símbolo de sincronismo proporciona un marcador de tiempo para la reconfiguración en línea (véase la cláusula 13).

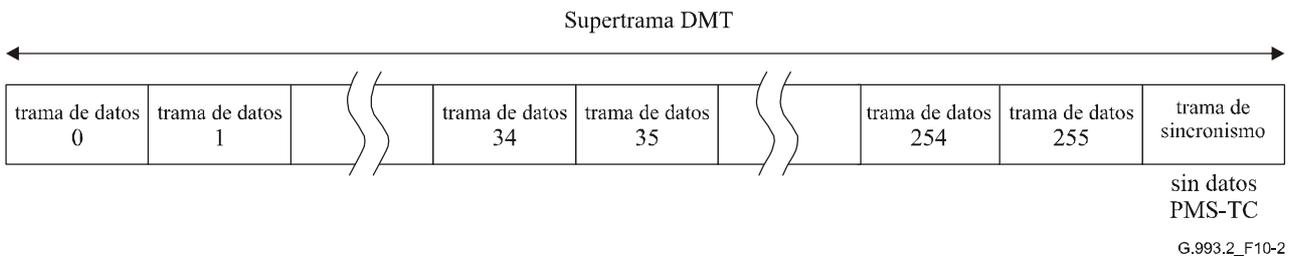


Figura 10-2/G.993.2 – Estructura de supertrama DMT

NOTA – La duración de una supertrama depende de la separación entre portadoras y del valor de la extensión cíclica (véase 10.4). Cuando la separación entre portadoras es de 4,3125 kHz y se utiliza el valor de extensión cíclica obligatorio (5/64), la duración de una supertrama es de 64,25 ms.

10.3 Codificador de símbolos para símbolos de datos

El codificador de símbolos para símbolos de datos se muestra en la figura 10-1 como parte de la función PMD en transmisión. El codificador de símbolos para símbolos de datos está constituido por las funciones siguientes:

- ordenamiento de tonos;
- codificación reticular;
- correspondencia de constelación;

- adaptación de puntos de constelación.

10.3.1 Ordenamiento de tonos

Durante la inicialización, la función PMD en recepción calculará las cantidades de bits y las ganancias relativas a utilizar para todas las subportadora en el conjunto MEDLEY (ya sea MEDLEY_{us} o MEDLEY_{ds}, en función del sentido de transmisión), así como el orden en el que se asignan bits a las subportadoras (es decir, el ordenamiento de tonos). Los bits y ganancias calculados y el ordenamiento de tonos se volverán a enviar a la función PMD en transmisión durante la fase de análisis e intercambio de canal de la inicialización (véase 12.3.5.2). El número de subportadoras en MEDLEY_{us} y MEDLEY_{ds} viene determinado por NSC_{us} y NSC_{ds} , respectivamente.

Los pares de bits y las ganancias relativas se definen, en orden ascendente de frecuencia o de índice i de subportadora, como una tabla de atribución de bits b y de ganancias g (es decir, b_i y g_i , para todos los índices i de subportadora que pertenecen al conjunto MEDLEY). Si se utiliza codificación reticular, la función PMD en recepción incluirá un número par de subportadoras de 1 bit ($NCONEBIT$) en la tabla b de atribución de bits.

La tabla t de ordenamiento de tonos se define como la secuencia $\{t_k\}$ en la que se asignan bits a las subportadoras del conjunto MEDLEY a partir del tren de bits de entrada (t_k para $k = 1$ a NSC_{us} para tonos en sentido ascendente, $k = 1$ a NSC_{ds} para tonos en sentido descendente) empezando la correspondencia de constelación en la subportadora con índice $i = t_1$ y finalizando en la subportadora con índice $i = t_{NSC}$ (por ejemplo, $t_{75} = 160$ significa que la subportadora con el índice 160 es la subportadora número 75 a la que se asignaron bits a partir del tren de bits de entrada). La tabla t de ordenamiento de tonos se creará e intercambiará durante la inicialización (mensajes O-PMD, R-PMD, véase 12.3.5.2) y se mantendrá sin cambios durante la siguiente inicialización.

Después de la recepción de las tablas b , g y t , la función PMD en transmisión calculará una tabla b' de bits reordenados y una tabla t' de tonos reordenados a partir de las tablas originales b y t . La correspondencia de constelación se producirá secuencialmente, de conformidad con la tabla t' de tonos reordenados, con el número de bits por subportadora definido por la tabla de bits original b . La codificación reticular se producirá de conformidad con la tabla b' de bits reordenados y la tabla t' de tonos reordenados.

Si no se utiliza codificación reticular, $b' = b$ y $t' = t$.

Si se utiliza codificación reticular, el reordenamiento de la tabla t la realizará la función PMD en transmisión. La tabla t' de tonos reordenados se generará de acuerdo a las siguientes reglas:

- Los índices de todas las subportadoras que soportan 0 bits ó 2 ó más bits aparecen en primer lugar en t' , en el mismo orden que en la tabla t .
- Los índices de todas las subportadoras que soportan 1 bit aparecen al final de t' , en el mismo orden que en la tabla t .

Si una atribución de bits no incluye ninguna subportadora de 1 bit, la tabla t' de tonos reordenados es idéntica a la tabla t de tonos original.

El (número par de) subportadoras de 1 bit se emparejará para formar puntos de constelación de dos dimensiones como datos de entrada para el codificador reticular. El emparejamiento se determinará en el orden en el que aparezcan las subportadoras de 1 bit en la tabla t de ordenamiento de tonos original.

La tabla b' se generará mediante el reordenamiento de los datos de entrada de la tabla b :

- Los primeros $NCONEBIT/2$ datos de entrada de b' serán 0, siendo $NCONEBIT$ (por definición un número par) el número de subportadoras que soportan 1 bit.

- Los siguientes datos de entrada de b' serán 0 y corresponderán a todas las subportadoras que soportan 0 bits.
- Las siguientes entradas de b' serán distintas de cero, y corresponderán a las subportadoras que soportan 2 ó más bits. Los datos de entrada se determinarán utilizando la nueva tabla t' de tonos junto con la tabla de bits original b .
- Los últimos datos de entrada $NCONEBIT/2$ de b' corresponden a constelaciones de un bit emparejadas (es decir, 2 bits por dato de entrada).

Las tablas b' y t' se calcularán a partir de las tablas b y t como se muestra en los procesos de emparejamiento de subportadoras y de reordenamiento de bits siguientes.

```

/**** CONSTRUCT THE TONE RE-ORDERING TABLE ****/
/*
La tabla de reordenamiento de tonos se denomina conjunto 't' y la tabla de
reordenamiento de tonos se denomina conjunto 'tp'. Los índices de estos
conjuntos se indican como 't_index' y 'tp_index', respectivamente.
*/
/*
Rellénese la tabla de reordenamiento de tonos con los datos de entrada de
la tabla de ordenamiento de tonos salvo para los tonos de 1 bit.
*/
tp_index = 1;
for (t_index = 1; t_index ≤ NSC; t_index++) {
    tone = t[t_index];
    bits = b[tone];
    if (bits != 1) {
        tp[tp_index++] = tone;
    }
}
/*
Añádanse los tonos de 1 bit al final de la tabla de reordenamiento
de tonos.
*/
for (t_index = 1; t_index ≤ NSC; t_index++) {
    tone = t[t_index];
    bits = b[tone];
    if (bits == 1) {
        tp[tp_index++] = tone;
    }
}
/* REORDENAMIENTO DEL CONJUNTO DE BITS */
/*
La tabla de bits se denomina conjunto 'b' y la tabla de bits ordenados
se denomina conjunto 'bp'.
Los índices de estos conjuntos se indican como 'b_index' y 'bp_index',
respectivamente.
*/
/* En primer lugar, cuéntese el número de tonos cargados y también
los tonos de 1 bit. */
NCONEBIT = 0; /* NCONEBIT es el número de subportadoras con 1 bit */
NCUSED = 0; /* NCUSED es el número de subportadoras cargadas */
for (all i ∈ MEDLEY set) {
    if (b[i] > 0) {
        NCUSED++;
    }
    if (b[i] == 1) {
        NCONEBIT++;
    }
}
/* Rellénense los datos de entrada iniciales cero para los tonos
descargados y la mitad de los tonos de 1 bit */

```

```

for (bp_index = 1; bp_index ≤ (NSC - (NCUSED - NCONEBIT/2));
    bp_index++) {
    bp[bp_index] = 0;
}
for (tp_index = 1; tp_index ≤ NSC; tp_index++) {
    tone = tp[tp_index];
    bits = b[tone];
    if (bits == 0) {
        /* no incluya tonos no descargados */
    }
    if (bits == 1) {
        /* empareje 2 tonos consecutivos de un bit y añada
        un único dato de entrada con 2 bits */
        bp[bp_index++] = 2;
        tp_index++;
    }
    if (bits > 1) {
        bp[bp_index++] = bits;
    }
}
}

```

La figura 10-3 presenta un ejemplo que ilustra los procedimientos de reordenamiento de tonos y de reordenamiento de bits, y el emparejamiento de subportadoras de 1 bit para la codificación reticular.

Tabla *t* de ordenamiento de tonos (determinada por la función PMD en recepción, *NSC=23*)

7	14	21	4	11	18	1	8	15	22	5	12	19	2	9	16	23	6	13	20	3	10	17
---	----	----	---	----	----	---	---	----	----	---	----	----	---	---	----	----	---	----	----	---	----	----

Tabla de bits *b* (determinada por la función PMD en recepción, 37 bits/símbolo, el orden natural de los índices de subportadora empieza a partir de 1)

0	1	2	3	2	1	2	1	0	2	0	2	1	1	3	3	3	2	1	0	2	3	2
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

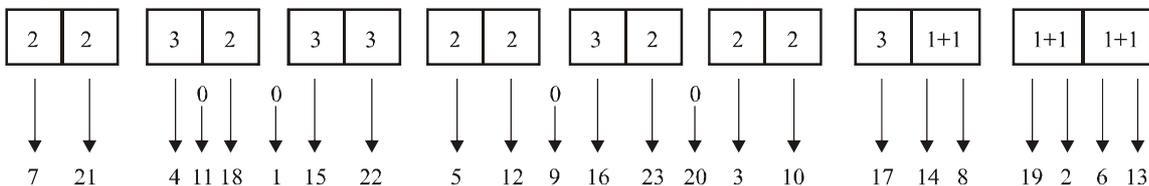
Tabla de tonos reordenados *t'* (desplaza las subportadoras de 1 bit al final de la tabla)

7	21	4	11	18	1	15	22	5	12	9	16	23	20	3	10	17	14	8	19	2	6	13
---	----	---	----	----	---	----	----	---	----	---	----	----	----	---	----	----	----	---	----	---	---	----

Tabla de bits reordenados *b'* (desplaza las subportadoras de 0 bits al principio de la tabla)

0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	3	2	3	3	2	2	3	2	2	2	3	1+1	1+1	1+1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----	-----	-----

Emparejamiento reticular (codifica 25 bits de datos en 37 bits reticulares) y correspondencia de los bits con las subportadoras



G.993.2_F010-3

Figura 10-3/G.993.2 – Ejemplo de ordenamiento de tonos y de emparejamiento de subportadoras de 1 bit

Si la reconfiguración en línea cambia el número o los índices de las subportadoras de 0 bits o de las subportadoras de 1 bit, entonces, se volverán a calcular las tablas *t'* y *b'* a partir de la tabla *b* actualizada y de la tabla *t* original.

El codificador de símbolos toma L bits por símbolo de la subcapa PMS-TC. Si se utiliza codificación reticular, los L bits se codificarán en un número de bits L' que concuerde con la tabla b de atribución de bits y la tabla b' de atribución de bits reordenados, es decir, en un número de bits igual a $L' = \sum b'_i = \sum b_i$. Los valores de L y L' están relacionados mediante:

$$L' = \sum b'_i = \sum b_i = L + \left\lceil \frac{NCUSED - \frac{NCONEBIT}{2}}{2} \right\rceil + 4$$

donde la notación $\lceil x \rceil$ representa el redondeo al siguiente número entero superior y $NCUSED$ es el número de subportadoras realmente utilizado para la transmisión de los datos (con $b_i > 0$). Los 4 bits añadidos están para retornar la retícula al estado cero al final del símbolo DMT, como se describe en 10.3.2.2.

La relación anterior muestra que utilizando el método de emparejamiento de subportadoras de 1 bit, en promedio, se añade un bit de tara reticular por cada conjunto de 4 subportadoras de 1 bit, es decir, 1 bit de tara reticular por cada constelación de 4 dimensiones.

Si se utiliza codificación reticular, el valor de L coincidirá con la tabla de atribución de bits, es decir,

$$L = \sum b_i$$

NOTA – En la función PMD en recepción se debería realizar un procedimiento complementario de reordenamiento de tonos. No es necesario, sin embargo, enviar la tabla b' de bits reordenados ni la tabla t' de tonos reordenados a la función PMD en recepción puesto que están generadas de forma determinística a partir de la tabla de atribución de bits y de las tablas de ordenamiento de tonos generadas originalmente en la función PMD en recepción y, por lo tanto, la función PMD en recepción tiene toda la información necesaria para realizar la correspondencia de constelaciones y la decodificación reticular (si se ha utilizado).

10.3.2 Codificador reticular

El codificador reticular utilizará el procesamiento de bloques del código reticular de 4 dimensiones y 16 estados de Wei (véase la figura 10-6) para mejorar las características de funcionamiento del sistema.

10.3.2.1 Extracción de bits

Los bits de la memoria intermedia de tramas de datos se extraerán en orden secuencial de conformidad con la tabla b' de atribución de bits. El primer bit de la trama de datos se extraerá en primer lugar. Debido a la naturaleza de 4 dimensiones del código, la extracción se basa en pares de datos de entrada b' consecutivos, en lugar de en datos individuales como en el caso de la codificación no reticular. Es más, debido a la ampliación de la constelación asociada con la codificación, la tabla de atribución de bits b' especifica el número de bits codificados por subportadora, que pueden ser un número entero entre 2 y 15.

La codificación reticular se realizará en pares de valores b' consecutivos empezando con el primer dato de entrada en la tabla b' . Si el número de datos de entrada distintos de cero en la tabla b' es impar, primero se promediará el valor b'_0 de la tabla b' de bits reordenados para conseguir un número entero de pares y se fijará a CERO. Para subportadoras con constelaciones de 1 bit, cada entrada b' de (1+1) bits se hará corresponder con dos subportadoras, como se describe en la figura 10-3.

Dado un par (x, y) , se extraen $x + y - 1$ bits (que reflejan una ampliación de la constelación en 1 bit para cada 4 dimensiones, o medio bit por subportadora) de la memoria intermedia de tramas de datos, salvo para los dos últimos símbolos de 4 dimensiones. Estos $z = x + y - 1$ bits $(t_z, t_{z-1}, \dots, t_1)$

se utilizan para formar una palabra binaria u como se muestra en el cuadro 10-1. En 10.3.2.2 se explican los motivos de la forma particular de la palabra u en el caso $x = 0, y > 1$.

Cuadro 10-1/G.993.2 – Formación de la palabra binaria u

Condición	Palabra binaria/comentario
$x > 1, y > 1$	$u = (t_z, t_{z-1}, \dots, t_1)$
$x = 1, y \geq 1$	Condición no permitida
$x = 0, y > 1$	$u = (t_z, t_{z-1}, \dots, t_2, 0, t_1, 0)$
$x = 0, y = 0$	Extracción de bits innecesaria, puesto que no se están enviando bits de datos
$x = 0, y = 1$	Condición no permitida
NOTA – t_1 es el primer bit extraído de la memoria intermedia de tramas de datos.	

Los últimos dos símbolos de 4 dimensiones en cada símbolo DMT se elegirán para forzar el estado del codificador convolucional al estado cero. Para cada uno de estos símbolos, los dos LSB de u están predeterminados y sólo se extraerán $(x + y - 3)$ bits de la memoria intermedia de tramas de datos que se asignarán a t_3, t_4, \dots, t_z .

NOTA – Los requisitos anteriores implican un tamaño mínimo de la tabla b' de 4 datos distintos de cero. El número mínimo de datos de entrada distintos de cero en la tabla b correspondiente podría ser mayor.

10.3.2.2 Conversión de bits

La palabra binaria $u = (u_{z'}, u_{z'-1}, \dots, u_1)$ extraída con el LSB en primer lugar de la memoria intermedia de tramas de datos define dos palabras binarias $v = (v_{z'-y}, \dots, v_0)$ y $w = (w_{y-1}, \dots, w_0)$, que se introducen con el LSB en primer lugar en la memoria intermedia de bits de datos codificados y se utiliza para determinar puntos de constelación en el traductor de constelaciones (véase la figura 10-4).

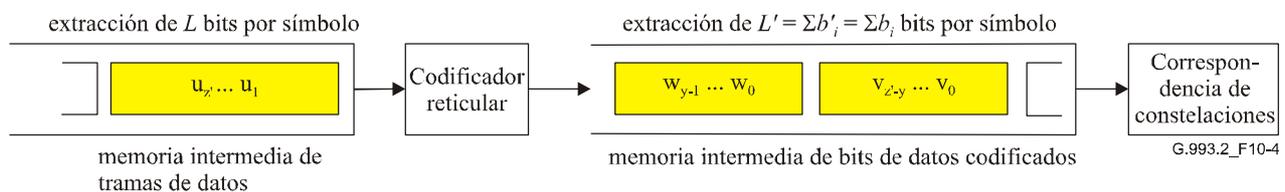


Figura 10-4/G.993.2 – Relación entre el codificador reticular y la correspondencia de constelaciones

NOTA – Por conveniencia de la descripción, la correspondencia de constelaciones identifica estos x e y bits con una etiqueta cuya representación binaria es $(v_{b-1}, v_{b-2}, \dots, v_1, v_0)$. Las mismas reglas de correspondencia de constelaciones aplican a los vectores v (con $b = x$) y w (con $b = y$) generados por el codificador reticular.

Para el caso normal en el que $x > 1$ e $y > 1$, $z' = z = x + y - 1$ y tanto v como w incluyen x e y bits respectivamente. Para el caso particular de $x = 0$ e $y > 1$, $z' = z + 2 = y + 1$, $v = (v_1, v_0) = (0, 0)$ y $w = (w_{y-1}, \dots, w_0)$. Los bits (u_3, u_2, u_1) determinan (v_1, v_0) y (w_1, w_0) de acuerdo con la figura 10-5.

El codificador convolucional que se muestra en la figura 10-5 es un codificador sistemático (es decir, u_1 y u_2 lo atraviesan sin cambios) como se muestra en la figura 10-6. El estado del codificador convolucional (S_3, S_2, S_1, S_0) se utiliza para etiquetar los estados de la retícula que se muestran en la figura 10-8. Al principio de un símbolo DMT, el estado del codificador convolucional se debe inicializar a $(0, 0, 0, 0)$.

Los restantes bits de v y w se obtienen a partir de las partes menos significativas y más significativas de $(u_{z'}, u_{z'-1}, \dots, u_4)$, respectivamente. Cuando $x > 1$ e $y > 1$, $v = (u_{z'-y+2}, u_{z'-y+1}, \dots, u_4$,

v_1, v_0) y $w = (u_{z'}, u_{z'-1}, \dots, u_{z'-y+3}, w_1, w_0)$. Cuando $x = 0$, la extracción de bits y los algoritmos de conversión dan lugar a $v_1 = v_0 = 0$. Primero se introducirá la palabra binaria v en el traductor de constelaciones y posteriormente la palabra binaria w .

Para obligar a que el estado final del codificador convolucional sea el estado cero (0, 0, 0, 0), los dos LSB u_1 y u_2 de los dos símbolos de 4 dimensiones finales en el símbolo DMT se limitan a $u_1 = S_1 \oplus S_3$, y $u_2 = S_2$.

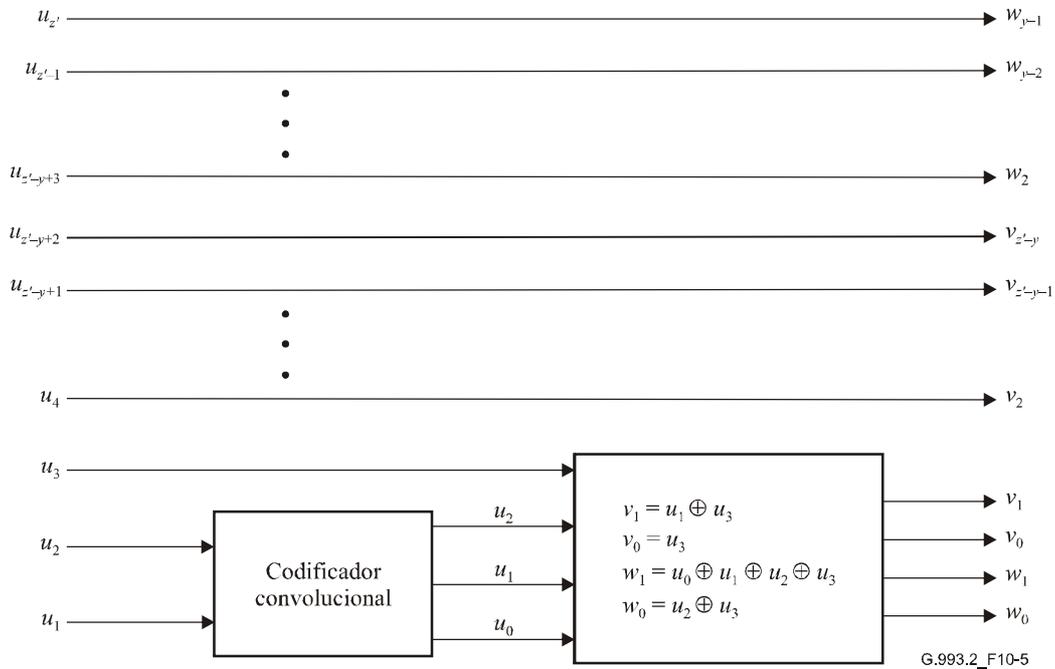


Figura 10-5/G.993.2 – Conversión de u a v y w

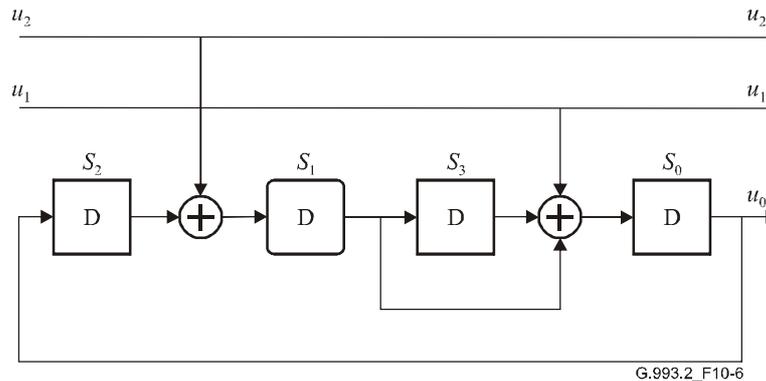


Figura 10-6/G.993.2 – Codificador convolucional: representación de una máquina de estados finitos

10.3.2.3 Partición en co-conjuntos y diagrama reticular

En un sistema de modulación de código reticular, la constelación ampliada se puede etiquetar y dividir en subconjuntos ("co-conjuntos") utilizando una técnica denominada correspondencia mediante partición de conjuntos. Los co-conjuntos de 4 dimensiones en el código de Wei pueden escribirse cada uno de ellos como la unión de 2 productos cartesianos de dos co-conjuntos de 2 dimensiones.

Por ejemplo, $C_4^0 = (C_2^0 \times C_2^0) \cup (C_2^3 \times C_2^3)$. Los cuatro co-conjuntos constituyentes de 2 dimensiones, indicados mediante 0, 1, 2 y 3 para $C_2^0, C_2^1, C_2^2, C_2^3$ respectivamente, se muestran en la figura 10-7.

La correspondencia de constelaciones garantiza que los dos bits menos significativos de un punto de constelación incluyan el índice i del co-conjunto de 2 dimensiones C_2^i en el que se encuentra el punto de constelación. Los bits (v_1, v_0) y (w_1, w_0) son de hecho las representaciones binarias de este índice.

Los tres bits (u_2, u_1, u_0) se utilizan para seleccionar uno de los 8 co-conjuntos de 4 dimensiones posibles. Los 8 co-conjuntos se etiquetan como C_4^i , donde i es un número entero con una representación binaria (u_2, u_1, u_0) . El bit u_3 adicional (véase la figura 10-5) determina cuál de los dos productos cartesianos de co-conjuntos de 2 dimensiones se elige a partir del co-conjunto de 4 dimensiones. La relación se muestra en el cuadro 10-2. Los bits (v_1, v_0) y (w_1, w_0) se calculan a partir de (u_3, u_2, u_1, u_0) utilizando las ecuaciones lineales que se indican en la figura 10-5.

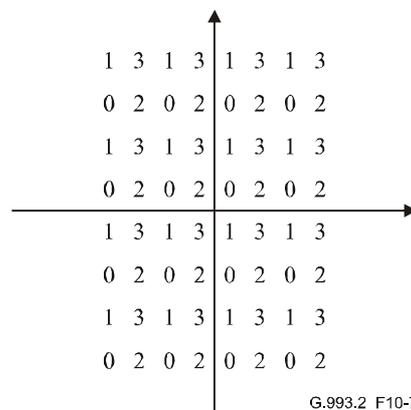


Figura 10-7/G.993.2 – Correspondencia de co-conjuntos de 2 dimensiones

Cuadro 10-2/G.993.2 – Relación entre co-conjuntos de 4 dimensiones y de 2 dimensiones

Co-conjuntos 4-D	u_3	u_2	u_1	u_0	v_1	v_0	w_1	w_0	Co-conjuntos 2-D
C_4^0	0	0	0	0	0	0	0	0	$C_2^0 \times C_2^0$
	1	0	0	0	1	1	1	1	$C_2^3 \times C_2^3$
C_4^4	0	1	0	0	0	0	1	1	$C_2^0 \times C_2^3$
	1	1	0	0	1	1	0	0	$C_2^3 \times C_2^0$
C_4^2	0	0	1	0	1	0	1	0	$C_2^2 \times C_2^2$
	1	0	1	0	0	1	0	1	$C_2^1 \times C_2^1$
C_4^6	0	1	1	0	1	0	0	1	$C_2^2 \times C_2^1$
	1	1	1	0	0	1	1	0	$C_2^1 \times C_2^2$

**Cuadro 10-2/G.993.2 – Relación entre co-conjuntos
de 4 dimensiones y de 2 dimensiones**

Co-conjuntos 4-D	u₃	u₂	u₁	u₀	v₁	v₀	w₁	w₀	Co-conjuntos 2-D
C_4^1	0	0	0	1	0	0	1	0	$C_2^0 \times C_2^2$
	1	0	0	1	1	1	0	1	$C_2^3 \times C_2^1$
C_4^5	0	1	0	1	0	0	0	1	$C_2^0 \times C_2^1$
	1	1	0	1	1	1	1	0	$C_2^3 \times C_2^2$
C_4^3	0	0	1	1	1	0	0	0	$C_2^2 \times C_2^0$
	1	0	1	1	0	1	1	1	$C_2^1 \times C_2^3$
C_4^7	0	1	1	1	1	0	1	1	$C_2^2 \times C_2^3$
	1	1	1	1	0	1	0	0	$C_2^1 \times C_2^0$

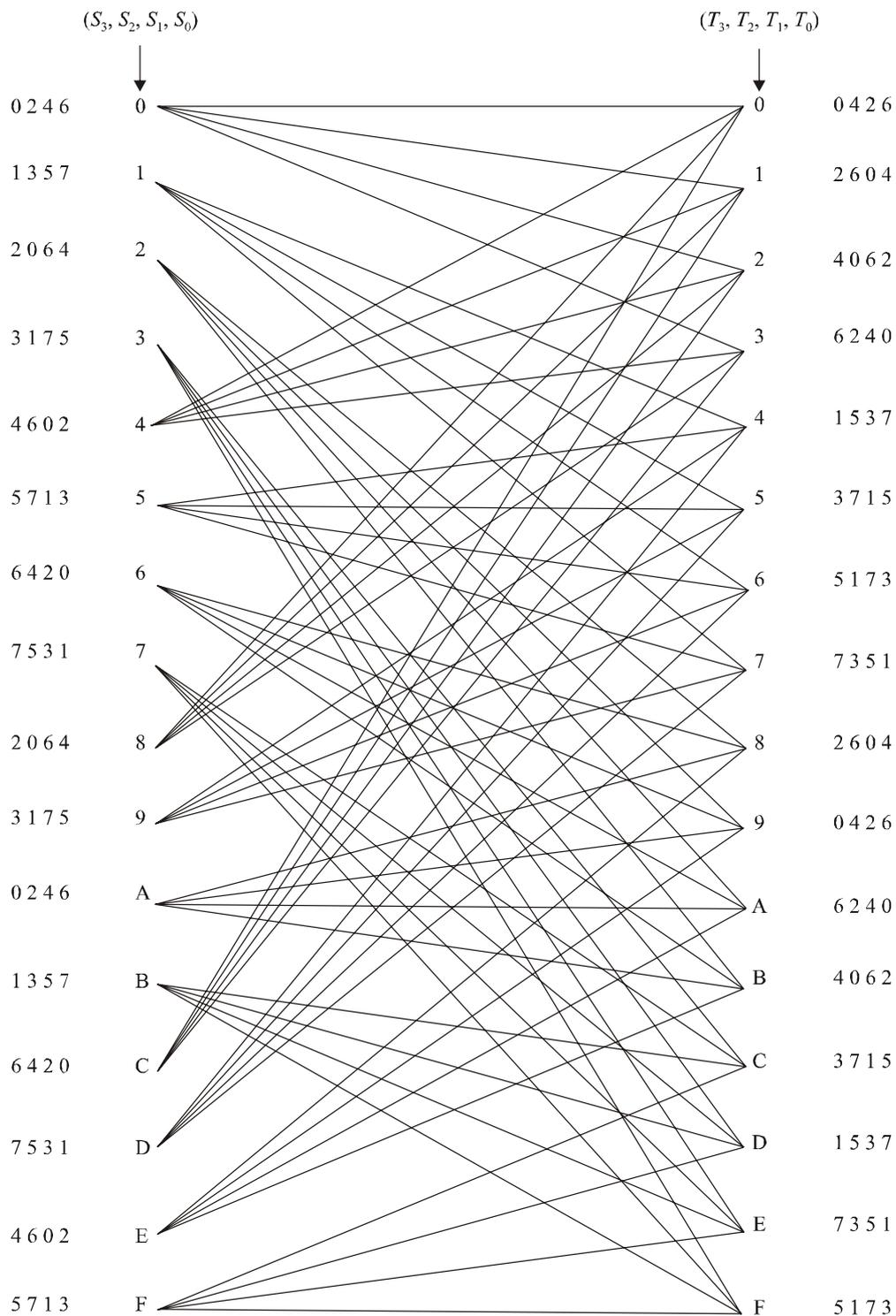


Figura 10-8/G.993.2 – Diagrama reticular

La figura 10-8 muestra el diagrama reticular basado en la máquina de estados finitos de la figura 10-6 y la correspondencia de uno a uno entre (u_2, u_1, u_0) y el co-conjunto de 4 dimensiones. En la figura 10-8, $S = (S_3, S_2, S_1, S_0)$ representa el estado actual, mientras $T = (T_3, T_2, T_1, T_0)$ representa el siguiente estado en la máquina de estados finitos. S está unido a T en el diagrama reticular mediante una rama determinada por los valores de u_2 y u_1 . La rama se etiqueta con el co-conjunto de 4 dimensiones especificado mediante los valores de u_2, u_1 (y $u_0 = S_0$, véase la figura 10-6). Para hacer el diagrama reticular más legible, los índices de las etiquetas de los co-conjuntos de 4 dimensiones se enumeran cerca de los puntos de inicio y de terminación de las

ramas, en lugar de en las propias ramas. La etiqueta situada más a la izquierda corresponde a la rama más alta para cada estado. El diagrama reticular se puede utilizar cuando se decodifica el código reticular mediante el algoritmo de Viterbi.

10.3.3 Traductor de constelaciones

El traductor de constelaciones establece correspondencias entre un conjunto de bits y un punto de constelación. La memoria intermedia de datos contiene $\sum_i b_i$ bits, que pueden o no estar codificados con el codificador reticular. Se extraerán los bits, como se define en 10.3.3.1, a partir de la memoria intermedia de datos o del generador PRBS. Los bits extraídos se harán corresponder con puntos de constelación como se define en 10.3.3.2.

10.3.3.1 Extracción de bits

Los bits se extraerán de la memoria intermedia de datos o de un generador PRBS en el orden definido por la tabla de ordenamiento de tonos.

Para cada subportadora i en el conjunto MEDLEY con $b_i > 0$ y $g_i > 0$ (escala lineal), el codificador extraerá $b = b_i$ bits de la memoria intermedia de datos. El número de bits extraídos (b_i) para cada subportadora viene determinado por la tabla de atribución de bits. El conjunto de b bits extraídos se representará como una palabra binaria ($v_{b-1} v_{b-2} \dots v_1 v_0$), en la que el primer bit extraído será v_0 , el LSB. El codificador seleccionará un punto (X, Y) de la constelación basándose en la palabra de b bits ($v_{b-1} v_{b-2} \dots v_1 v_0$).

Para cada subportadora supervisada (es decir, subportadoras en el conjunto MEDLEY con $b_i = 0$ y $g_i > 0$) y para cada subportadora utilizada como tono piloto durante el estado de transmisión (véase 12.3.5.2.2.4) no se extraerá ningún bit de la memoria intermedia de datos. En cambio, el codificador extraerá $b = 2$ bits ($v_1 v_0$) del generador PRBS, en el que el primer bit extraído será v_0 . Para la subportadora o subportadoras de tonos piloto, los bits extraídos del generador PRBS se volverán a escribir mediante el modulador con un punto de constelación fijo 4-QAM correspondiente a los bits 00 (es decir, los dos bits del generador PRBS se ignoran).

El generador PRBS vendrá definido por:

$$d_n = 1 \text{ para } n = 1 \text{ a } n = 23; \text{ y}$$
$$d_n = d_{n-18} \oplus d_{n-23} \text{ para } n > 23.$$

El generador PRBS se reinicializará al principio del estado de transmisión. Después de la reinicialización de PRBS, d_1 será el primer bit extraído, seguido por d_2, d_3 , etc. Para cada símbolo de datos, el número de bits extraídos del generador PRBS será dos veces el número de subportadoras en el conjunto MEDLEY que tengan $b_i = 0$ más dos veces el número de tonos piloto durante la transmisión. No se extraerá ningún bit del generador PRBS durante los símbolos de sincronismo.

Para una determinada subportadora i que no se encuentre en el conjunto MEDLEY ($b_i = 0$ por definición), no se extraerá ningún bit de la memoria intermedia de datos ni del generador PRBS. En cambio, el traductor de constelaciones puede seleccionar un punto a voluntad del fabricante (X, Y) (que puede cambiar de un símbolo a otro y que no necesariamente coincide con un punto de constelación).

El mecanismo de extracción de bits descrito es importante únicamente durante el estado de transmisión.

10.3.3.2 Constelaciones

Se utilizará un traductor de constelaciones algorítmico para construir constelaciones de subportadoras QAM con un número mínimo de bits igual a 1 y un número máximo de bits igual a 15.

Los puntos de constelación se indican como (X, Y) . X e Y deben ser números enteros impares $\pm 1, \pm 3, \pm 5, \text{ etc.}$ Por conveniencia de la ilustración, cada punto de constelación de las figuras 10-9 a 10-13 se indican mediante un número entero cuya representación binaria sin signo es $(v_{b-1} v_{b-2} \dots v_1 v_0)$.

10.3.3.2.1 Valores pares de b

En el caso de valores pares de b , los valores enteros X e Y del punto de constelación (X, Y) se determinarán a partir de los b bits $(v_{b-1}, v_{b-2}, \dots, v_1, v_0)$ de la siguiente manera. X e Y serán los números enteros impares con representaciones binarias con complemento dos $(v_{b-1} v_{b-3} \dots v_1 1)$ y $(v_{b-2} v_{b-4} \dots v_0 1)$, respectivamente. Los bits más significativos (MSB), v_{b-1} y v_{b-2} , serán los bits de signo de X e Y respectivamente. En la figura 10-9 se muestran constelaciones de ejemplo para $b = 2$ y $b = 4$.

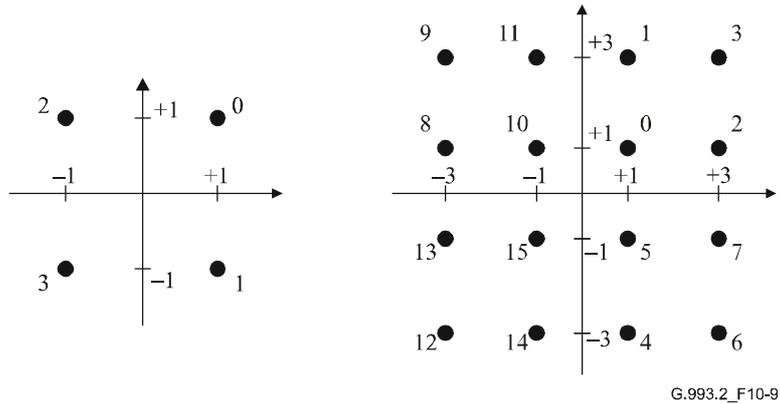


Figura 10-9/G.993.2 – Etiquetas de constelación para $b = 2$ y $b = 4$

NOTA – Todas las constelaciones de 4 bits se pueden obtener a partir de constelaciones de 2 bits sustituyendo cada etiqueta n por el bloque de etiquetas 2×2 :

$$\begin{array}{cc} 4n + 1 & 4n+3 \\ 4n & 4n+2 \end{array}$$

Se puede utilizar el mismo procedimiento para construir recurrentemente las constelaciones más grandes de bits pares. Las constelaciones con valores pares de b tienen forma cuadrada.

10.3.3.2.2 Valores impares de b

10.3.3.2.2.1 $b = 1$

La figura 10-10 muestra la constelación para el caso $b = 1$.

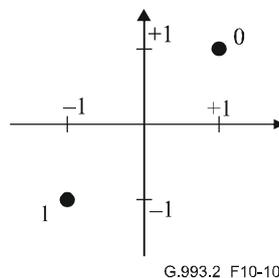


Figura 10-10/G.993.2 – Etiquetas de constelación para $b = 1$

Cuando se utiliza codificación reticular, las palabras de 2 bits generadas por el codificador reticular se harán corresponder con dos subportadoras de 1 bit utilizando la misma identificación para constelaciones de 1 bit y de 2 bits, como se ha descrito anteriormente. En la figura 10-11 se muestra un ejemplo para $v_0 = 1$ y $v_1 = 0$, en el que la constelación para la palabra de 2 bits se encuentra en el extremo derecho del diagrama.

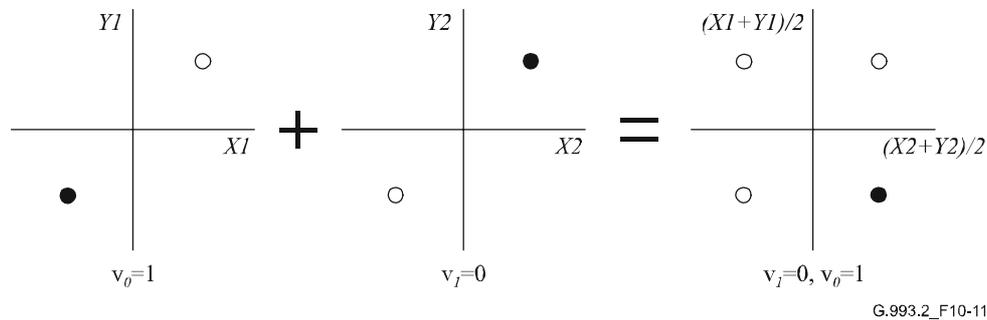


Figura 10-11/G.993.2 – Combinación de un par de constelaciones de 1 bit para construir una constelación de 2 bits

10.3.3.2.2.2 $b = 3$

La figura 10-12 muestra la constelación para el caso $b = 3$.

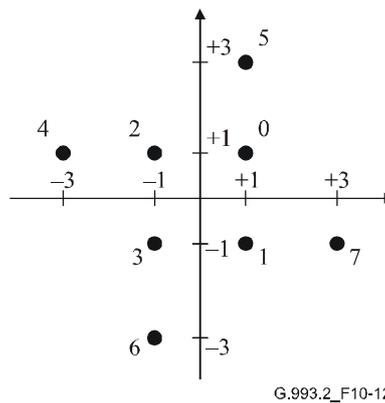


Figura 10-12/G.993.2 – Etiquetas de constelación para $b = 3$

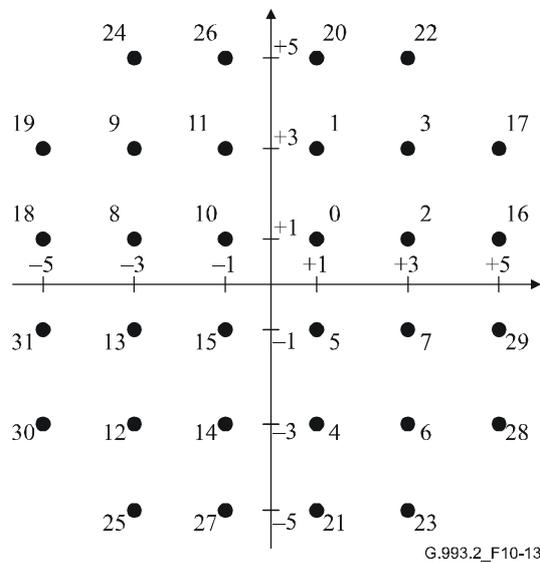
10.3.3.2.2.3 $b > 3$

Si b es impar y superior a 3, los dos MSB de X y los dos MSB de Y se determinarán mediante los cinco MSB de los b bits ($v_{b-1} v_{b-2} \dots v_1 v_0$). Si se considera $c = (b+1)/2$, entonces X e Y tendrán las representaciones binarias con complemento dos ($X_c X_{c-1} v_{b-4} v_{b-6} \dots v_3 v_1 1$) e ($Y_c Y_{c-1} v_{b-5} v_{b-7} v_{b-9} \dots v_2 v_0 1$), donde X_c e Y_c son los bits de signo de X e Y respectivamente. La relación entre X_c , X_{c-1} , Y_c , Y_{c-1} , y ($v_{b-1} v_{b-2} \dots v_{b-5}$) será la que se muestra en el cuadro 10-3.

Cuadro 10-3/G.993.2 – Determinación de los dos bits superiores de X e Y

$\nu_{b-1} \nu_{b-2} \dots \nu_{b-5}$	$X_c X_{c-1}$	$Y_c Y_{c-1}$	$\nu_{b-1} \nu_{b-2} \dots \nu_{b-5}$	$X_c X_{c-1}$	$Y_c Y_{c-1}$
0 0 0 0 0	0 0	0 0	1 0 0 0 0	0 1	0 0
0 0 0 0 1	0 0	0 0	1 0 0 0 1	0 1	0 0
0 0 0 1 0	0 0	0 0	1 0 0 1 0	1 0	0 0
0 0 0 1 1	0 0	0 0	1 0 0 1 1	1 0	0 0
0 0 1 0 0	0 0	1 1	1 0 1 0 0	0 0	0 1
0 0 1 0 1	0 0	1 1	1 0 1 0 1	0 0	1 0
0 0 1 1 0	0 0	1 1	1 0 1 1 0	0 0	0 1
0 0 1 1 1	0 0	1 1	1 0 1 1 1	0 0	1 0
0 1 0 0 0	1 1	0 0	1 1 0 0 0	1 1	0 1
0 1 0 0 1	1 1	0 0	1 1 0 0 1	1 1	1 0
0 1 0 1 0	1 1	0 0	1 1 0 1 0	1 1	0 1
0 1 0 1 1	1 1	0 0	1 1 0 1 1	1 1	1 0
0 1 1 0 0	1 1	1 1	1 1 1 0 0	0 1	1 1
0 1 1 0 1	1 1	1 1	1 1 1 0 1	0 1	1 1
0 1 1 1 0	1 1	1 1	1 1 1 1 0	1 0	1 1
0 1 1 1 1	1 1	1 1	1 1 1 1 1	1 0	1 1

La figura 10-13 muestra la constelación para el caso $b = 5$.



G.993.2_F10-13

Figura 10-13/G.993.2 – Etiquetas de constelación para $b = 5$

NOTA – La constelación de 7 bits se puede obtener de la constelación de 5 bits sustituyendo cada etiqueta n por el bloque de etiquetas 2×2 :

$$\begin{matrix} 4n + 1 & 4n+3 \\ 4n & 4n+2 \end{matrix}$$

Por consiguiente, se puede utilizar el mismo procedimiento para construir recurrentemente las constelaciones más grandes de bits impares.

10.3.4 Adaptación de los puntos de constelación

Los puntos de constelación se adaptarán para normalizar su potencia media, lograr una PSD en transmisión que dependa de la frecuencia y ecualizar el margen de SNR en todas las subportadoras en uso.

La adaptación necesaria para normalizar la potencia media depende únicamente del tamaño de la constelación. Se representa mediante $\chi(b_i)$ y se especifica en 10.3.4.1.

El adaptador de ganancia g_i se utiliza para ecualizar el margen de SNR en las subportadoras en uso y se especifica en 10.3.4.2.

El mecanismo de conformación de PSD se basa en coeficientes tss_i y se especifica en 10.3.4.3. La conformación mediante un valor tss_i se añade a cualquier conformación introducida por filtros en el dominio del tiempo (si se utilizan).

Para subportadoras en el conjunto MEDLEY, cada punto de constelación (X_i, Y_i) , correspondiente al valor complejo $X_i + jY_i$ a la salida del traductor de constelaciones, se adaptará mediante un factor de normalización de potencia $\chi(b_i)$, el adaptador de ganancia g_i y un coeficiente tss_i de conformación del espectro en el dominio de la frecuencia para obtener un número complejo Z_i , definido como:

$$Z_i = g_i \times tss_i \times \chi(b_i) \times (X_i + jY_i)$$

10.3.4.1 Normalización de potencia

Los valores (X, Y) se adaptarán de forma que todas las constelaciones, independientemente de su tamaño, tengan el mismo valor medio de potencia. La adaptación requerida, $\chi(b_i)$, sólo depende del tamaño de la constelación.

10.3.4.2 Adaptador de ganancia

La ganancia g_i se precisa para ajustes de ganancia finos dentro de una gama aproximada entre 0,1888 y 1,33 que se puede utilizar para ecualizar el margen de SNR para todas las subportadoras. Los valores g_i en dB se definirán como $20 \times \log_{10}(g_i)$, por lo que los valores de g_i 0,1888 y 1,33 en escala lineal corresponden a valores g_i de -14,5 dB y de +2,5 dB, respectivamente. Los valores de g_i para todas las subportadoras MEDLEY se asignarán durante la inicialización como se describe en 12.3.5 y se almacenarán en la tabla de bits y de ganancias especificada en 10.3.1 (valores b_i y g_i). Los valores g_i también se pueden actualizar durante el estado de transmisión mediante un procedimiento ORL descrito en la cláusula 13 y 11.2.3.3.

Los valores de g_i (en la tabla de bits y ganancias) deben cumplir los requisitos siguientes:

- Si $b_i > 0$, g_i estará en la gama [-14,5 a +2,5] (dB).
- Si $b_i > 0$, la media lineal de los valores de g_i^2 en cualquier banda será ≤ 1 (como se especifica en G.994.1 durante la fase de toma de contacto de la inicialización (véase 12.3.2).
- Si $b_i = 0$, g_i será igual a 0 (lineal) o estará en la gama [-14,5 a 0] (dB).
- Los ajustes de ganancia se fijarán de conformidad con las prioridades de servicio especificadas en 12.3.7.

Para subportadoras que no estén en el conjunto MEDLEY, véase el cuadro 10-4.

10.3.4.2.1 Potencia transmitida agregada nominal (NOMATP)

La potencia transmitida agregada nominal (NOMATP) se calculará mediante la ecuación siguiente:

$$\text{NOMATP} = 10 \log_{10} \Delta f + 10 \log_{10} \left(\sum_{i \in \text{MEDLEY set}} \left(10^{\frac{\text{MREFPSD}[i]}{10}} g_i^2 \right) \right)$$

Donde $MREFPSD[i]$ y g_i son, respectivamente, los valores de MREFPSD en dBm/Hz y la ganancia (en escala lineal) para la subportadora i del conjunto MEDLEY (véase 12.3.3.2.1.3) y Δf es la separación entre subportadoras en Hz.

La NOMATP en sentido descendente (NOMATPds) se calculará para las subportadoras del conjunto MEDLEY en sentido descendente (MEDLEYds). La NOMATP en sentido ascendente (NOMATPus) se calculará para las subportadoras del conjunto MEDLEY en sentido ascendente (MEDLEYus).

La potencia máxima transmitida agregada nominal durante la inicialización y el estado de transmisión (parámetro MAXNOMATP) la define la MIB de CO como se especifica en la Rec. UIT-T G.997.1. Los valores de MAXNOMATP en la MIB de CO para el sentido descendente (MAXNOMATPds) y para el sentido ascendente (MAXNOMATPus) no deben exceder, respectivamente, la potencia de transmisión agregada máxima en el sentido descendente y ascendente especificadas en el cuadro 6-1.

Los valores de g_i en la VTU-O y en la VTU-R serán tales que los valores de NOMATPds y NOMATPus no excedan, respectivamente, los parámetros de MIB de CO MAXNOMATPds y MAXNOMATPus. Para establecer el ajuste de ganancia adecuado en la VTU-O, se transmite la MAXNOMATPds de la VTU-O a la VTU-R durante la fase de búsqueda de canal.

10.3.4.3 Conformación del espectro en transmisión en el dominio de la frecuencia (tss_i)

Los valores tss_i se utilizan para la conformación del espectro en el dominio de la frecuencia tanto en el sentido ascendente como en el sentido descendente. Los valores tss_i los fija el fabricante y estarán

en la gama de 0 a 1 (lineal) en pasos de $\frac{1}{1024}$. Los valores tss_i se fijarán de forma que el mayor

valor tss_i en todas las subportadoras sea 1. Valores de tss_i menores proporcionan atenuación y el valor $tss_i = 0$ corresponde al valor de potencia transmitida cero en una determinada subportadora. Si no se aplica conformación del espectro en el dominio de la frecuencia, los valores tss_i serán iguales a 1 para todas las subportadoras.

Los valores tss_i en dB ($\log_{10} tss_i$) se definen como $20 \times \log_{10}(tss_i)$ y se convertirán a valores lineales de tss_i utilizando la ecuación:

$$tss_i = \frac{\text{Redondeo} \left(1024 \times 10^{\frac{\log_{10} tss_i}{20}} \right)}{1024}$$

Los valores de tss_i para un determinado sentido de transmisión los determinará la VTU transmisora, y se definirán como un conjunto de puntos críticos $\{(i_1, \log_{10} tss_{i1}) \dots, (i_n, \log_{10} tss_{in})\}$, donde i es el índice de la subportadora. El conjunto se comunicará a la VTU receptora durante la fase de búsqueda de canal en la inicialización utilizando mensajes O-PRM y R-PRM, como se describe en 12.3.3.2. Las VTU transmisora y receptora obtendrán los valores tss_i para subportadoras entre puntos críticos mediante interpolación lineal de los valores $\log_{10} tss_i$ definidos en la escala lineal de índices de subportadora. La VTU receptora asignará valores tss_i iguales a tss_{in} para $i > i_n$, e iguales a tss_{i1} para $i < i_1$.

Los valores obtenidos de tss_i sólo son importantes para subportadoras que se estén realmente transmitiendo. El receptor ignorará los valores de tss_i recibidos u obtenidos mediante interpolación para subportadoras que no se utilicen en la transmisión ($Z_i=0$, véase el cuadro 10-4).

La precisión combinada de la interpolación lineal de los valores $\log_{10} tss_i$ y de la conversión a valores lineales de tss_i será inferior a la mitad del LSB para el formato de representación de 10 bits de los valores tss_i lineales. No se deben introducir errores cuando $\log_{10} tss_i$ sea igual a 0 dB o se interpole entre valores de $\log_{10} tss_i$ que sean iguales a 0 dB.

Los transmisores de la VTU-O y de la VTU-R, respectivamente, fijarán los valores tss_i de forma que, antes del ajuste de ganancia (es decir, suponiendo $g_i = 1$), la PSD de la señal transmitida medida en la impedancia de referencia de la interfaz U desde el inicio de la fase de acondicionamiento y durante el resto de la inicialización, no se desvíe de los valores de MREFPSDds y de MREFPSDus, indicados en O-PRM y R-PRM, respectivamente, en más de 1 dB (parámetro "PSD de referencia MEDLEY", véase 12.3.3.2). Por lo tanto, el ajuste de tss_i debe tener en consideración cualquier conformación espectral adicional producida por filtros en el dominio del tiempo y filtros análogos incluidos en el trayecto de transmisión entre la salida del modulador y la interfaz U.

10.3.4.4 Resumen de la correspondencia de constelaciones de subportadoras y de la adaptación del punto de constelación

El cuadro 10-4 resume la correspondencia de constelaciones de subportadoras y la adaptación del punto de constelación para las etapas de inicialización y durante el estado de transmisión.

Cuadro 10-4/G.993.2 – Resumen de la modulación de subportadoras durante la inicialización y el estado de transmisión

Fase	Índice de subportadora (i)		Z_i
Búsqueda de canal (12.3.3)	$i \in \text{SUPPORTEDCARRIERS}$		$tss_i \times (X_i + jY_i)$
	$i \notin \text{SUPPORTEDCARRIERS}$		0
Acondicionamiento (12.3.4)	$i \in \text{MEDLEY}$		$tss_i \times (X_i + jY_i)$
	$i \notin \text{MEDLEY}$ (nota 1)		0
Análisis e intercambio de canal (12.3.5)	$i \in \text{MEDLEY}$		$tss_i \times (X_i + jY_i)$
	$i \notin \text{MEDLEY}$		0
Transmisión	$i \in \text{MEDLEY}$	$b_i > 0, g_i > 0$	$g_i \times tss_i \times \chi(b_i) \times (X_i + jY_i)$
		Subportadoras supervisadas ($b_i = 0, g_i > 0$, moduladas mediante 4-QAM)	$g_i \times tss_i \times \chi(b = 2) \times (X_i + Y_i)$
		Tonos piloto ($b_i = 0, g_i > 0$, modulados mediante 4-QAM)	$g_i \times tss_i \times \chi(b = 2) \times (X_i + Y_i)$
		Otros con $b_i = 0, g_i = 0$	0
	$i \notin \text{MEDLEY}$	$i \in \text{SUPPORTEDCARRIERS}, e$ $i \in \text{BLACKOUT}$	0
		$i \in \text{SUPPORTEDCARRIERS}, e$ $i \notin \text{BLACKOUT}$	Depende del fabricante (nota 2)
		$I \notin \text{SUPPORTEDCARRIERS}$	0
NOTA 1 – Las señales O-P-TEQ y R-P-TEQ utilizadas durante la fase de acondicionamiento incluyen subportadoras que están fuera del conjunto MEDLEY. Para más detalles véase 12.3.4.3.			
NOTA 2 – La PSD de señales que dependen del fabricante en estas subportadoras será 10 dB inferior a MREFMASK.			

10.4 Modulación

10.4.1 Subportadoras de datos

Las subportadoras se indexarán entre $i = 0$ e $i = MSI$, siendo MSI el índice de la subportadora más alta de las decargadas (es decir, el índice máximo en el conjunto MEDLEY). Los valores de MSI pueden ser diferentes para los sentidos de transmisión ascendente y descendente que se denominan MSI_{us} y MSI_{ds} , respectivamente. El índice de la subportadora más alta cargada (MSI_{us} o MSI_{ds}) estará restringido por el perfil seleccionado y por el plan de bandas como se muestra en el cuadro 6-1. En particular, MSI_{us} será igual o inferior al "índice de la subportadora más alta soportada en el enlace ascendente que tenga datos" (6.2.10) y MSI_{ds} será igual o inferior al "índice de la subportadora más alta soportada en el sentido descendente que tenga datos" (6.2.9). La transmisión tendrá lugar en NSC subportadoras, siendo $NSC_{us} \leq MSI_{us}$ y $NSC_{ds} \leq MSI_{ds}$ y la subportadora con índice $i=0$ no se utilizará. $NSC_{us} + NSC_{ds}$ será siempre inferior a 4096.

Las subportadoras que se tengan que utilizar para el transporte de datos en los sentidos ascendente y descendente (conjuntos MEDLEYus y MEDLEYds, respectivamente) se determinarán durante la inicialización, como se especifica en 12.3.3.

NOTA – Las subportadoras utilizadas para la transmisión de datos dependen de las características del canal, como la atenuación de bucle y el ruido, y de los requisitos específicos de la PSD de la señal transmitida, como la atenuación en las bandas radioeléctricas de aficionados, la reducción de la PSD en frecuencias bajas para compartir el bucle con POTS o RDSI y otros.

10.4.2 Separación entre subportadoras

La separación entre subportadoras es la separación de frecuencia Δf entre las subportadoras. Las subportadoras estarán centradas en frecuencias $f = i \times \Delta f$. El índice i de subportadora toma los valores $i = 0, 1, 2, \dots, MSI$. Los valores válidos para la separación entre subportadoras son 4,3125 kHz y 8,625 kHz, ambos con una tolerancia de ± 50 ppm.

La separación entre subportadoras depende del perfil (véase el cuadro 6-1).

10.4.3 Modulación mediante la transformada de Fourier discreta inversa (IDFT)

La IDFT se utiliza para modular la salida del codificador de símbolos en las subportadoras DMT. Convierte los valores complejos Z_i de NSC (definidos en 10.3.4) generados por el codificador de símbolos (representación en el dominio de la frecuencia) en $2N$ valores reales x_n ($n = 0, 1, \dots, 2N - 1$), que son una representación en el dominio del tiempo. La conversión se realizará con una IDFT de $2N$ puntos, siendo $N - 1 \geq MSI$, según:

$$x_n = \sum_{i=0}^{2N-1} \exp\left(j \cdot 2 \cdot \pi \cdot \frac{n \cdot i}{2 \cdot N}\right) \cdot Z_i \quad \text{para } n = 0 \text{ a } 2N - 1$$

Los valores válidos de N son $N = 2^{n+5}$, donde n puede tomar valores enteros de 0 a 7. Los valores de N utilizados para el sentido ascendente y el sentido descendente se intercambian durante la inicialización (véanse 12.3.2, 12.3.3.2.1.3, 12.3.3.2.2.3).

Para índices i de subportadora que no se encuentren en el conjunto MEDLEY y para $MSI < i < N$, los valores correspondientes de Z_i no son generados por el codificador de símbolos. Estos valores dependen del fabricante, aunque deben cumplir las limitaciones dadas en el cuadro 10-4. Z_0 será siempre igual a cero y Z_N será siempre un valor real.

Para generar valores reales de x_n , los valores Z_i de entrada con $i = 0, 1, \dots, N - 1$ y $Z_0 = 0$ se incrementarán de manera que el vector Z_i tenga una simetría de tipo Hermitiano:

$$Z_i = \text{conj}(Z_{2N-i}) \quad \text{para } i = N + 1 \text{ a } 2N - 1$$

NOTA – Valores diferentes de N dan lugar a diferentes imágenes de la señal transmitida por encima de la frecuencia de Nyquist. El conocimiento de cómo se definen los valores Z_i adicionales permite al receptor estimar mejor el canal durante la inicialización.

10.4.4 Extensión cíclica y función de ventana

El símbolo DMT transmitido se construirá a partir de las muestras x_n de IDFT utilizando las reglas siguientes.

Las últimas muestras L_{CP} de la salida x_n de IDFT se agregarán a las $2N$ muestras x_n de IDFT de salida como prefijo cíclico (CP, *cyclic prefix*). Las primeras L_{CS} muestras de x_n se añadirán al bloque de $x_n + L_{CP}$ muestras como sufijo cíclico (CS, *cyclic suffix*). Las primeras β muestras del prefijo cíclico y las últimas β muestras del sufijo cíclico se utilizarán para conformar la envolvente de la señal transmitida (función de ventana). Los valores de las muestras de la ventana las determina el fabricante. El valor máximo de β será $\min(N/16, 255)$. Las partes de la ventana (muestras β) de símbolos consecutivos estarán superpuestas y se sumarán las unas a las otras.

La figura 10-14 resume todas las operaciones que debe realizar el transmisor para construir el símbolo DMT.

La longitud de la extensión cíclica (CE) se define como $L_{CE} = L_{CP} + L_{CS} - \beta$. Los valores de L_{CP} , L_{CS} y β se fijarán para satisfacer la ecuación $L_{CE} = (L_{CP} + L_{CS} - \beta) = m \times N/32$, en la que los valores válidos de m son números enteros entre 2 y 16, ambos inclusive. Es obligatorio soportar el valor de $m = 5$. En todos los casos, se cumplirán las relaciones siguientes: $\beta < L_{CP}$ y $\beta < L_{CS}$.

NOTA – La partición entre CS y CP es responsabilidad del fabricante. El ajuste específico de CE y CP se intercambia durante la inicialización.

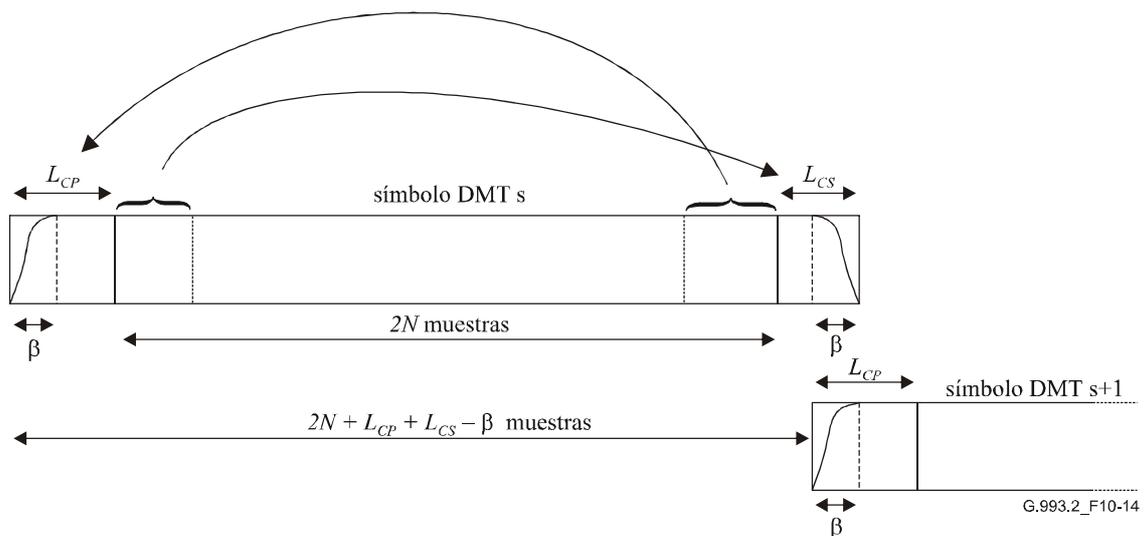


Figura 10-14/G.993.2 – Extensión cíclica, función de ventana y solape de símbolos DMT

Para un determinado valor de la longitud de CE y de la longitud de la ventana β , los símbolos DMT se transmitirán a una velocidad de símbolos igual a:

$$f_{DMT} = \frac{2N \times \Delta f}{2N + L_{CP} + L_{CS} - \beta} = \frac{2N \times \Delta f}{2N + L_{CE}}$$

Si la longitud CE corresponde a $m = 5$, se obtienen unas velocidades de símbolos de 4 ksímbolo/s para $\Delta f = 4,3125$ kHz y de 8 ksímbolo/s para $\Delta f = 8,625$ kHz, independientemente de la velocidad de muestreo utilizada.

La velocidad de símbolos de datos es igual a:

$$f_s = \frac{2N \times \Delta f}{2N + L_{CP} + L_{CS} - \beta} \times \frac{256}{257}$$

10.4.5 Sincronización

10.4.5.1 Tonos piloto

La VTU-R puede seleccionar una o más subportadoras para la recuperación de la temporización denominadas "tonos piloto". Los tonos piloto se seleccionan de forma diferente para la inicialización y para la transmisión.

Tonos piloto durante la inicialización: La VTU-R puede seleccionar tonos piloto para la inicialización indicando su selección en R-MSG 1 (véase 12.3.3.2.2.1). Los tonos piloto de inicialización se utilizan para las señales de inicialización O-P-PILOT1, O-P-PILOT2, O-PILOT3 y O-P-ECT como se especifica en 12.3.3 y 12.3.4. El número total de tonos piloto de inicialización no debe ser superior a 16.

Tonos piloto durante el estado de transmisión: La VTU-R puede seleccionar tonos piloto de transmisión indicando su selección en R-PMD (véase 12.3.5.2.2.4). La VTU-O transmitirá en las subportadoras seleccionadas el valor 00 utilizando modulación 4-QAM durante todos los símbolos de datos del estado de transmisión. La adaptación del punto de constelación para el tono o tonos piloto seguirá las mismas reglas que para los datos que transportan subportadoras descritos en 10.3.4. El número total de tonos piloto no será superior a 16. No se transmiten tonos piloto en símbolos de sincronización (véase 10.5.1).

10.4.5.2 Temporización VTU-R

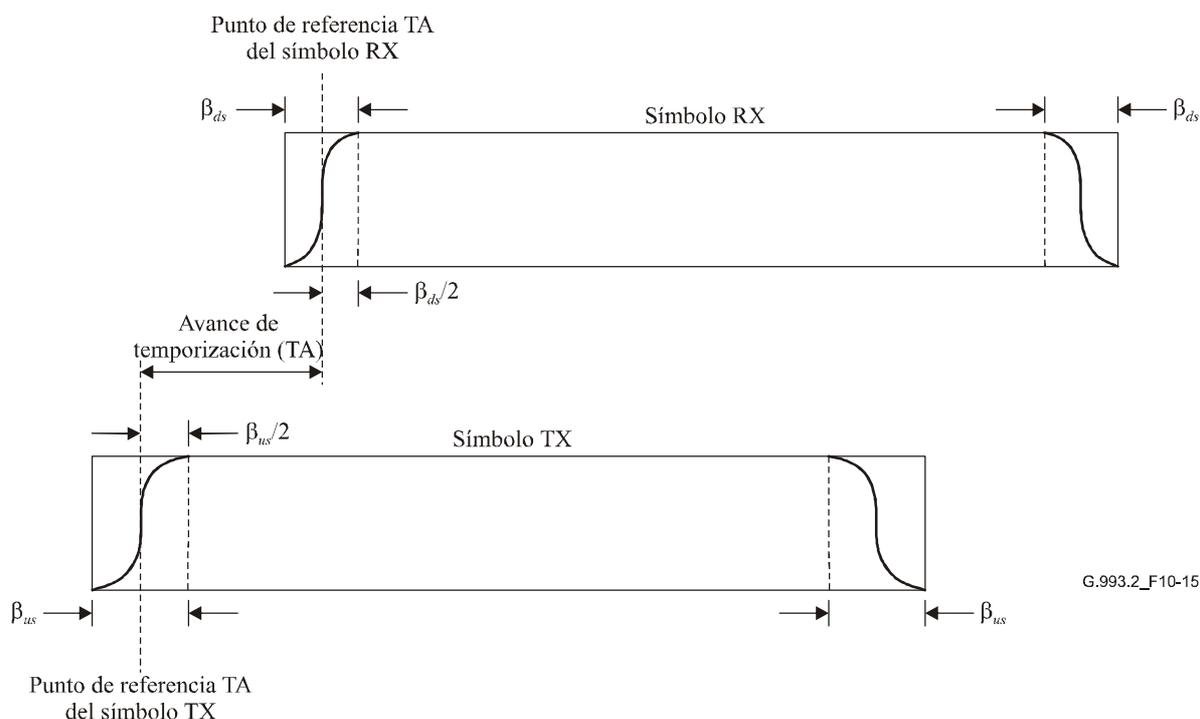
La VTU-R realizará la temporización de bucle (véase 3.29).

10.4.5.3 Avance de temporización

La VTU-R debe ser capaz de implementar una diferencia de temporización entre los símbolos DMT en transmisión y en recepción denominada avance de temporización (TA, *timing advance*). Fijará el punto de referencia TA del símbolo TX antes que el punto de referencia TA del símbolo RX con el valor de TA, véase la figura 10-15. Con el fin de implementar TA, el punto de referencia TA del símbolo TX está $(\beta_{us}/2)$ muestras después de la primera muestra del prefijo cíclico. De forma similar, para implementar TA, el punto de referencia TA del símbolo RX está $(\beta_{ds}/2)$ muestras después de la primera muestra estimada del prefijo cíclico. La estimación de la primera muestra del símbolo recibido depende del fabricante y puede depender de las condiciones del bucle. No obstante, la VTU-R hará todo lo posible para cumplir el TA en la interfaz U. El TA se calculará y fijará durante la inicialización, como se especifica en 12.3.3 y 12.3.4.

Cuando el valor de TA es exactamente igual al retardo de propagación entre la VTU-O y la VTU-R, éstas tendrán que iniciar simultáneamente la transmisión de los símbolos DMT en sentidos opuestos (es decir, los símbolos DMT en los sentidos de transmisión descendente y ascendente se inician en el mismo instante absoluto). El resultado es la ortogonalidad entre los símbolos DMT transmitidos y recibidos cuando se utiliza el valor mínimo de la longitud de CE.

NOTA – Para obtener la ortogonalidad deseada entre las señales en transmisión y en recepción con un valor mínimo de la longitud CE, el valor de TA debería aplicarse en la interfaz U.



G.993.2_F10-15

Figura 10-15/G.993.2 – Ilustración del TA (VTU-R)

10.4.5.4 Modo síncrono

El soporte del modo síncrono es opcional. En el modo síncrono, la diafonía en el extremo cercano fuera de banda (NEXT) generada por los sistemas VDSL2 que funcionan en el modo síncrono será casi ortogonal a las señales VDSL2 recibidas por otros módems que funcionen en el modo síncrono. Por lo tanto, la NEXT no degradará de forma importante la SNR en otras líneas en el modo síncrono.

En el modo síncrono, todas las VTU-O utilizarán la misma separación entre portadoras y la misma velocidad de símbolos e iniciarán la transmisión de símbolos DMT al mismo tiempo en todas las líneas en el grupo sincronizado. Los relojes de símbolos en transmisión deberán ser síncronos en fase en todas las VTU-O con una tolerancia máxima del error de fase de 1 μ s.

En el modo síncrono, todas las VTU utilizarán el mismo valor de longitud CE (véase 10.4.4). La longitud CE utilizada para todas las líneas en el grupo sincronizado debería tener valores adecuados para la línea del grupo que tenga el mayor retardo de propagación.

10.5 Codificador de símbolos para el símbolo de sincronización

10.5.1 Traductor de constelación para el símbolo de sincronización

Cada subportadora MEDLEY del símbolo de sincronización en ambos sentidos de transmisión (MEDLEY_{us} o MEDLEY_{ds}, véanse 12.3.3.2.1.3 y 12.3.3.2.2.3) se modulará mediante 2 bits a partir de la trama de sincronización (que serán 00 u 11 para todas las subportadoras MEDLEY) utilizando la constelación 4-QAM definida en 10.3.3.2.1. Los puntos de constelación en estas subportadoras se rotarán posteriormente basándose en el número de 2 bits proporcionado por el aleatorizador de cuadrante descrito en 12.3.6.2. El aleatorizador se utilizará en el modo reinicialización (véase 12.3.6.2.1).

Los tonos piloto (como se especifica en 10.4.5.1) no se transmiten en símbolos de sincronización.

NOTA – Los primeros cinco símbolos y los últimos cinco símbolos de las señales de inicialización O-P-SYNCHRO y R-P-SYNCHRO son idénticos a un símbolo de sincronización que modula una trama de sincronización formada por UNOS. Los cinco símbolos intermedios de O-P-SYNCHRO y R-P-SYNCHRO son idénticos a un símbolo de sincronización que modula una trama de sincronización formada por CEROS.

Se utilizará una inversión de los bits en la trama de sincronización (es decir, de todo UNOS a todo CEROS y viceversa) para indicar la temporización de reconfiguración en línea durante el estado de transmisión, como se describe en 10.5.3.

Para las subportadoras del conjunto SUPPORTEDCARRIERS que no se encuentren en el conjunto MEDLEY ni en el conjunto BLACKOUT el traductor de constelaciones puede seleccionar un punto (X, Y) , a elección del fabricante, que también puede cambiar de un símbolo de sincronización a otro (véase el cuadro 10-4).

10.5.2 Adaptación del punto de constelación para el símbolo de sincronización

Los valores $\chi(b_i)$, g_i y tss_i se aplicarán al símbolo de sincronización de la misma forma que se aplicaron a símbolos de datos en el estado de transmisión (véase 10.3.4).

10.5.3 Reconfiguración en línea

El transmisor inserta un símbolo de sincronización cada 257 símbolos como se define en 10.2. Por lo tanto, se transmitirá un símbolo de sincronización cada 256 símbolos de datos.

Para indicar la temporización de reconfiguración en línea (véase 13.3) la VTU que responde enviará una bandera de sincronización Syncflag (véase 3.60).

Después de la transmisión de una Syncflag, la trama de sincronización modulada en símbolos sync subsiguientes se mantendrá inalterada (es decir, todo UNOS o todo CEROS) hasta que sea preciso indicar la temporización para la siguiente reconfiguración en línea.

Al principio del estado de transmisión, el primer símbolo de sincronización transmitido se modulará mediante una trama de sincronización formada solo por unos.

10.6 Codificador de símbolos para la inicialización

La codificación de los símbolos DMT transmitidos durante las diferentes fases de inicialización se especifica en 12.3.3.3, 12.3.4.3 y 12.3.5.3. Los valores de X e Y de los puntos de constelación 4-QAM durante la inicialización serán como se muestra en el diagrama de constelación de la figura 10-9. Estos valores se adaptarán de forma que a la salida del traductor de constelación la constelación represente la energía rms de una subportadora transmitida con el nivel de PSD correspondiente. Los niveles de PSD pertinentes se especifican en 12.3.3.3, 12.3.4.3 y 12.3.5.3.

11 Operación y mantenimiento (OAM)

11.1 Modelo funcional OAM

En la figura 11-1 se muestra el modelo de referencia OAM de un enlace VDSL2 que contiene entidades OAM destinadas a gestionar las siguientes entidades de transmisión:

- *entidad de línea VDSL2*: Vehículo de transporte físico proporcionado por las subcapas de transmisión PMD y PMS-TC;
- *entidad de trayecto VDSL2*: Trayecto de protocolo de transporte, que incluye la subcapa TPS-TC; y
- *entidad de sistema VDSL2*: Trayecto de aplicación que incluye todas las capas pertinentes superiores a TPS-TC.

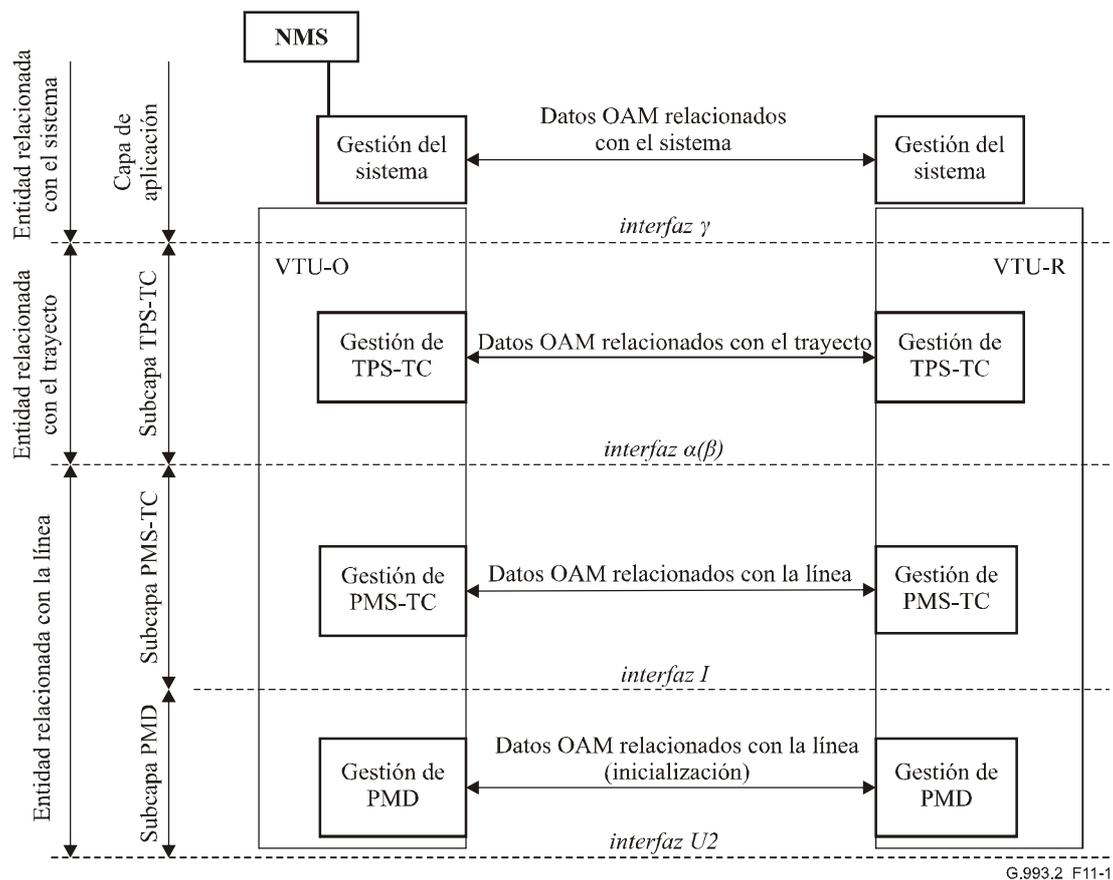


Figura 11-1/G.993.2 – Modelo de referencia OAM

Las entidades OAM emparejadas en la VTU-O y en la VTU-R intercambian datos de gestión a través de canales de comunicación especializados en OAM, distribuidos en las entidades de transmisión mencionadas. El NMS, ubicado en la VTU-O, controla las entidades OAM en ambas VTU y recopila los datos de gestión de todas las entidades OAM. Los flujos OAM a través de los canales de comunicación transportan primitivas y parámetros relacionados con el trayecto y con la línea, montajes de configuración e instrucciones de mantenimiento y acuses de recibo.

En la figura 11-2 se presenta el modelo funcional de la operación y comunicación OAM a través del enlace VDSL2. El adaptador de interfaz OAM externo (EIA, *external OAM interface adapter*) proporciona la interfaz al NMS (interfaz Q) y la interfaz con la MIB. La MIB contiene toda la información de gestión relativa al enlace VDSL2. Puede estar implementada para servir como una línea VDSL2 individual o para que se comparta entre diversas líneas.

La VME recopila y entrega todos los datos OAM a todas las entidades de transmisión VTU, proporcionando así todas las funciones OAM internas para el módem. También soporta todas las funciones de gestión interactivas entre la VTU-O y la VTU-R utilizando dos canales de comunicación especializados en OAM:

- canal de bits indicadores (IB);
- canal de operaciones insertadas (eoc, *embedded operations channel*).

La VME realiza la interfaz con el EIA, intercambiando de esta forma datos de gestión con la MIB. La funcionalidad de la VME se especifica en 11.2.1. Las funciones EIA relativas a la operación con las interfaces externas (interfaz Ext_OAM_R, interfaz Q) con la MIB y con la interfaz entre la VME y el EIA están fuera del ámbito de esta Recomendación.

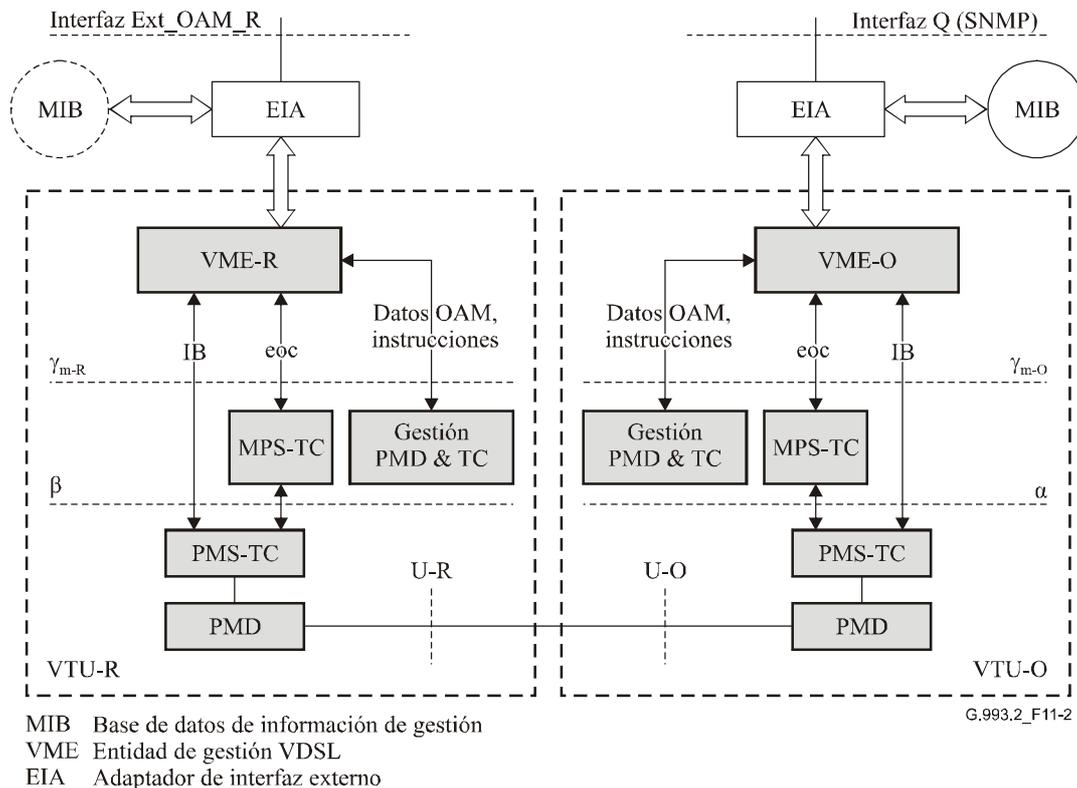


Figura 11-2/G.993.2 – Modelo funcional OAM del enlace VDSL2

Para comunicar datos de gestión, la VME utiliza mensajes eoc (especificados en 11.2.3) e IB (especificados en 11.2.4). Los mensajes eoc y los IB forman un conjunto completo de datos de gestión intercambiados entre la VTU-O y la VTU-R, que incluyen los datos de gestión provenientes de todas las subcapas de transmisión de datos de la VTU y los datos de gestión provenientes del EIA, incluidos los mensajes enviados a la VTU-R. Estos últimos figuran en la Rec. UIT-T G.997.1 [4] y en 11.2.3 como un "eoc libre". La interfaz entre la VME y la subcapa TC para ambos canales de comunicación OAM son funcionales y están definidas en 8.2.2 (MPS-TC) y en 9.5.2.2 (IB). El protocolo de comunicación eoc se define en 11.2.2.

La VME envía mensajes eoc a través de la interfaz γ_m a la TPS-TC de gestión (MPS-TC) definida en 8.2.2. La MPS-TC encapsula mensajes eoc en tramas HDLC para transferirlas a través del enlace VDSL2 utilizando el canal de tara PMS-TC (el campo MSG de la trama OH especificada en 9.5.2.2). En el extremo de recepción, la MPS-TC extrae los mensajes eoc recibidos de las tramas HDLC y los entrega a las VME a través de la interfaz γ_m .

Para el transporte de IB no se necesita TPS-TC; los IB se hacen corresponder directamente con el campo IB de la trama OH como se especifica en 9.5.2.2.

11.1.1 Canales de comunicación OAM

11.1.1.1 Canal IB

El canal IB se comparte para comunicaciones entre las entidades OAM emparejadas de PMD, PMS-TC y TPS-TC. Su objetivo es transferir primitivas dependientes del tiempo (aquellas que requieren una actuación inmediata) desde el extremo distante. El canal IB opera en modo unidireccional, es decir, los sentidos ascendente y descendente del canal IB funcionan de forma independiente, y no existen acuses de recibo ni retransmisiones en el protocolo. Los IB se especifican en 11.2.4.

11.1.1.2 eoc

El eoc se comparte para las comunicaciones entre las entidades OAM emparejadas de PMD, PMS-TC, TPS-TC y VME (datos OAM relacionados con el sistema, tales como primitivas relacionadas con la potencia). El eoc se destina fundamentalmente a intercambiar datos de gestión que no sean críticos en el tiempo. Se utiliza para transportar mensajes de eoc libre y elementos MIB especificados en la Rec. UIT-T G.997.1 [4], para fijar y buscar parámetros y para invocar procedimientos de gestión en la VTU de extremo distante. El eoc proporciona el intercambio de PMD, PMS-TC, TPS-TC y primitivas relativas al sistema, parámetros de calidad de funcionamiento, parámetros de prueba, parámetros de configuración e instrucciones de mantenimiento. El protocolo de comunicación eoc se especifica en 11.2.2.

11.2 Entidad de gestión VDSL2 (VME)

11.2.1 Funcionalidad de la VME

La VME proporciona todas las funciones de gestión necesarias especificadas en la Rec. UIT-T G.997.1 [4] para comunicar con la MIB y con el NMS a través del EIA. También debe gestionar los canales de comunicación OAM y soportar todas las funciones de gestión internas de la VTU, incluidas:

- la supervisión de la calidad de funcionamiento;
- la gestión de la calidad de funcionamiento;
- la gestión de configuración; y
- la gestión de averías.

La VME debe proporcionar toda la funcionalidad para transferir los datos de gestión entre la VTU-O y la VTU-R. En particular, la VME debe:

- originar mensajes eoc e IB para comunicar datos de gestión;
- asignar niveles de prioridad para los mensajes eoc para compartir el canal de mensajes de tara; y
- mantener el protocolo de intercambio de mensajes eoc (reenviar mensajes, abandonar ciertas tareas, etc.).

11.2.2 Protocolo de transmisión del eoc

La VTU solicita comunicación de eoc con la VTU en el otro extremo del enlace enviando un mensaje de instrucción eoc. La VTU que responde, actuando como servidora, acusará recibo de una instrucción que haya recibido correctamente enviando una respuesta. Además, realizará la función de gestión solicitada. Ambas VTU serán capaces de enviar instrucciones eoc y de responder a instrucciones eoc recibidas. Se utilizará el mismo formato de protocolo eoc en ambos sentidos de transmisión. Para enviar instrucciones y respuestas por la línea, la VME origina mensajes eoc. Cada mensaje eoc es una instrucción, un segmento de instrucción, una respuesta o un segmento de respuesta. La VME envía cada mensaje eoc a la MPS-TC.

La MPS-TC encapsula todos los mensajes entrantes en formato HDLC, como se especifica en 8.2.3. La longitud de cualquier mensaje eoc debe ser inferior o igual a 1024 octetos, como se describe en 11.2.3.1.

Cada instrucción y la respuesta correspondiente están asociadas con un nivel de prioridad especificado en 11.2.3.1. Para mantener las prioridades de las instrucciones eoc cuando se envían por el enlace, la VME enviará mensajes a la MPS-TC a través de la interfaz γ_m de conformidad con los niveles de prioridad de las instrucciones (respuestas) transportadas por esos mensajes, como se especifica en el cuadro 11-1.

Cuadro 11-1/G.993.2 – Niveles de prioridad de los mensajes eoc

Nivel de prioridad	Valor del periodo de temporización asociado	Instrucción (respuesta) eoc
Alto	400 ms	Cuadro 11-2
Normal	800 ms	Cuadro 11-3
Bajo	1 s	Cuadro 11-4

La VME enviará la instrucción eoc sólo una vez y esperará una respuesta. Sólo una instrucción de cada nivel de prioridad podrá estar esperando una respuesta en cada instante. Al recibir una respuesta, se puede enviar una nueva instrucción con el mismo nivel de prioridad. Si la instrucción está segmentada, se enviarán todos los segmentos de la instrucción y se recibirán todas las respuestas antes de enviar la siguiente instrucción.

De la misma forma, la VME enviará el mensaje que transporta una instrucción o un segmento de instrucción sólo una vez y esperará a un mensaje de respuesta. Al recibir el mensaje de respuesta, se podrá enviar un nuevo mensaje. Si no se recibe la respuesta a un determinado mensaje dentro del período de tiempo especificado (véase el cuadro 11-1) o si se recibe de forma incorrecta, se produce una interrupción de temporización. Tras una interrupción de temporización la VME puede volver a enviar el mensaje o abandonarlo.

De todos los mensajes disponibles para su envío en cualquier instante, la VME siempre enviará en primer lugar el mensaje con mayor prioridad. Si está disponible para el envío un mensaje con una prioridad superior a la del que se está transmitiendo, la VME puede abortar el envío del mensaje de menor prioridad (fijando la señal *Tx_Stop* como se especifica en 8.2.4.1). La VME reenviará el mensaje abortado cuando lo permita la regla de prioridad (es decir, cuando su nivel de prioridad sea el más elevado entre todos los mensajes a enviar).

Mensajes con diferentes prioridades tienen duraciones de temporización diferentes, como se muestra en el cuadro 11-1. Las temporizaciones se calcularán a partir del instante en el que la MPS-TC envía el último octeto del mensaje hasta el instante en el que la VME recibe el primer octeto del mensaje de respuesta. En consecuencia, el temporizador de temporización se iniciará mediante la señal *Sent*. Si la VME detecta una señal *Rx_RF* y una señal correspondiente *Rx_PrF* durante el plazo correspondiente de temporización especificado en el cuadro 11-1, fijará una indicación de tiempo para el instante previo de llegada del mensaje de respuesta esperado y, entonces, esperará la señal *Rx_Enbl*; en otro caso, la VME aplazará la respuesta esperada.

Si la VME detecta la señal *Rx_Enbl* menos de 300 ms después de que se hayan fijado las señales *Rx_RF* y *Rx_PrF*, el mensaje de respuesta se considera recibido; en otro caso, la VME considerará las señales recibidas *Rx_RF* y *Rx_PrF* como falsas, suprimirá la indicación de tiempo y esperará a las siguientes señales *Rx_RF* y *Rx_PrF* durante el resto del periodo de temporización especificado en el cuadro 11-1.

El receptor utiliza el valor asignado especificado en 11.2.3.2 para determinar el tipo y la prioridad de la instrucción (respuesta) eoc recibida.

11.2.3 Instrucciones y respuestas del eoc

11.2.3.1 Visión general

El primer octeto de una instrucción (respuesta) especifica el tipo de instrucción (respuesta). El segundo octeto especifica el nombre de la instrucción (respuesta) para el tipo especificado. Otros octetos transportan los datos de gestión asociados con la instrucción (respuesta).

Los valores de los datos a enviar se harán corresponder de forma que el LSB de los datos se corresponda con el LSB del octeto correspondiente de la instrucción (respuesta). Los valores de datos que contengan más de un octeto se harán corresponder con octetos de orden superior que

preceden a octetos de orden inferior. Se hará corresponder un vector de valores de datos ordenados según su índice, del valor más bajo al más alto.

Si una determinada instrucción (respuesta) tiene más de 1024 octetos, la VME la troceará en segmentos como se especifica en 11.2.3.3 de forma que la longitud de los mensajes enviados sea inferior a P octetos. La longitud P máxima del mensaje se basará en la velocidad de datos de tara del mensaje asignado en el sentido de transmisión correspondiente utilizando la ecuación siguiente:

$$P \leq \min(1024, 33 \times msg_p) \text{ octetos}$$

donde:

$$msg_p = \text{velocidad de datos de tara de mensaje para el trayecto de latencia } p \text{ en kbit/s (especificado en 9.5.4)}$$

NOTA – Con el valor definido de P , el tiempo de transmisión de cualquier mensaje eoc no superará los 270 ms (incluido el 3% de pérdidas debido a la tara y relleno de HDLC). Así se garantiza que en todos los casos normales la VME no se vea obligada a detener el envío de un mensaje de baja prioridad para cumplir los requisitos de temporización presentados en el cuadro 11-1. La VME debería evitar instrucciones y respuestas largas.

11.2.3.2 Tipos de instrucciones y de respuestas

Salvo para el parámetro de control de lectura, que queda en estudio, la VTU soportará todos los tipos de instrucciones y de respuestas de eoc especificados en el cuadro 11-2 (instrucciones de prioridad alta), en el cuadro 11-3 (instrucciones de prioridad normal) y en el cuadro 11-4 (instrucciones de prioridad baja) y las instrucciones y respuestas asociadas especificadas en las subcláusulas 11.2.3.3 a 11.2.3.11, ambas inclusive.

Cuadro 11-2/G.993.2 – Instrucciones y respuestas de prioridad alta

Tipo de instrucción y valor asignado	Dirección de la instrucción	Contenido de la instrucción	Contenido de la respuesta
Reconfiguración en línea (OLR) 0000 0001 ₂	Del receptor de cualquier VTU al transmisor de la otra VTU	Todos los valores de los parámetros de control PMD y PMS-TC necesarios para la nueva configuración	Incluye una señal de línea que indica el instante de la reconfiguración (Syncflag), o un acuse de recibo intermedio OLR (para una instrucción segmentada), o una instrucción OLR para aplazar o rechazar la reconfiguración propuesta

Cuadro 11-3/G.993.2 – Instrucciones y respuestas de prioridad normal

Tipo de instrucción y valor asignado	Dirección de la instrucción	Contenido de la instrucción	Contenido de la respuesta
Diagnóstico 0100 0001 ₂	De la VTU-O a la VTU-R	Solicita realizar una autopruueba o actualizar los parámetros de prueba, o iniciar y detener la transmisión de CRC corruptas, o iniciar y detener la recepción de CRC corruptas	Acuse de recibo
	De la VTU-R a la VTU-O	Solicita la actualización de los parámetros de prueba	Acuse de recibo
Tiempo 0100 0010 ₂	De la VTU-O a la VTU-R	Fija o lee el tiempo	Acuse de recibo de la instrucción fijación de tiempo o una respuesta que incluya el valor del tiempo
Inventario 0100 0011 ₂	De cualquier VTU a la otra VTU	Petición de identificación, petición de información de inventario auxiliar y petición de resultados de autopruueba	Incluye la información de inventario auxiliar del ID del equipo de la VTU y los resultados de autopruueba
Lectura de contadores de gestión 0000 0101 ₂	De cualquier VTU a la otra VTU	Petición de lectura de los contadores	Incluye todos los valores de los contadores
eoc libre 0000 1000 ₂	De cualquier VTU a la otra VTU	Instrucción de eoc libre como se define en la Rec. UIT-T G.997.1 [4]	Acuse de recibo
Gestión de potencia 0000 0111 ₂	De cualquier VTU a la otra VTU	Nuevo estado de potencia propuesto	Un acuse de recibo para rechazar o garantizar el nuevo estado de potencia
Instalación no normalizada (NSF) 0011 1111 ₂	De cualquier VTU a la otra VTU	Campo identificación no normalizada seguido por el contenido propio del fabricante	Un acuse de recibo o un acuse de recibo negativo indicando que el campo identificación no normalizada no se reconoce
Lectura de parámetros de control 0000 0100 ₂	De cualquier VTU a la otra VTU	En estudio	En estudio

Cuadro 11-4/G.993.2 – Instrucciones y respuestas de prioridad baja

Tipo de instrucción y valor asignado	Dirección de la instrucción	Contenido de la instrucción	Contenido de la respuesta
Lectura de parámetros de prueba PMD 1000 0001 ₂	De cualquier VTU a la otra VTU	Identificación de los parámetros de prueba para una única lectura o para lecturas múltiples o para lectura en bloque	Incluye los valores de los parámetros de prueba solicitados o un acuse de recibo reconocido
Instalación no normalizada (NSF) de prioridad baja 1011 1111 ₂	De cualquier VTU a la otra VTU	Campo identificación no normalizada seguido por el contenido propio del fabricante	Un acuse de recibo o un acuse de recibo negativo que indica que no se ha reconocido el campo identificación no normalizada

11.2.3.3 Instrucciones y respuestas de reconfiguración en línea (OLR)

La VTU debe ser capaz de enviar y recibir las instrucciones y respuestas OLR enumeradas en los cuadros 11-5 y 11-6, respectivamente, para los tipos soportados de OLR (véase 13.1). Cualquier instrucción OLR especificada en el cuadro 11-5 puede ser iniciada por cualquier VTU. La VTU que responde puede rechazar la petición del iniciador utilizando las respuestas enumeradas en el cuadro 11-6 con los códigos de motivo enumerados en el cuadro 11-7, o acusar recibo positivo de la petición del iniciador transmitiendo un marcador de tiempo para la reconfiguración. El marcador de tiempo se comunicará mediante la transmisión de una bandera Syncflag (véase 10.5.3). Consecuentemente, las VTU pueden solicitar cambios; teniendo que seguir cada transacción el procedimiento descrito en esta subcláusula.

El primer octeto de todas las instrucciones y respuestas OLR tendrá el valor asignado para el tipo de instrucción OLR, como se muestra en el cuadro 11-2. Los restantes octetos serán como se muestra en el cuadro 11-5 (para instrucciones) y en los cuadros 11-6 y 11-7 (para respuestas). Los octetos de las instrucciones y respuestas OLR se enviarán a través del enlace como se describe en 11.2.3.1.

Cuadro 11-5/G.993.2 – Instrucciones OLR enviadas por la VTU iniciadora

Nombre	Longitud (octetos)	Número de octeto	Contenido
Petición de tipo 1	$5 + 4 \times N_f$ ($N_f \leq 128$)	2	04 ₁₆ (nota)
		3 a 4	2 octetos para el número de subportadoras N_f a modificar
		5 a $4 + 4 \times N_f$	$4 \times N_f$ octetos que describen el campo parámetro de subportadora para cada subportadora
		$5 + 4 \times N_f$	1 octeto para SC
Petición de tipo 2	En estudio	2	05 ₁₆ (nota)
		Todos los demás	Reservado por el UIT-T
Petición de tipo 3	En estudio	2	06 ₁₆ (nota)
		Todos los demás	Reservado por el UIT-T
NOTA – Los restantes valores para el octeto número 2 están reservados por el UIT-T.			

Cuadro 11-6/G.993.2 – Instrucciones OLR enviadas por la VTU que responde

Nombre	Longitud (octetos)	Número de octeto	Contenido
Aplazamiento de la petición de tipo 1	3	2	81 ₁₆ (nota)
		3	1 octeto para el código de motivo (cuadro 11-7)
Rechazo de la petición de tipo 2	3	2	82 ₁₆ (nota)
		3	1 octeto para el código de motivo (cuadro 11-7)
Rechazo de la petición de tipo 3	3	2	83 ₁₆ (nota)
		3	1 octeto para el código de motivo (cuadro 11-7)
IACK	3	2	8B ₁₆ (nota)
		3	1 octeto para SC

NOTA – Los restantes valores para el octeto número 2 están reservados por el UIT-T.

Cuadro 11-7/G.993.2 – Códigos de motivo para las respuestas OLR

Motivo	Valor de octeto	Se aplica al aplazamiento de tipo 1	Se aplica al rechazo de tipo 2	Se aplica al rechazo de tipo 3
Ocupado	01 ₁₆	X	X	X
Parámetros no válidos	02 ₁₆	X	X	X

La lista de parámetros para cualquier instrucción del cuadro 11-5 se seleccionará de forma que la longitud del mensaje del eoc en octetos (antes de la encapsulación HDLC) no exceda la longitud P máxima especificada en 11.2.3.1. Si se tienen que reconfigurar simultáneamente más parámetros, el iniciador dividirá en segmentos la instrucción de petición para cumplir con el tamaño máximo del mensaje. El número de segmentos no será superior a 64. La transmisión multisegmento está soportada por el octeto de código de segmento (SC, *segment code*) en la instrucción de petición y por el octeto de acuse de recibo intermedio (IACK, *intermediate acknowledge*) en la respuesta. La VTU que responde enviará una respuesta IACK después de recibir cada segmento intermedio. Una vez recibidos todos los segmentos, la VTU que responde enviará la respuesta de aplazar o rechazar con un código de motivo, si la respuesta no se puede procesar, o enviará un marcador de tiempo (Syncflag, véase 10.5.3) para implementar la petición. La VTU solicitante no enviará el segmento siguiente hasta que reciba el IACK para el segmento vigente. Si una IACK no recibe un segmento intermedio antes del tiempo establecido, la VTU solicitante puede volver a enviarlo o abandonar la petición. La VTU que responde considerará la instrucción OLR como abandonada si no se reciben más segmentos válidos en el intervalo de un segundo después del último segmento.

Los dos MSB del SC se fijarán a 00₂ para los segmentos intermedios y a 11₂ para el último segmento. Los seis LSB incluirán el número de serie del segmento empezando a partir de 000000₂. El octeto SC de un IACK será el mismo que el octeto SC del segmento recibido.

Cada campo parámetro de subportadora debe contener 4 octetos con el formato [0000 iiii iiii iiii gggg gggg gggg bbbb] para transportar los valores g_i (12 bits) y b_i (4 bits) del índice de subportadora i (12 bits). El índice de subportadora i se codificará en los 4 LSB del primer octeto y en todo el segundo octeto del campo de subportadora. Los LSB del índice de subportadora i estarán contenidos en el segundo octeto. Los valores g_i estarán contenidos en el tercer octeto y en el cuarto LSB del cuarto octeto. Los LSB de g_i estarán contenidos en el cuarto octeto. Los b_i estarán contenidos en los cuatro LSB del cuarto octeto.

Una vez enviada una instrucción OLR, el iniciador esperará una respuesta. La respuesta OLR puede ser de aplazar o de rechazar la reconfiguración, o puede ser una bandera Syncflag que indique que la reconfiguración tiene que producirse. Si el iniciador recibe una respuesta OLR para aplazar o

rechazar el cambio, abandonará la última instrucción OLR solicitada. Se podrá iniciar inmediatamente una nueva instrucción que incluya la instrucción abandonada, rechazada o aplazada anteriormente.

NOTA – En el caso del código de motivo 02₁₆, no se considera útil la repetición de la petición OLR.

Cuando reciba una instrucción OLR, el que responde enviará una respuesta OLR para aplazar o rechazar la reconfiguración o una bandera Syncflag que indique cuándo se debe efectuar la reconfiguración. Tras enviar la Syncflag, el que responde reconfigurará las funciones PMD, PMS-TC y TPS-TC afectadas empezando a partir del décimo símbolo en la supertrama DMT siguiente como se describe en 13.3. El que responde puede aplazar o rechazar la petición OLR; en cuyo caso, debe aportar un código de motivo de los especificados en el cuadro 11-7.

Al recibir una bandera Syncflag, el iniciador debe reconfigurar las funciones PMD o PMS-TC afectadas a partir del décimo símbolo DMT en la siguiente supertrama DMT como se describe en 13.3.

11.2.3.4 Instrucciones y respuestas de diagnóstico

Las instrucciones de diagnóstico se utilizarán para controlar las capacidades de diagnóstico de la VTU definidas en esta subcláusula. Las instrucciones de diagnóstico que se muestran en el cuadro 11-8 solo las puede iniciar la VTU-O. Las instrucciones de diagnóstico que se muestran en el cuadro 11-9 sólo las puede iniciar la VTU-R. Las respuestas se muestran en el cuadro 11-10. Todas las instrucciones y respuestas de diagnóstico estarán constituidas por 2 ó 3 octetos. El primer octeto será el valor asignado para el tipo de instrucción de diagnóstico, como se muestra en el cuadro 11-3. El segundo octeto y los siguientes serán como se muestra en los cuadros 11-8 y 11-9 para instrucciones y en el cuadro 11-10 para respuestas. Los octetos se enviarán utilizando el formato descrito en 11.2.3.1.

Cuadro 11-8/G.993.2 – Instrucciones de diagnóstico enviadas por la VTU-O

Nombre	Longitud (octetos)	Número de octeto	Contenido
Ejecución de autoprueba	2	2	01 ₁₆ (nota)
Actualización de los parámetros de prueba	2	2	02 ₁₆ (nota)
Inicio de TX de CRC corrupta	2	2	03 ₁₆ (nota)
Fin de TX de CRC corrupta	2	2	04 ₁₆ (nota)
Inicio de RX de CRC corrupta	2	2	05 ₁₆ (nota)
Fin de RX de CRC corrupta	2	2	06 ₁₆ (nota)
NOTA – Los restantes valores para el octeto número 2 están reservados por el UIT-T.			

Cuadro 11-9/G.993.2 – Instrucciones de diagnóstico enviadas por la VTU-R

Nombre	Longitud (octetos)	Número de octeto	Contenido
Actualización de parámetros de prueba	2	2	02 ₁₆ (nota)
NOTA – Los restantes valores para el octeto número 2 están reservados por el UIT-T.			

Cuadro 11-10/G.993.2 – Respuestas de diagnóstico enviadas por la VTU

Nombre	Longitud (octetos)	Número de octeto	Contenido
Acuse de recibo de autoprueba (sólo VTU-R)	3	2	01 ₁₆ (nota)
		3	1 octeto para el tiempo mínimo en segundos que la VTU-O debe esperar antes de solicitar el resultado de autoprueba
ACK (VTU-O y VTU-R)	2	2	80 ₁₆ (nota)
NOTA – Los restantes valores para el octeto número 2 están reservados por el UIT-T.			

En cualquier instante durante el estado de transmisión se puede enviar una instrucción de diagnóstico, incluso inmediatamente después del final del procedimiento de inicialización. En todos los casos la recepción de una instrucción de diagnóstico deberá ser reconocida por el iniciador (mediante un ACK o mediante una respuesta de acuse de recibo de autoprueba).

NOTA – No se utiliza acuse de recibo negativo (NACK, *negative acknowledge*) para las instrucciones de diagnóstico.

11.2.3.4.1 Ejecución de autoprueba

Al recibir la instrucción ejecución de autoprueba, la VTU-R responderá con un acuse de recibo de autoprueba, que indique la cantidad mínima de tiempo que la VTU-O deberá esperar antes de solicitar los resultados de la autoprueba. Es más, la VTU-R realizará la autoprueba y generará el resultado de autoprueba. El procedimiento de autoprueba depende del fabricante pero no interferirá con las funciones de la VTU-R, no influirá en el estado de la conexión y su duración no será superior a 255 s. La VTU-R obtendrá y almacenará el resultado de la autoprueba en el número de segundos indicados por la respuesta de acuse de recibo de la autoprueba. La cantidad indicada será un número entero entre 1 y 255 s.

A los resultados de autoprueba se puede acceder utilizando la instrucción inventario definida en 11.2.3.6. La longitud de los resultados de la autoprueba será de 4 octetos. El primer octeto (incluido el MSB) será 00₁₆ si se pasó la autoprueba y 01₁₆ si fracasó. El significado de "fracaso" depende del fabricante. Los contenidos de los tres octetos restantes dependen del fabricante.

11.2.3.4.2 Actualización de los parámetros de prueba

Al recibir la instrucción actualización de los parámetros de prueba, la VTU solicitada enviará la respuesta ACK y actualizará el conjunto de parámetros de prueba definidos en 11.4.1. Todos los parámetros de prueba que se puedan actualizar durante el estado de transmisión se actualizarán y almacenarán durante los 10 s siguientes a la recepción de la petición. Al recibir la respuesta ACK, la VTU solicitante esperará por lo menos 10 s antes de enviar las instrucciones de lectura del parámetro de prueba PMD definidas en 11.2.3.11 para acceder a los valores de los parámetros de prueba definidos en 11.4.1.

Los valores de los parámetros de prueba relativos al procedimiento de inicialización más reciente no deberían seguir estando accesibles a través de la instrucción lectura de los parámetros de prueba 10 s después de que se haya recibido la instrucción actualización de los parámetros de prueba. Se pueden descartar respondiendo a la VTU inmediatamente al recibir la instrucción actualización de los parámetros de prueba.

11.2.3.4.3 Inicio/fin de transmisión de CRC corrupta

Al recibir la instrucción inicio de TX de CRC corrupta, la VTU-R enviará la respuesta ACK y su PMS-TC generará un valor de CRC corrompida en todos los trayectos de latencia transmitidos hasta su cancelación por la instrucción fin de TX de CRC corrupta. Un valor de CRC corrompida es

cualquier valor que no corresponda al procedimiento CRC especificado en 9.5.2.3. La instrucción inicio de TX de CRC corrupta afectará únicamente al valor CRC transmitido por la VTU-R; esta instrucción no afectará a la función PMS-TC de la VTU-O.

Al recibir la instrucción fin de RX de CRC corrupta, la VTUR-R enviará la respuesta ACK y su PMS-TC generará valores CRC en todos los trayectos de latencia como se especifica en 9.5.2.3. La instrucción fin de RX de CRC corrupta no afectará a la función PMS-TC de la VTU-R cuando la instrucción inicio de TX de CRC corrupta no se ha enviado con anterioridad.

11.2.3.4.4 Inicio/fin de recepción de CRC corruptas

Al recibir la instrucción inicio de RX de CRC corrupta, la VTU-R enviará la respuesta ACK. Al recibir la VTU-O esta respuesta ACK, su función PMS-TC generará un valor de CRC corrompida en todos los trayectos de latencia transmitidos hasta su cancelación por la instrucción fin de RX de CRC corrupta. Un valor de CRC corrompida es cualquier valor que no corresponda al procedimiento CRC especificado en 9.5.2.3. La instrucción inicio de RX de CRC corrupta afectará únicamente al valor CRC transmitido por la VTU-O; esta instrucción no afectará a la función PMS-TC de la VTU-R.

Al recibir la instrucción fin de RX de CRC corrupta, la VTU-R enviará la respuesta ACK. Al recibir esta respuesta ACK, la función PMS-TC de la VTU-O generará valores CRC en todos los trayectos de latencia como se especifica en 9.5.2.3. La instrucción fin de RX de CRC corrupta no debe afectar a la función PMS-TC de la VTU-O cuando la instrucción inicio de RX de CRC corrupta no se ha enviado con anterioridad.

NOTA – La instrucción inicio de RX de CRC corrupta puede utilizarse junto con la instrucción transmisión de CRC corrupta (ya sea antes o después) de forma que los valores CRC se fijen como corrupta en ambos sentidos de transmisión.

11.2.3.5 Instrucciones y respuestas de tiempo

Ambas VTU deben mantener temporizadores para actualizar los contadores de supervisión de las características de funcionamiento como se describe en la Rec. UIT-T G.997.1 [4]. Las instrucciones temporales se utilizarán para sincronizar temporizadores en ambos extremos del enlace. Los temporizadores tendrán una precisión de ± 100 ppm o superior.

NOTA – Los contadores definidos en la Rec. UIT-T G.997.1 [4] deberían actualizarse cada vez que el contador de tiempo tenga un valor temporal que sea un número entero múltiplo de 15 minutos (por ejemplo: 1:00:00, 3:15:00, 15:30:00, 23:45:00).

Las instrucciones de tiempo se muestran en el cuadro 11-11 y solo las puede iniciar la VTU-O. La VTU-R responderá utilizando una de las respuestas que se muestran en el cuadro 11-12. El primer octeto de todas las instrucciones y respuestas de tiempo será el valor asignado para el tipo de instrucción de tiempo, como se muestra en el cuadro 11-3. Los restantes octetos serán como se especifican en los cuadros 11-11 y 11-12 para instrucciones y respuestas, respectivamente. Los octetos se enviarán utilizando el formato descrito en 11.2.3.1.

Cuadro 11-11/G.993.2 – Instrucciones de tiempo enviadas por la VTU-O

Nombre	Longitud (octetos)	Número de octeto	Contenido
Fijación de tiempo	10	2	01 ₁₆ (nota)
		3 a 10	8 octetos para el valor de tiempo con el formato HH:MM:SS según ISO 8601 [12]
Lectura de tiempo	2	2	02 ₁₆ (nota)
NOTA – Los restantes valores para el octeto número 2 están reservados por el UIT-T.			

Cuadro 11-12/G.993.2 – Respuestas de tiempo enviadas por la VTU-R

Nombre	Longitud (octetos)	Número de octeto	Contenido
ACK	2	2	80 ₁₆ (nota)
Tiempo	10	2	82 ₁₆ (nota)
		3 a 10	8 octetos para el valor de tiempo con el formato HH:MM:SS según ISO 8601 [12]
NOTA – Los restantes valores para el octeto número 2 están reservados por el UIT-T.			

Al recibir la instrucción fijación de tiempo, la VTU-R enviará la respuesta ACK y fijará su temporizador al valor incluido en el mensaje.

Al recibir la instrucción lectura de tiempo, la VTU-R enviará la respuesta de tiempo que incluye el valor vigente del temporizador VTU-R.

11.2.3.6 Instrucciones y respuestas de inventario

Las instrucciones de inventario se utilizarán para determinar la identificación y las capacidades de la VTU en el extremo distante. Las instrucciones de inventario que se muestran en el cuadro 11-13 las puede iniciar cualquier VTU. Las respuestas de inventario serán las que se muestran en el cuadro 11-14. El primer octeto de todas las instrucciones y respuestas de inventario será el valor asignado para el tipo de instrucción de inventario que se muestra en el cuadro 11-3. El segundo octeto de las instrucciones de inventario será como se especifica en el cuadro 11-13. El segundo octeto (ACK) y todos los octetos siguientes de las respuestas de inventario serán como se especifica en el cuadro 11-14. Los octetos se enviarán utilizando el formato descrito en 11.2.3.1.

Cuadro 11-13/G.993.2 – Instrucciones de inventario enviadas por la VTU solicitante

Nombre	Longitud (octetos)	Número de octeto	Contenido
Petición de identificación	2	2	01 ₁₆ (nota)
Petición de información de inventario auxiliar	2	2	02 ₁₆ (nota)
Petición de resultados de autoprueba	2	2	03 ₁₆ (nota)
NOTA – Los restantes valores para el octeto número 2 están reservados por el UIT-T.			

Cuadro 11-14/G.993.2 – Respuestas de inventario enviadas por la VTU que responde

Nombre	Longitud (octetos)	Número de octeto	Contenido
ACK (Identificación)	58	2	81 ₁₆ (nota)
		3 a 10	8 octetos del ID de fabricante
		11 a 26	16 octetos del número de versión
		27 a 58	32 octetos del número de serie
ACK (Información de inventario auxiliar)	Variable	2	82 ₁₆ (nota)
		3 a 10	8 octetos del ID de fabricante
		11 +	Múltiples octetos de información auxiliar de inventario
Resultados de autoprueba	6	2	83 ₁₆ (nota)
		3 a 6	4 octetos de resultados de autoprueba
NOTA – Los restantes valores para el octeto número 2 están reservados por el UIT-T.			

Al recibir una de las instrucciones de inventario la VTU enviará la respuesta correspondiente. La instrucción no debe afectar a ninguna función de ninguna VTU solicitante o que responda.

El ID de fabricante en la respuesta identifica al proveedor del sistema y se formateará de conformidad con el ID de fabricante de la Rec. UIT-T G.994.1 [2]. En el contexto de la petición, el proveedor del sistema normalmente se refiere al fabricante de la unidad sustituible más pequeña; por lo tanto, el ID del fabricante en la respuesta puede no ser el mismo que el ID de fabricante indicado durante la fase de toma de contacto en la inicialización G.994.1.

El número de versión, el número de serie y la información auxiliar de inventario se asignarán con respecto al mismo proveedor de sistema que figura en el ID de fabricante. La sintaxis de estos campos se encuentra fuera del ámbito de la presente Recomendación.

Los resultados de autopruueba incluirán los resultados de los procedimientos de autopruueba más recientes, iniciados en el momento de la conexión o mediante la instrucción eoc ejecución de autopruueba. Los resultados tendrán el formato que se define en 11.2.3.4.1.

11.2.3.7 Instrucciones y respuestas de lectura de contadores de gestión

La instrucción petición de lectura de contadores de gestión se utilizará para obtener el valor vigente de ciertos contadores de gestión mantenidos por la VTU del extremo distante de conformidad con la Rec. UIT-T G.997.1 [4]. La instrucción petición de lectura de contadores de gestión, que se muestra en el cuadro 11-15 y que la puede iniciar cualquier VTU, se utiliza para solicitar los valores de los contadores. La respuesta será como se muestra en el cuadro 11-16. El primer octeto de la instrucción y de la respuesta será el valor asignado para el tipo de instrucción lectura de contadores de gestión que se muestra en el cuadro 11-3. El segundo octeto de la instrucción será como se muestra en el cuadro 11-15. El segundo y los siguientes octetos de la respuesta serán como se muestra en el cuadro 11-16. Los octetos se utilizarán usando el formato descrito en 11.2.3.1.

Cuadro 11-15/G.993.2 – Instrucciones de lectura de contadores de gestión enviadas por la VTU solicitante

Nombre	Longitud (octetos)	Número de octeto	Contenido
Petición	2	2	01 ₁₆ (nota)
NOTA – Los restantes valores para el octeto número 2 están reservados por el UIT-T.			

Cuadro 11-16/G.993.2 – Respuestas de lectura de contadores de gestión enviadas por la VTU que responde

Nombre	Longitud (octetos)	Número de octeto	Contenido
ACK	Variable	2	81 ₁₆ (nota 1)
		3 a $2 + 4 \times (2 \times N_{LP} + 5)$	Octetos para todos los valores de contador PMS-TC (nota 2)
		3 + $4 \times (2 \times N_{LP} + 5)$ y superiores	Octetos para todos los valores de contador TPS-TC (nota 2)
NOTA 1 – Los restantes valores para el octeto número 2 están reservados por el UIT-T.			
NOTA 2 – N_{LP} es el número de trayectos de latencia permitidos.			

Al recibir la instrucción petición de lectura de contadores de gestión, la VTU enviará la respuesta. La instrucción no debe afectar a ninguna función de las VTU solicitantes o que responden.

Los valores de los contadores de gestión se obtendrán de conformidad con la Rec. UIT-T G.997.1 [4] a partir de los defectos y anomalías generados localmente definidos en 11.3. Los parámetros se transferirán en el orden (de arriba abajo) definido en el cuadro 11-17. Las definiciones de anomalías TPS-TC y los contadores de gestión correspondientes dependen del tipo de TPS-TC y serán los definidos en el anexo K. Todos los valores de los contadores se definen como contadores de 32 bits y se harán corresponder con la respuesta del octeto más significativo al menos significativo. No se insertarán octetos en la respuesta para trayectos de latencia y funciones TPS-TC que estén inhabilitados en ese momento.

Los contadores se reiniciarán en el momento de la conexión y no se reiniciarán en una transición del estado del enlace, ni cuando se lean. Los periodos de tiempo en los que la VTU está conectada pero no en el estado de transmisión se contarán como segundos no disponibles (véase 7.2.1.1.5/G.997.1 [4]).

Cuadro 11-17/G.993.2 – Contadores de gestión de VTU

Contadores PMS-TC
Contador de anomalías FEC-0
Contador anomalías FEC-1
Contador anomalías CRC-0
Contador anomalías CRC-1
Contador de segundos con error FEC
Contador de segundos con error
Contador de segundos con muchos errores
Contador de segundos con errores <i>los</i>
Contadores de segundos con errores no disponibles
Contadores TPS-TC
Contadores para TPS-TC #0
Contadores para TPS-TC #1

NOTA – La VTU-O debería responder a la petición del NMS de leer los valores de los contadores de gestión. Se deja al criterio de las implementaciones el almacenamiento y la actualización de los contadores cuando sea preciso para la supervisión e indicación precisa de errores.

11.2.3.8 Instrucciones y respuestas del eoc libre

La instrucción petición de eoc libre la puede utilizar la función G.997.1 para transferir octetos de gestión entre el EIA y la VTU-R y de una VTU a otra (véase la cláusula 6/G.997.1 [4]). La instrucción petición de eoc libre se muestra en el cuadro 11-18 y la puede iniciar cualquier VTU. Las respuestas serán las que se muestran en el cuadro 11-19. El primer octeto de cualquier instrucción o respuesta será el valor asignado para el tipo de instrucción eoc libre que se muestra en el cuadro 11-3. Los octetos siguientes de la instrucción serán los que se muestran en el cuadro 11-18. Los octetos siguientes de las respuestas serán los que se muestran en el cuadro 11-19. Los octetos se enviarán utilizando el formato descrito en 11.2.3.1.

NOTA – De conformidad con la Rec. UIT-T G.997.1 [4], la longitud del mensaje eoc libre no supera los 516 octetos. Por lo tanto, la longitud de una instrucción o de una respuesta de petición de eoc libre no supera los 518 octetos.

Cuadro 11-18/G.993.2 – Instrucciones de eoc libre enviadas por la VTU iniciadora

Nombre	Longitud (octetos)	Número de octeto	Contenido
Petición	Variable	2	01 ₁₆ (nota)
		3 +	La totalidad del mensaje eoc libre a entregar al extremo distante.
NOTA – Los restantes valores para el octeto número 2 están reservados por el UIT-T.			

Cuadro 11-19/G.993.2 – Respuestas de eoc libre enviadas por la VTU que responde

Nombre	Longitud (octetos)	Número de octeto	Contenido
ACK	2	2	80 ₁₆ (nota)
NACK	3	2	81 ₁₆ (Nota)
		3	04 ₁₆ (Nota)
NOTA – Los restantes valores para los octetos número 2 y 3 están reservados por el UIT-T.			

Al recibir la instrucción petición de eoc libre, la VTU responderá con un acuse de recibo (ACK) y entregará el mensaje eoc libre recibido a la función de gestión G.997.1 local de forma transparente, con el formato original utilizado por la función de gestión G.997.1 de la VTU iniciadora. La VTU puede en su lugar corresponder con un acuse de recibo negativo (NACK) que incluya un código de motivo no soportado (valor 04₁₆) que indique que el mensaje de eoc libre recibido no se puede entregar a la función de gestión G.997.1 (porque la función de gestión G.997.1 puede no soportar mensajes de eoc libre, véase la cláusula 6/G.997.1 [4]). Otros códigos de motivo quedan en estudio.

11.2.3.9 Instrucciones y respuestas de gestión de potencia

La instrucción petición de gestión de potencia L3 se utilizará para proponer una transición de gestión de potencia al estado L3 del enlace. La instrucción petición de gestión de potencia L3 se muestra en el cuadro 11-20 y la puede iniciar cualquier VTU. Las respuestas serán como se muestra en el cuadro 11-21. El primer octeto de cualquier instrucción o respuesta será el valor asignado para el tipo de instrucción gestión de potencia como se muestra en el cuadro 11-3. Los octetos restantes serán los que se muestran en los cuadros 11-20 y 11-21 para instrucciones y respuestas, respectivamente.

Cuadro 11-20/G.993.2 – Instrucciones de gestión de potencia enviadas por la VTU iniciadora

Nombre	Longitud (octetos)	Número de octeto	Contenido
Petición L3	3	2	01 ₁₆ (nota)
		3	03 ₁₆ (nota)
NOTA – Los restantes valores para los octetos número 2 y 3 están reservados por el UIT-T.			

Cuadro 11-21/G.993.2 – Respuestas de gestión de potencia enviadas por la VTU que responde

Nombre	Longitud (octetos)	Número de octeto	Contenido
Garantizado	2	2	80 ₁₆ (nota)
Rechazado	3	2	81 ₁₆ (nota)
		3	1 octeto para el código de motivo
NOTA – Los demás valores del octeto número 2 están reservados por el UIT-T.			

Los códigos de motivo asociados con las instrucciones de gestión de potencia se muestran en el cuadro 11-22.

Cuadro 11-22/G.993.2 – Códigos de motivo para instrucciones de gestión de potencia

Motivo	Valor de octeto
Ocupado	01 ₁₆
No válido	02 ₁₆
Estado no deseado	03 ₁₆

11.2.3.9.1 Petición L3 por la VTU-R

Al recibir la instrucción petición L3, la VTU-O que responde enviará una respuesta de aceptación o de rechazo. El estado de enlace propuesto tendrá el formato 03₁₆ para el estado de enlace L3. Si se recibe cualquier otro estado de enlace, se enviará la respuesta de rechazo con el código de motivo 02₁₆.

La VTU-O puede rechazar una petición para modificar el estado de enlace L3 utilizando el código de motivo 01₁₆ debido a que está temporalmente ocupado, o rechazarlo utilizando el código 03₁₆ porque tiene el conocimiento local de que el estado L3 no se desea en ese instante. Al recibir la instrucción petición L3, la VTU-O puede iniciar inmediatamente el protocolo para solicitar una transición al estado L3.

Si la VTU-R recibe la respuesta de aceptación, la VTU-R detendrá la transmisión. Cuando la VTU-O observe la parada en la transmisión, también debe detener la transmisión.

11.2.3.9.2 Petición L3 por la VTU-O

Al recibir la instrucción petición L3, la VTU-R que responde enviará una respuesta de aceptación o de rechazo. El estado de enlace propuesto tendrá el formato 03₁₆ para el estado de enlace L3. Si se recibe cualquier otro estado de enlace, se enviará la respuesta de rechazo con el código de motivo 02₁₆.

La VTU-R puede rechazar una petición para modificar el estado de enlace L3 utilizando el código de motivo 01₁₆ debido a que está temporalmente ocupado, o rechazarlo utilizando el código 03₁₆ porque tiene el conocimiento local de que el estado L3 no se desea en ese instante. Al recibir la instrucción petición L3, la VTU-R puede iniciar inmediatamente el protocolo para solicitar una transición al estado L3.

Si la VTU-O recibe la respuesta de aceptación, la VTU-O detendrá la transmisión. Cuando la VTU-R observa la parada en la transmisión, también debe detener la transmisión.

11.2.3.10 Instrucciones y respuestas de facilidad no normalizada

Las instrucciones de facilidad no normalizada (NSF, *non-standard facility*) se pueden utilizar para intercambiar información del fabricante entre las VTU. La instrucción petición NSF se muestra en el cuadro 11-23 y la puede iniciar cualquier VTU para solicitar la información no normalizada. Las respuestas serán las que se muestran en el cuadro 11-24. El primer octeto de cualquier instrucción o respuesta tendrá el valor asignado para el tipo de instrucción NSF como se muestra en el cuadro 11-3 para instrucciones NSF con prioridad normal, o en el cuadro 11-4 para instrucciones NSF de baja prioridad. Los octetos restantes de instrucciones con prioridad normal y prioridad baja serán los que se muestran en el cuadro 11-23. El segundo octeto de respuestas con prioridad normal y baja será como se muestra en el cuadro 11-24. Los octetos se enviarán utilizando el formato descrito en 11.2.3.1.

Cuadro 11-23/G.993.2 – Instrucciones NSF enviadas por la VTU solicitante

Nombre	Longitud (octetos)	Número de octeto	Contenido
Petición	Variable	2	01 ₁₆ (nota)
		3 a 8	6 octetos del campo identificador NSF
		9 +	múltiples octetos del campo mensaje NSF
NOTA – Los restantes valores para el octeto número 2 están reservados por el UIT-T.			

Cuadro 11-24/G.993.2 – Respuestas NSF enviadas por la VTU que responde

Nombre	Longitud (octetos)	Número de octeto	Contenido
ACK	2	2	80 ₁₆ (nota)
NACK	2	2	81 ₁₆ (nota)
NOTA – Los restantes valores para el octeto número 2 están reservados por el UIT-T.			

Al recibir la instrucción petición NSF, la VTU responderá con un acuse de recibo (ACK) para indicar que reconoce tanto el campo identificador NSF como el campo mensaje NSF, o responderá con un acuse de recibo negativo (NACK) si no reconoce el campo identificador NSF o el campo mensaje NSF.

La combinación del campo identificador NSF y del campo mensaje NSF corresponde a un bloque de información no normalizado como se define en la figura 11/G.994.1 [2] (sin el octeto indicador de longitud). El campo identificador NSF estará constituido por 6 octetos. Los primeros 2 octetos serán un código de país y los restantes 4 octetos serán un código de suministrador especificado por el país. Ambos valores se fijarán como se indica en la Rec. UIT-T T.35 [7]. El campo mensaje NSF incluye información específica del fabricante. La sintaxis del campo mensaje NSF será la definida en la figura 11/G.994.1 [2] (sin el octeto indicador de longitud).

11.2.3.11 Instrucciones y respuestas de lectura de parámetros de prueba PMD

Las instrucciones lectura de parámetros de prueba PMD se utilizarán para extraer los valores de los parámetros de prueba PMD que están especificados en 11.4.1 y mantenidos por la VTU de extremo distante. Las instrucciones lectura de parámetros de prueba PMD se muestran en el cuadro 11-25 y las puede iniciar cualquier VTU. Las respuestas serán las que se muestran en el cuadro 11-26. El primer octeto de todas las instrucciones y respuestas de lectura de parámetros de prueba PMD serán los valores asignados para el tipo de instrucción lectura de parámetros de prueba PMD como se muestra en el cuadro 11-4. Los octetos siguientes de las instrucciones serán los que se muestran en

el cuadro 11-25. Los octetos siguientes de las respuestas serán los que se muestran en el cuadro 11-26. Los octetos se enviarán utilizando el formato descrito en 11.2.3.1.

Cuadro 11-25/G.993.2 – Instrucciones de lectura de parámetros de prueba PMD enviadas por la VTU solicitante

Nombre	Longitud (octetos)	Número de octeto	Contenido
Lectura simple	2	2	01 ₁₆ (nota)
Lectura múltiple siguiente	2	2	03 ₁₆ (nota)
Lectura múltiple	4	2	04 ₁₆ (nota)
		3 a 4	2 octetos que describen el índice del grupo de subportadoras
Lectura en bloque	6	2	05 ₁₆ (nota)
		3 a 4	2 octetos que describen el índice de inicio del grupo de subportadoras
		5 a 6	2 octetos que describen el índice de final del grupo de subportadoras
NOTA – Los restantes valores para el octeto número 2 están reservados por el UIT-T.			

Cuadro 11-26/G.993.2 – Respuestas de lectura de parámetros de prueba PMD enviadas por la VTU que responde

Nombre	Longitud (octetos)	Número de octeto	Contenido
ACK de lectura simple	Depende del parámetro (véase nota 1)	2	81 ₁₆ (nota 2)
		3 +	Octetos para los parámetros de prueba dispuestos para el formato de lectura simple
ACK de lectura múltiple	12	2	82 ₁₆ (nota 2)
		3 a 12	Octetos para los parámetros de prueba dispuestos para el formato de lectura múltiple
NACK	2	2	80 ₁₆ (nota 2)
ACK de lectura en bloque	Depende del parámetro (véase nota 1)	2	84 ₁₆ (nota 2)
		3 +	Octetos para los parámetros de prueba dispuestos para el formato de lectura en bloque
NOTA 1 – La longitud del mensaje es de 2 octetos más la longitud que se muestra en el cuadro 11-27.			
NOTA 2 – Los restantes valores para el octeto número 2 están reservados por el UIT-T.			

Cuadro 11-27/G.993.2 – Valores de ID de parámetro de prueba PMD y longitud de las respuestas

ID de parámetro de prueba	Nombre del parámetro de prueba	Longitud para lectura simple (octetos)	Longitud para lectura múltiple (octetos)	Longitud para lectura en bloque (octetos)
01 ₁₆	Función de transferencia de canal $Hlog(f)$ por grupo de subportadoras	N/A	4	2 + (fin del índice de grupo de subportadoras – inicio del índice de grupo de subportadoras + 1) × 2
02 ₁₆	Reservado por el UIT-T			
03 ₁₆	PSD de ruido de línea en silencio $QLN(f)$ por grupo de subportadoras	N/A	3	2 + (fin del índice del grupo de subportadora – inicio del índice de grupo de subportadora + 1)
04 ₁₆	Relación señal/ruido $SNR(f)$ por grupo de subportadoras	N/A	3	2 + (fin del índice de grupo de subportadora – inicio del índice de grupo de subportadora + 1)
05 ₁₆	Reservado por el UIT-T			
21 ₁₆	Atenuación de bucle LATN	2 × 5	N/A	N/A
22 ₁₆	Atenuación de señal SATN	2 × 5	N/A	N/A
23 ₁₆	Margen de la relación señal/ruido SNRM y SNRM-pb	2 × 6	N/A	N/A
24 ₁₆	Velocidad de datos neta alcanzable ATTNR	4	N/A	N/A
25 ₁₆	Potencia de transmisión combinada real en el extremo cercano ACTATP	2	N/A	N/A
26 ₁₆	Potencia de transmisión combinada real en el extremo distante ACTATP	2	N/A	N/A

Al recibir una instrucción lectura de parámetros de prueba PMD, la VTU que responde enviará la respuesta correspondiente. Si el formato de la instrucción lectura de parámetros de prueba es incorrecto, la VTU responderá con un acuse de recibo negativo (NACK). No afectará a ninguna función de ninguna de las VTU, solicitante o que responde.

La instrucción lectura simple se utilizará para extraer todos los parámetros de prueba con valores ID entre 21₁₆ y 26₁₆, ambos inclusive. En respuesta a una instrucción de lectura simple, se transferirán los valores para los parámetros de prueba (un valor por parámetro) en orden creciente numérico del ID del parámetro que se muestra en el cuadro 11-27. El formato de los octetos para cada parámetro será como se especifica en 11.4.1. Los valores con formatos de octetos múltiples se harán corresponder con la respuesta en el orden del octeto más significativo al menos significativo. El formato de LATN, SATN y SNRM incluirá 5 valores de 2 octetos destinados a 5 bandas de frecuencias potencialmente disponibles para cada sentido de transmisión. Los valores de 2 octetos se enviarán en el orden que se muestra en el cuadro 11-28. El valor 00₁₆ se utilizará para indicar las bandas inhabilitadas. Los octetos indicados como reservados se fijarán a CERO en el transmisor y los ignorará el receptor. El parámetro de prueba SNRM incluirá, además de todos los valores SNRM-pb (véase 11.4.1.1.6.3), el valor de SNRM global (véase 11.4.1.1.6.2). El primer valor de

2 octetos es el SNRM global, seguido por los 5 valores de 2 octetos del SNRM-pb como se especifica en el cuadro 11-28.

Cuadro 11-28/G.993.2 – Orden de envío de los parámetros LATN, SATN y SNRM-pb

Número de octeto	Sentido ascendente	Sentido descendente
1	US0	DS1
2		
3	US1	DS2
4		
5	US2	DS3
6		
7	US3	Reservado
8		
9	Reservado	Reservado
10		

Las instrucciones lectura múltiple y siguiente lectura múltiple se utilizarán para extraer parámetros de prueba de un grupo de subportadoras. En respuesta a una instrucción lectura múltiple o siguiente lectura múltiple, la VTU enviará información a todos los parámetros de prueba asociados con el grupo de subportadoras indicado (no se transfieren los parámetros de prueba con valores ID entre 21_{16} y 26_{16}). La instrucción lectura múltiple incluye el índice del grupo de subportadoras solicitado (véase el cuadro 11-25). Si hay que enviar una instrucción siguiente lectura múltiple, sólo se enviará después de una instrucción lectura múltiple. En respuesta a cada instrucción subsiguiente de siguiente lectura múltiple, el índice de grupo de subportadoras se incrementará en uno. Si el índice de grupo de subportadoras es superior a 511 (véase 11.4.1), la respuesta será un NACK. Los valores de los parámetros PMD por grupo de subportadoras se insertarán en el mensaje en orden numérico del ID de parámetro como se muestra en el cuadro 11-27. El formato para los octetos de cada parámetro será como se describe en 11.4.1. Los valores con formatos de octetos múltiples se harán corresponder con la respuesta en el orden del octeto más significativo al menos significativo.

Se utilizará una instrucción lectura en bloque para extraer parámetros de prueba en varios grupos de subportadoras. En respuesta a una instrucción lectura en bloque, la VTU enviará información para todos los parámetros de prueba asociados con el bloque especificado de grupos de subportadoras (no se transfieren los parámetros de prueba con un ID igual a 21 o superior). Para parámetros de prueba especificados por grupos de subportadoras, se transfieren en una única respuesta todos los valores para grupos de subportadoras con índices entre #start y #stop. Si el índice del grupo de subportadora es superior a 511, la respuesta será un NACK. Los valores de los parámetros PMD por grupo de subportadoras se insertarán en el mensaje en orden creciente del ID de parámetro como se muestra en el cuadro 11-27. El formato de los octetos para cada valor de parámetro será el descrito en 11.4.1. Los valores con formatos de octetos múltiples se harán corresponder con la respuesta en el orden del octeto más significativo al menos significativo. El número de octetos en una instrucción lectura en bloque no será superior a la longitud P del mensaje eoc especificada en 11.2.3.1.

Cuando se transfieran valores de la función transferencia de canales $H_{log}(f)$, se incluirán en la respuesta el ruido de línea en silencio $QLN(f)$, la relación señal/ruido $SNR(f)$ y el tiempo de medición, (los primeros 2 octetos después de ACK) seguidos por el valor m (véase 11.4.1.1.1), el valor n (véase 11.4.1.1.2) y el valor SNR (véase 11.4.1.1.3), respectivamente. El tiempo de medición se incluirá solo una vez en una respuesta a una instrucción lectura en bloque y se incluirá en cada respuesta a una instrucción lectura múltiple o siguiente lectura múltiple.

Los valores de algunos parámetros de prueba se representan utilizando menos bits que los contenidos en el campo correspondiente definido para la respuesta en el cuadro 11-27. En el caso de que el campo tenga más de 1 octeto, los bits se harán corresponder con los LSB del campo multi-octeto en la respuesta. Los MSB no utilizados en el campo multi-octeto se fijarán a CERO para cantidades sin signo y al valor del bit de signo para cantidades con signo.

11.2.3.12 Instrucciones y respuestas de lectura de parámetros de control

Las instrucciones de lectura de parámetros de control se dejan para un estudio ulterior.

11.2.4 Bits indicadores (IB)

Los bits indicadores se utilizan para enviar las anomalías y los defectos del extremo distante especificados en el cuadro 11-29. El envío de los IB es obligatorio, tanto en sentido ascendente como descendente. Los IB se fijarán a CERO si se encuentran en el estado activo. La correspondencia de los IB con el canal de tara será la especificada en 9.5.2.2.

Cuadro 11-29/G.993.2 – Contenido de IB

IB	Descripción	Referencia
<i>los</i>	Defecto de pérdida de señal	Véase 11.3.1.3
<i>rdi</i>	Defecto de indicación de defecto distante	Véase 11.3.1.4
<i>lpr</i>	Primitiva de pérdida de potencia	Véase 11.3.3.1
TIB#0-1 a TIB#0-4	Cuatro bits indicadores reservados para la TPS-TC que sirve al portador #0	Véase anexo K
TIB#1-1 a TIB#1-4	Cuatro bits indicadores reservados para la TPS-TC que sirve al portador #1	Véase anexo K

11.3 Primitivas OAM

Entre las primitivas OAM normalizadas esta Recomendación especifica únicamente anomalías y defectos. El sistema utilizará las especificaciones de fallo de la Rec. UIT-T G.997.1 [4].

En la VTU-O se representarán tanto las primitivas del extremo próximo como del extremo distante; la representación de anomalías del extremo distante en la VTU-R es opcional.

11.3.1 Primitivas relativas a la línea

Las primitivas relativas a la línea representan anomalías y defectos relacionados con las capas PMD y PMS-TC.

11.3.1.1 Anomalías en el extremo cercano

- Corrección de errores en recepción (*fec-p*): Esta anomalía se produce cuando una palabra de código FEC recibida en el trayecto de latencia #*p* indica que se han corregido errores. Esta anomalía no se asevera si se detectan errores y no se pueden corregir.
- Verificación de redundancia cíclica (*crc-p*): Esta anomalía se produce cuando un byte CRC recibido para el trayecto de latencia #*p* no es idéntico al correspondiente byte CRC generado localmente.
- Aumento de la adaptación de velocidad (*rau*): Queda en estudio.
- Disminución de la adaptación de velocidad (*rad*): Queda en estudio.

11.3.1.2 Anomalías en el extremo distante

- Corrección de errores en recepción en el extremo distante (*ffec-p*): Esta anomalía se produce cuando se notifica una anomalía *fec-p* detectada en el extremo distante. Esta anomalía finaliza cuando termina el informe recibido sobre la anomalía *fec-p*.

- Error de bloque en el extremo distante (*febe-p*): Esta anomalía se produce cuando se notifica que se ha detectado una anomalía *crc-p* en el extremo distante. Esta anomalía finaliza cuando termina el informe recibido sobre la anomalía *crc-p*.

11.3.1.3 Defectos en el extremo cercano

- Pérdida de señal (*los*): Se establece una potencia de referencia promediando la potencia VDSL2 en recepción durante un periodo de 0,1 s y sobre un subconjunto de subportadoras utilizado durante el estado de transmisión, y a continuación se fija un umbral 6 dB por debajo de ese nivel. Se produce un defecto *los* cuando el nivel de la potencia VDSL2 en recepción promediada durante un periodo de 0,1 s sobre el mismo subconjunto de subportadoras es inferior al umbral y el defecto finaliza cuando este nivel, medido de la misma forma, alcanza o supera el nivel umbral. El subconjunto de subportadoras depende de la implementación.
- Trama con muchos errores (*sef*): Este defecto se produce cuando el contenido de dos símbolos de sincronismo sync recibidos consecutivamente no concuerda con el contenido esperado en un subconjunto de subportadoras. Un defecto *sef* finaliza cuando el contenido de dos símbolos sync recibidos consecutivamente concuerda con el contenido esperado en el mismo subconjunto de subportadoras. El método de correlación, el subconjunto seleccionado de subportadoras y el umbral para notificar estas condiciones de defecto los fija el fabricante.
- Pérdida de margen (*lom*): Este defecto se produce cuando el margen de la relación señal/ruido (SNRM, véase 11.4.1.1.6) observado por el receptor en el extremo cercano está por debajo del margen mínimo de la relación señal/ruido (MINSNRM, véase 12.3.5.2.1.1) y no es posible aumentar el SNRM dentro de los límites de la potencia combinada de transmisión en el extremo distante y del nivel de PSD en transmisión. Este defecto finaliza cuando el SNRM se encuentra por encima de MINSNRM.

11.3.1.4 Defectos en el extremo distante

- Pérdida de señal en el extremo distante (*los-fe*): Este defecto se produce cuando se notifica un defecto *los* en el extremo distante en por lo menos 4 de 6 informes de indicador *los* de extremo distante recibidos consecutivamente. Un *los-fe* finaliza cuando se notifican menos de 2 indicadores *los* en el extremo distante de 6 informes recibidos consecutivamente.
- Indicación de defecto distante (*rdi*): Este defecto se produce cuando se notifica un *sef* detectado en el extremo distante. Un defecto *rdi* finaliza cuando ha terminado el informe de *sef* recibido, es decir, cuando el valor correspondiente de IB se reinicializa a UNO.
- Pérdida de margen en el extremo distante (*lom-fe*): Este defecto se produce cuando el margen de la relación señal/ruido (SNRM, véase 11.4.1.1.6) en el receptor del extremo distante, recuperado por el transmisor en el extremo cercano, está por debajo del margen mínimo de la relación señal/ruido (SNRM, véase 12.3.5.2.1.1) y no es posible aumentar el SNRM dentro de los límites de la potencia combinada de transmisión en el extremo cercano y del nivel de PSD en transmisión. Este defecto finaliza cuando el SNRM es superior al MINSNRM.

11.3.2 Primitivas relativas al trayecto

Las primitivas relativas al trayecto se definen por separado para cada trayecto, terminado en la TPS-TC correspondiente. Las primitivas para cada TPS-TC (ATM, PTM, STM, etc.) se representarán mediante indicadores OAM adecuados especificados para este protocolo.

11.3.2.1 Anomalías y defectos de transporte ATM

La ATM-TC soportará el conjunto especificado de anomalías y defectos de transporte ATM. En el caso de múltiples canales portadores, las ATM-TC correspondientes estarán representadas por

conjuntos independientes de indicadores. Los indicadores de anomalías y defectos deben cumplir con la cláusula K.2.

11.3.2.2 Anomalías y defectos de transporte STM

La STM-TC soportará el conjunto especificado de anomalías y defectos de transporte STM. En el caso de múltiples canales portadores, las STM-TC correspondientes estarán representadas por conjuntos independientes de indicadores. Los indicadores de anomalías y defectos deben cumplir con la cláusula K.1.

11.3.2.3 Anomalías y defectos de transporte PTM

La PTM-TC soportará el conjunto especificado de anomalías y defectos de transporte PTM. En el caso de múltiples canales portadores, las PTM-TC correspondientes estarán representadas por conjuntos independientes de indicadores. Los indicadores de anomalías y defectos deben cumplir con la cláusula K.3.

11.3.3 Primitivas relativas a la potencia

11.3.3.1 Primitivas en el extremo cercano

Pérdida de potencia (*lpr*): Esta primitiva se produce cuando la tensión del (principal) suministro de energía de VTU cae por debajo del nivel determinado por el fabricante como necesario para el funcionamiento adecuado de la VTU. Una primitiva *lpr* finaliza cuando el nivel de potencia supera el nivel de potencia mínimo fijado por el fabricante.

11.3.3.2 Primitivas en el extremo distante

Pérdida de potencia en el extremo distante (*flpr*): Esta primitiva detectada en el extremo distante la notifica el indicador *flpr*, que se codificará como 1 para indicar que no se está presentando ninguna *lpr* y se codificará como 0 en las siguientes 3 transmisiones de indicador *lpr* para indicar que se está presentando una *flpr* (es decir, "dying gasp o último aliento"). Una *flpr* se produce cuando 2 ó más de 3 indicadores *lpr* recibidos consecutivamente se fijan a CERO. Una *flpr* finaliza cuando, durante un periodo de 0,5 s, el bit indicador *lpr* recibido se fija a UNO y no está presente ninguna *los* de extremo cercano.

11.4 Parámetros OAM

El sistema puede soportar y utilizar los parámetros OAM pertinentes para la VTU-O y la VTU-R como se especifica en 7.2 y 7.3/G.997.1 [4]. En particular, se trata de:

- parámetros de calidad de funcionamiento relacionados con la línea y relacionados con el trayecto;
- parámetros de configuración relacionados con la línea y relacionados con el trayecto; y
- parámetros de inventario.

Los parámetros de prueba se calcularán y tendrán los formatos especificados en 11.4.1 para su notificación en el formato especificado en la Rec. UIT-T G.997.1 [4].

11.4.1 Parámetros de prueba

Los parámetros de prueba los mide la función PMD en transmisión o en recepción y se notificarán a petición de la VME del extremo cercano. Los parámetros de prueba se pueden utilizar para identificar posibles problemas en el bucle físico y para comprobar el margen adecuado de calidad de funcionamiento de los medios físicos en el momento de la aceptación y después de la verificación de una reparación o en cualquier otro instante después de la inicialización del sistema VDSL2.

A petición de la función de transmisión de la PMD en recepción se transferirán a la VME del extremo cercano los parámetros de prueba siguientes:

- función características de canal $H(f)$ por subportadora (CCF-ps);
- PSD de ruido de línea en silencio $QLN(f)$ por subportadora (QLN-ps);
- relación señal/ruido $SNR(f)$ por subportadora (SNR-ps);
- atenuación de bucle por banda (LATN-pb);
- atenuación de la señal por banda (SATN-pb);
- margen de la relación señal/ruido por banda (SNRM-pb);
- velocidad de datos neta alcanzable (ATTNDR); y
- potencia combinada real en transmisión en el extremo distante (ACTATP).

A petición de la función de transmisión de la PMD en transmisión se transferirán a la VME del extremo cercano el parámetro de prueba siguiente:

- potencia combinada real en transmisión en el extremo cercano (ACTATP).

Los objetivos de poner a disposición la información anterior son:

- $H(f)$ se puede utilizar para analizar las condiciones físicas del bucle de cobre;
- $QLN(f)$ se puede utilizar para analizar la diafonía;
- $SNR(f)$ se puede utilizar para analizar cambios dependientes del tiempo en los niveles de diafonía y en la atenuación de bucle (tales como los debidos a la humedad y a variaciones de temperatura); y
- la combinación de $H(f)$, $QLN(f)$ y $SNR(f)$ se puede utilizar para ayudar a determinar por qué la velocidad de datos no es igual a la velocidad máxima de datos para un determinado bucle.

La información de diagnóstico detallado $H(f)$ y $QLN(f)$ sería muy útil durante el estado de transmisión. No obstante, este requisito plantearía una exigencia de cálculo indebida en los módems VDSL2. Por lo tanto, la combinación de información completa sobre el canal ($H(f)$ y $QLN(f)$) durante la inicialización, combinada con la $SNR(f)$ de inicialización y de transmisión se considera una solución de compromiso razonable. Esta combinación de datos también permite un análisis más adecuado de las condiciones del bucle que los métodos tradicionales y reduce las interrupciones tanto en el VDSL2 como en el servicio subyacente que requieren los métodos de diagnóstico tradicionales.

El grupo de subportadoras representará el ruido de línea en silencio (QLN , *quiet line noise*), la relación señal/ruido (SNR , *signal-to-noise ratio*) y las características de canal en el formato ($Hlin$, $Hlog$). El número de subportadoras, G , en un grupo de subportadoras será igual a

$$G = \text{pow2}(\Theta/512)$$

donde la función $\text{pow2}(x)$ toma la potencia de 2 más próxima superior o igual a x y Θ es el índice más alto de los índices de subportadora del conjunto SUPPORTEDCARRIERS del transmisor, si el parámetro se mide durante la fase de búsqueda de canal; o el último índice de subportadora del conjunto MEDLEY del transmisor en otros casos.

Los valores válidos de G son 1, 2, 4 y 8.

11.4.1.1 Definición de los parámetros de prueba

11.4.1.1.1 Función características de canal por grupo de subportadoras (CCF-ps)

La función características de canal $H(f)$ es una cantidad que está relacionada con los valores (complejos) de las impedancias (complejas) de la fuente y de la carga. Se utiliza una definición simplificada en la que las impedancias de la fuente y de la carga son las mismas y son iguales a un

valor real R_N . La función características de canal $H(f)$ está asociada con una red de dos puertos, normalizada a una determinada resistencia de referencia R_N . $H(f)$ se definirá como un valor complejo igual a la relación entre tensiones U_2/U_1 (véanse las figuras 11-3 y 11-4).

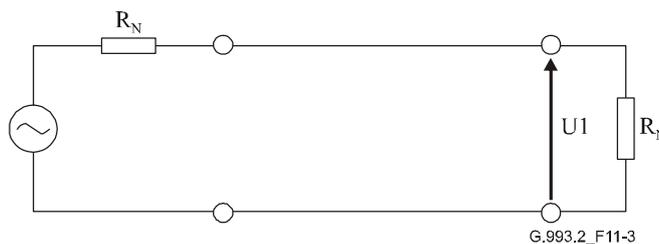


Figura 11-3/G.993.2 – Tensión en la carga

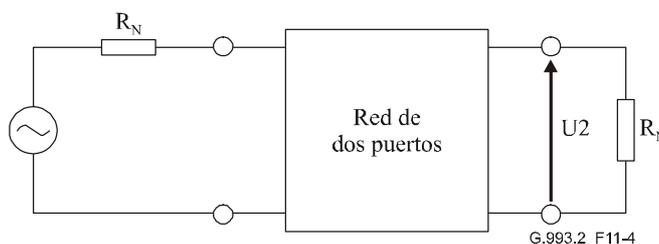


Figura 11-4/G.993.2 – Tensión en la carga con una red de dos puertos insertada

La medición de la función características de canal es el resultado de tres funciones en serie:

- la función características de filtro del transmisor;
- la función características de canal; y
- la función característica de filtro del receptor.

NOTA – La función características de canal corresponde a la función $H_{\text{channel}}(f)$ utilizada en la definición de la diafonía en el receptor (véase 7.4.1/G.996.1).

El objetivo consiste en aportar los medios mediante los cuales se puedan identificar con precisión las características del canal. Por lo tanto, es necesario que la función PMD en recepción notifique una estimación de las características del canal. Esta tarea puede resultar difícil dado que la función PMD en recepción sólo observa los tres elementos del canal en serie. La parte pasobanda de la $H(f)$ notificada, que no es fundamental para resolver posibles problemas con el bucle físico, no se espera que dependa significativamente de las características del filtro del receptor (que no incluye AGC en el receptor). La función PMD en recepción debe por lo tanto restar la ganancia (AGC) que ha aplicado a la señal recibida y hacer lo posible para suprimir los efectos de las características del filtro del receptor en el extremo cercano. El resultado es entonces una buena estimación de cómo ve el receptor las características del filtro pasobanda además de las características del filtro del transmisor. Puesto que también se supone que la parte del espectro dentro de la banda no depende de forma significativa de las características del filtro del transmisor, se considera que este resultado es una estimación suficiente de las características del canal para las aplicaciones de acondicionamiento de bucle deseadas.

Se definen dos formatos para las características del canal:

- $H_{\text{lin}}(f)$: formato que proporciona valores complejos en una escala lineal;
- $H_{\text{log}}(f)$: formato que proporciona valores de magnitud en una escala logarítmica en base 10.

Para $H_{\log}(f)$ la función PMD en recepción también utilizará el valor de PSD en la interfaz U de la función PMD en transmisión (transportada en los mensajes durante la inicialización) para reducir el efecto de las características del filtro de transmisión en el extremo distante.

Para $H_{\text{lin}}(f)$, si las características del canal se indican en la interfaz OAM de la VTU-O (véase la figura 5-3), la VTU-O intentará reducir los efectos de las características del filtro en transmisión en el extremo cercano a partir de las características del canal medidas en la VTU-R. Si las características del canal se indican en la interfaz OAM de la VTU-R, la VTU-R deberá intentar reducir los efectos de las características del filtro en transmisión en el extremo cercano a partir de las características del canal medidas en la VTU-O.

$H_{\text{lin}}(f)$ se enviará a la VME de extremo distante durante el modo diagnóstico de bucle y se enviará cuando lo solicite a la VME de extremo cercano durante el modo diagnóstico de bucle.

$H_{\log}(f)$ se medirá mediante la función PMD en recepción durante el modo diagnóstico de bucle y durante la inicialización. La medición no se actualizará durante el estado de transmisión. $H_{\log}(f)$ se enviará a la VME de extremo distante durante el modo diagnóstico de bucle y se enviará cuando lo solicite a la VME de extremo cercano en cualquier instante. La VME de extremo cercano enviará $H_{\log}(f)$ a la VME de extremo distante durante el estado de transmisión cuando se solicite.

En el modo diagnóstico de bucle, se medirán tanto $H_{\text{lin}}(f)$ como $H_{\log}(f)$ ya que puede existir una diferencia en hasta qué punto se pueden compensar las características de filtro del receptor y/o del transmisor en $H_{\text{lin}}(f)$ y en $H_{\log}(f)$.

$H_{\text{lin}}(f)$ y $H_{\log}(f)$ se medirán durante un periodo de tiempo de 1 segundo en el modo diagnóstico de bucle. Durante la inicialización la VTU debería hacer lo posible para optimizar la precisión de la medición de $H_{\log}(f)$, aunque tenga que medir durante por lo menos 256 símbolos, y debe notificar el periodo de medición (en símbolos, representados como un valor sin signo de 16 bits) a la VME de extremo distante (véase 11.2.3.11).

La función características de canal $H_{\text{lin}}(k \times G \times \Delta f)$ representará el valor de las características de canal en la subportadora $i = k \times G$. Se representará en formato lineal mediante un factor de escala y un número complejo normalizado $a(k) + j \times b(k)$, $k = 0$ a 511. El factor de escala estará codificado como un número entero sin signo de 16 bits. Tanto $a(k)$ como $b(k)$ estarán codificados como dos números enteros complementarios con signo de 16 bits. El valor de $H_{\text{lin}}(k \times G \times \Delta f)$ vendrá definido por:

$$H_{\text{lin}}(k \times G \times \Delta f) = (scale/2^{15}) \times (a(k) + j \times b(k))/2^{15}$$

Para optimizar la precisión, el factor de escala, $scale$, se elegirá de forma que $\max(|a(k)|, |b(k)|)$ para todo k sea igual a $2^{15} - 1$.

Este formato de datos soporta una granularidad para $H_{\text{lin}}(f)$ de 2^{-15} y un margen dinámico de $H_{\text{lin}}(f)$ de aproximadamente 96 dB (de +6 dB a -90 dB). Son necesarios valores del factor de escala superiores a 0 dB porque, debido a variaciones de fabricación en las ganancias del trayecto de la señal y en las respuestas del filtro, pueden aparecer bucles cortos que tengan ganancia en lugar de pérdidas.

Un valor de $H_{\text{lin}}(k \times G \times \Delta f)$ notificado como $a(k) = b(k) = -2^{15}$ es un valor especial. Indica que:

- no se pudieron realizar mediciones para esta subportadora porque está fuera del conjunto SUPPORTEDCARRIERS del transmisor si el valor se indica en la fase de búsqueda de canal (véase 12.3.3); o
- no se pudieron realizar mediciones para esta subportadora porque está fuera del conjunto MEDLEY del transmisor o su $g_i = 0$; o
- la atenuación está fuera de la gama a representar.

La función características de canal $Hlog(k \times G \times \Delta f)$ será la magnitud de las características del canal en la subportadora $k \times G$. Se representará en formato logarítmico en base 10 mediante un número entero $m(k)$, donde $k = 0$ a 511. El valor $m(k)$ estará codificado como un número entero sin signo de 10 bits. El valor de $Hlog(k \times G \times \Delta f)$ estará definido por:

$$Hlog(k \times G \times \Delta f) = 6 - (m(k)/10)$$

Este formato de datos soporta una granularidad para $Hlog(f)$ de 0,1 dB y un margen dinámico de $Hlog(f)$ de aproximadamente 102 dB (de +6 dB a -96 dB).

Un valor $Hlog(k \times G \times \Delta f)$ notificado como $m(k) = 2^{10} - 1$ es un valor especial. Indica que:

- no se pudieron realizar mediciones para esta subportadora porque está fuera del conjunto SUPPORTEDCARRIERS del transmisor si el valor se indica en la fase de búsqueda de canal (véase 12.3.3); o
- no se pudieron realizar mediciones para esta subportadora porque está fuera del conjunto MEDLEY del transmisor o su $g_i = 0$; o
- la atenuación está fuera de la gama a representar.

11.4.1.1.2 PSD de ruido de línea en silencio por grupo de subportadoras (QLN-ps)

La PSD de ruido de línea en silencio $QLN(f)$ para una determinada subportadora es el nivel rms del ruido presente en el bucle cuando no hay señales VDSL2 en él. La PSD de ruido virtual recibida definida en SNRM_MODE=2 no se tendrá en cuenta en $QLN(f)$.

La PSD de ruido de línea en silencio $QLN(f)$ por subportadora la medirá la función PMD en recepción durante el modo diagnóstico de bucle y durante la inicialización. La medición no debe (es decir, no puede) actualizarse durante el estado de transmisión. $QLN(f)$ se enviará a la VME de extremo distante durante el modo diagnóstico de bucle y se enviará cuando lo solicite a la VME de extremo cercano en cualquier instante. La VME de extremo cercano enviará $QLN(f)$ a la VME de extremo distante cuando lo solicite durante el estado de transmisión.

El objetivo consiste en aportar medios con los que se pueda identificar con precisión la PSD de ruido de línea en silencio, por lo tanto, sería necesario que la función PMD en recepción indique una estimación de la PSD de ruido de línea en silencio. Esta tarea puede resultar difícil debido a que la función PMD en recepción observa el ruido a través del filtro del receptor. La parte pasobanda de la QLN-ps indicada, que es fundamental para resolver posibles problemas con el bucle físico, no se espera que dependa de modo significativo de las características del filtro del receptor (sin incluir el AGC del receptor). La función PMD en recepción tiene por lo tanto que restar la ganancia (AGC) que ha aplicado a la señal recibida y hacer todo lo posible para intentar reducir el efecto en las características del filtro del receptor en el extremo cercano. El resultado es entonces la mejor estimación de cómo ve el receptor la PSD de ruido de línea en silencio pasobanda. Este resultado se considera una estimación suficiente de la PSD de ruido de línea en silencio para las aplicaciones de acondicionamiento de bucle deseadas.

La función PMD medirá $QLN(f)$ en el intervalo de tiempo en el que no estén presentes señales VDSL2 en el bucle (es decir, los transmisores del extremo cercano y del extremo distante están inactivos). La PSD de ruido de línea en silencio $QLN(i \times \Delta f)$ se medirá durante un intervalo de tiempo de 1 segundo en el modo diagnóstico de bucle. En la inicialización, la VTU debería hacer todo lo posible para optimizar la precisión de la medición de $QLN(f)$, aunque tenga que medir durante por lo menos 256 símbolos, e indicará el periodo de medición (en símbolos, representado como un valor sin signo de 16 bits) a la VME del extremo distante (véase 11.2.3.11).

La PSD de ruido de línea en silencio $QLN(k \times G \times \Delta f)$ será el promedio de los valores de potencia del ruido de línea en silencio en las subportadoras $k \times G$ a $((k+1) \times G) - 1$. Se representará mediante un número entero sin signo de 8 bits $n(k)$, siendo $k = 0$ a 511. El valor de $QLN(k \times G \times \Delta f)$ se

definirá como $QLN(k \times G \times \Delta f) = -23 - (n(k)/2)$ dBm/Hz. Este formato de datos soporta una granularidad de $QLN(f)$ de 0,5 dB con una gama de valores para $QLN(f)$ de -150 a -23 dBm/Hz.

Un valor $QLN(k \times G \times \Delta f)$ presentado como $n(k) = 255$ es un valor especial. Indica que:

- no se pudieron realizar mediciones para este grupo de subportadoras porque una de sus subportadoras está fuera del conjunto SUPPORTEDCARRIERS del transmisor; o
- la PSD de ruido de línea en silencio está fuera de la gama a representar.

11.4.1.1.3 Relación señal/ruido por grupo de subportadoras (SNR-ps)

La relación señal a ruido $SNR(f)$ para una determinada subportadora es un valor real que representará la relación entre la potencia de la señal recibida y la potencia de ruido recibida para esa subportadora. La PSD de ruido virtual recibida definida en $SNRM_MODE=2$ no debe tenerse en cuenta en $SNR(f)$.

La relación señal/ruido $SNR(f)$ por subportadora la debe medir la función PMD en recepción en el modo de diagnóstico de bucle y en la inicialización. La medición puede actualizarse de forma autónoma y se actualizará a petición durante el tiempo el estado de transmisión. La $SNR(f)$ se enviará a la VME del extremo distante durante el modo de diagnóstico de bucle y se enviará cuando lo solicite a la VME del extremo cercano en cualquier instante. La VME del extremo cercano enviará la $SNR(f)$ a la VME del extremo distante cuando lo solicite durante el estado de transmisión.

La función PMD en recepción medirá la relación señal/ruido $SNR(f)$ con la función PMD en transmisión en un estado MEDLEY o de transmisión. La relación señal/ruido $SNR(f)$ se medirá durante un intervalo de 1 segundo en el modo diagnóstico de bucle. En la inicialización y en el estado de transmisión la VTU debería hacer lo posible para minimizar el tiempo de transmisión de $SNR(f)$, aunque tenga que medir por lo menos 256 símbolos, y debe indicar el periodo de medición (en símbolos, representado como un valor sin signo de 16 bits) a la VME del extremo distante (véase 11.2.3.11).

La relación señal/ruido $SNR(k \times G \times \Delta f)$ será el promedio del valor logarítmico en base 10 de la relación señal/ruido de las subportadoras $k \times G$ a $((k+1) \times G) - 1$. Se representará como un número entero sin signo de 8 bits $snr(k)$, siendo $k = 0$ a 511. El valor de $SNR(k \times G \times \Delta f)$ se definirá como $SNR(k \times G \times \Delta f) = -32 + (snr(k)/2)$ dB. Este formato de datos soporta una granularidad para $SNR(k \times G \times \Delta f)$ de 0,5 dB y un margen dinámico para $SNR(k \times G \times \Delta f)$ de 127 dB (de -32 a 95 dB).

Un valor $SNR(k \times G \times \Delta f)$ presentado como $snr(k) = 255$ es un valor especial. Indica que:

- no se pudieron realizar mediciones para este grupo de subportadoras porque una de sus subportadoras está fuera del conjunto SUPPORTEDCARRIERS del transmisor; o
- no se pudieron realizar mediciones para este grupo de subportadoras porque una de sus subportadoras está fuera del conjunto MEDLEY del transmisor o su $g_i = 0$; o
- la relación señal/ruido está fuera de la gama a representar.

11.4.1.1.4 Atenuación de bucle por banda (LATN-pb)

La atenuación de bucle en la banda m -ésima en sentido descendente se indica como $LATN_D(m)$ y la atenuación de bucle en la banda m -ésima en sentido ascendente se indica como $LATN_U(m)$. Para facilitar la notación, esta subcláusula proporciona los requisitos y definiciones en términos de atenuación de bucle en sentido descendente, aunque las mismas definiciones y requisitos también aplican a $LATN_U(m)$.

La atenuación de bucle en la banda m -ésima en sentido descendente ($LATN_D(m)$) es la diferencia en dB entre la potencia recibida en el extremo cercano y la transmitida desde el extremo distante en todas las subportadoras de la banda m -ésima en sentido descendente, es decir, la función

características de canal $H(f)$ (como se define en 11.4.1.1.1) promediada en todas las subportadoras de esta banda. $LATN_D(m)$ se definirá como:

$$LATN_D(m) = -10 \times \log_{10} \left(\frac{\sum_{i=n1}^{n2} |H(i \times \Delta f)|^2}{N_D(m)} \right)$$

con $N_D(m)$ (número de subportadoras en la banda m -ésima en sentido descendente) = $n2 - n1 + 1$, donde $n1$ y $n2$ son los índices de la primera y de la última subportadora en esta banda, respectivamente y $H(f)$ está representada mediante $Hlin(f)$ en el modo diagnóstico de bucle y mediante $Hlong(f)$ en la inicialización (con una conversión de \log_{10} a valores lineales para su uso en la ecuación anterior).

Si uno o más valores de $H(f)$ no se pudieran medir debido a que se encuentran fuera del conjunto SUPPORTEDCARRIERS del transmisor (véase 11.4.1.1.1), entonces $LATN_D(m)$ se calculará como el valor medio de los valores de $H(f)$ para todas las subportadoras que disponen de valores válidos de $H(f)$.

La función PMD en recepción calculará la atenuación de bucle durante el modo diagnóstico de bucle y en la inicialización. El cálculo no se actualizará durante el estado de transmisión. La atenuación de bucle se enviará a la VME de extremo distante durante la inicialización y en el modo diagnóstico de bucle y se enviará cuando lo solicite a la VME de extremo cercano en cualquier instante. La VME de extremo cercano enviará $LATN$ a la VME de extremo distante cuando lo solicite durante el estado de transmisión.

La atenuación de bucle por banda en sentido descendente $LATN_D(m)$ se representará como un número entero sin signo de 10 bits $latn$ con el valor $LATN_D(m)$ definido como $LATN_D(m) = latn/10$ dB. Este formato de datos soporta una granularidad para $LATN_D(m)$ de 0,1 dB y un margen dinámico de 102,2 dB (de 0 a 102,2 dB).

El valor $LATN_D(m)$ indicado como $latn = 1023$ es un valor especial. Indica que la atenuación de bucle está fuera de la gama que se puede representar.

11.4.1.1.5 Atenuación de la señal por banda (SATN-pb)

La atenuación de la señal en la banda m -ésima en sentido descendente se indica como $SATN_D(m)$ y la atenuación de la señal en la banda m -ésima en sentido ascendente se indica como $SATN_U(m)$. Para facilitar la notación, esta subcláusula proporciona los requisitos y definiciones en términos de atenuación de señal en sentido descendente, aunque las mismas definiciones y requisitos también aplican a $SATN_U(m)$.

La atenuación de la señal en la banda m -ésima en sentido descendente, $SATN_D(m)$, es la diferencia en dB entre la potencia recibida en el extremo cercano y la transmitida desde el extremo distante en la banda m -ésima en sentido descendente.

Matemáticamente, esto corresponde a:

$$SATN_D(m) = TXpower_dBm_D(m) - RXpower_dBm_D(m)$$

Durante la inicialización y en el modo diagnóstico de bucle, la potencia de la señal recibida en dBm, $Rxpower_dBm_D(m)$, se calculará como la potencia de subportadora recibida, sumada para todas las subportadoras de esa banda que se encuentren en el conjunto MEDLEYds. Durante la transmisión de O-P-MEDLEY y R-P-MEDLEY, la PSD en transmisión para las subportadoras en el conjunto MEDLEYds tiene el nivel de MREFPSDs ajustado con los valores g_i .

Matemáticamente, esto corresponde a:

$$RXpower_dBm_D(m) = 10 \times \log_{10} \left(\sum_{i \in (\text{MEDLEYds} \cap \text{DS}(m))} (\text{Received_subcarrier_power_mW}(i) \times g_i^2) \right)$$

Durante el estado de transmisión, la potencia de la señal recibida en dBm, $RXpower_dBm_D(m)$, se calculará como la potencia de subportadora recibida en el estado de transmisión, sumada para todas las subportadoras que se encuentren en el conjunto MEDLEY en esa banda.

Matemáticamente, esto corresponde a:

$$RXpower_dBm_D(m) = 10 \times \log_{10} \left(\sum_{i \in (\text{MEDLEYds} \cap \text{DS}(m))} (\text{Received_subcarrier_power_mW}(i)) \right)$$

En ambas ecuaciones, $\text{MEDLEYds} \cap \text{DS}(m)$ indica todas las subportadoras del conjunto MEDLEYds que se encuentran en la banda m -ésima en sentido descendente, $\text{Received_subcarrier_power_mW}$ es la potencia recibida en la subportadora i expresada en milivatios y g_i es la ganancia (en valor lineal) para la subportadora i .

La potencia recibida para $\text{SATN_U}(m)$ se calculará de la misma manera, pero utilizando las subportadoras del conjunto MEDLEYus que se encuentren en la banda m -ésima en sentido ascendente.

Para el valor SATN determinado durante la inicialización, la potencia de la señal recibida para cada subportadora i en el conjunto MEDLEYds se ajustará con el valor g_i transportado en los mensajes O-PMD (para el sentido ascendente) y R-PMD (para el sentido descendente) para hacer una estimación de la potencia de la señal que se recibirá durante el estado de transmisión. Durante el modo diagnóstico de bucle, el ajuste estará limitado al uso de valores de g_i iguales a 0 (para subportadoras a las que no se pueden asignar bits) y 1 (para subportadoras a las que se puede asignar por lo menos un bit). Para el valor SATN determinado durante el estado de transmisión, la potencia de subportadora de la señal recibida será el valor medido.

La potencia de la señal transmitida en dBm, $Txpower_dBm_D(m)$, corresponde a la parte de NOMATP (véase 10.3.4.2.1) que cae en esta banda. Se calculará como la potencia transmitida combinada, sumada para todas las subportadoras de esa banda, que se encuentren en el conjunto MEDLEYds. Durante la transmisión de O-P-MEDLEY, la PSD transmitida para subportadoras del conjunto MEDLEYds tiene el nivel de MREFPSDds ajustado con los valores g_i .

Matemáticamente esto corresponde a:

$$TXpower_dBm_D(m) = 10 \times \log_{10} \Delta f + 10 \times \log_{10} \left(\sum_{i \in \text{MEDLEYds} \cap \text{DS}(m)} \left(10^{\frac{\text{MREFPSD}[i]}{10}} \times g_i^2 \right) \right)$$

Donde $\text{MEDLEYds} \cap \text{DS}(m)$ indica todas las subportadoras del conjunto MEDLEYds que están en la banda m -ésima en sentido descendente, $\text{MREFPSD}[i]$ es el valor de MREFPSDds para la subportadora i en dBm/Hz transmitido en el mensaje O-PRM, g_i es la ganancia (en valor lineal) para la subportadora i , y Δf es la separación entre subportadoras en Hz.

La potencia transmitida para $\text{SATN_U}(m)$ se calculará de la misma forma, pero utilizando las subportadoras del conjunto MEDLEYus que se encuentren en la banda m -ésima en sentido ascendente y el valor de $\text{MREFPSD}[i]$ es el valor de MREFPSDus para la subportadora i en dBm/Hz transmitido en el mensaje R-PRM.

Para el valor SATN determinado durante la inicialización, la potencia de la señal transmitida para cada subportadora i en el conjunto MEDLEYds se ajustará con el valor de g_i transmitido en los mensajes O-PMD (para el sentido ascendente) y R-PMD (para el sentido descendente) para hacer

una estimación de la potencia de la señal transmitida durante el estado de transmisión. Durante el modo diagnóstico de bucle, el ajuste estará limitado a la utilización de valores de g_i iguales a 0 (para subportadoras a las que no se pueden asignar bits) y 1 (para subportadoras a las que se puede asignar por lo menos un bit). Para el valor SATN determinado durante el estado de transmisión, la potencia de la señal transmitida se ajustará con los valores activos de g_i para cada subportadora en el conjunto MEDLEY.

La función PMD en recepción medirá la atenuación de la señal durante el modo diagnóstico de bucle y la inicialización (es decir, se estima la atenuación de la señal al inicio del estado de transmisión). La medición puede actualizarse de forma autónoma y debe actualizarse cuando se solicite durante el estado de transmisión. La atenuación de la señal se enviará a la VME de extremo distante durante la inicialización y en el modo diagnóstico de bucle y se enviará a la VME de extremo cercano cuando lo solicite en cualquier instante. La VME de extremo cercano enviará la SATN_D(m) a la VME de extremo distante cuando lo solicite durante el estado de transmisión.

La atenuación de la señal para cada banda en sentido descendente SATN_D(m) se representará como un número entero sin signo de 10 bits $satn$ con el valor de SATN_D(m) definido como SATN_D(m) = $satn/10$ dB. Este formato de datos soporta para SATN_D(m) una granularidad de 0,1 dB y un margen dinámico de 102,2 dB (de 0 a 102,2 dB).

Un valor SATN_D(m) indicado como $satn = 1023$ es un valor especial. Indica que la atenuación de la señal está fuera de la gama que se puede representar.

11.4.1.1.6 Margen de la relación señal/ruido

11.4.1.1.6.1 Definición general del margen de la relación señal/ruido

El margen de la relación señal/ruido es la cantidad máxima (valor escalar de la ganancia en dB) en que se puede aumentar la PSD de ruido de referencia (en todas las frecuencias pertinentes) para que la BER de cada tren TPS-TC no supere la BER máxima especificada para el correspondiente tren TPS-TC, sin modificar los parámetros PMD (bits y ganancias), ni los parámetros PMS-TC (por ejemplo, L_p , parámetros FEC). La BER está referenciada a la salida de la función PMS-TC (es decir, en la interfaz α/β).

La definición de la PSD de ruido de referencia depende del parámetro de control SNRM_MODE.

11.4.1.1.6.1.1 SNRM_MODE = 1

SNRM_MODE = 1 es una capacidad obligatoria para ambas VTU.

La PSD de ruido de referencia es igual a la PSD del ruido externo recibido en condiciones reales, medida por el transceptor del extremo cercano (es decir, es igual a la PSD de ruido medida por el transceptor del extremo cercano en el decodificador de constelación o en otro punto de referencia interno relevante, cuando la única fuente de ruido es el ruido estacionario externo aplicado a la interfaz U y no está presente ninguna fuente de ruido interna).

NOTA – Matemáticamente se puede ilustrar mediante:

$$\text{Received_External_Noise_PSD} = |H_{\text{RXfilter}}(f)|^2 \times \text{External_Noise_PSD_at_U_interface}$$

11.4.1.1.6.1.2 SNRM_MODE = 2

SNRM_MODE = 2 es una capacidad opcional para ambas VTU.

La PSD de ruido de referencia es igual al valor máximo entre la PSD de ruido externo recibida en condiciones reales (definidas en SNRM_MODE=1) y la PSD de ruido virtual recibida, en un punto de referencia interno común.

La PSD de ruido virtual recibida la determinará el transceptor como se define en la ecuación siguiente:

$$\text{Received_Virtual_Noise_PSD} = |H(f)|^2 \times \text{TXREFVN}$$

donde TXREFVN es el parámetro MIB de la PSD de ruido virtual referido al transmisor.

$|H(f)|^2$ se calcula como:

$$|H(f)|^2 = \frac{\text{Actual_Received_Signal_PSD}}{\text{Actual_Transmit_Signal_PSD}}$$

donde:

Actual_Transmit_Signal_PSD es la PSD real de la señal en transmisión en el transmisor del extremo distante calculada por el transceptor del extremo cercano.

Actual_Received_Signal_PSD es la PSD de la señal real recibida en el transceptor del extremo distante medida por el transceptor del extremo cercano (es decir, es igual a la PSD medida por el transceptor del extremo cercano en el decodificador de constelación o en otro punto de referencia interno pertinente) durante la inicialización y el estado de transmisión.

Matemáticamente, se puede expresar como:

$$\text{Actual_Received_Signal_PSD} = |H_{\text{Rxfilter}}(f)|^2 \times \text{Received_Signal_PSD_at_U_interface}$$

NOTA – Una medición de la PSD de ruido externo en condiciones reales podría ser optimista, puesto que sólo representa un instante en el tiempo y no tiene en cuenta el futuro aumento de la PSD del ruido (por ejemplo, debido a líneas VDSL2 adicionales que se estén conmutando). SNRM_MODE=2 se define para evitar que el algoritmo de carga de bits de la VTU asigne un número de bits excesivamente optimista a una subportadora. Esto se consigue definiendo (mediante el parámetro TXREFVN de la PSD de ruido virtual referido al transmisor) una PSD de ruido prevista que puede ser una función de la frecuencia que se puede utilizar para la carga de bits.

Este método se puede utilizar para evitar o reducir periodos con una BER excesiva con el fin de garantizar la calidad y la estabilidad del servicio. Se espera que la configuración, a través de la MIB, esté basada en la penetración del servicio y en el entorno de ruido previstos.

11.4.1.1.6.2 Parámetro margen de la relación señal/ruido (SNRM)

El parámetro margen de la relación señal/ruido, SNRM, es el margen de la relación señal/ruido (definido en 11.4.1.1.6.1) medido en todas las subportadoras en un sentido de transmisión para el cuál $b_i > 0$. Se tendrá en cuenta la PSD de ruido virtual recibida, definida en 11.4.1.1.6.1.2, cuando se configure en SNRM_MODE=2.

La función PMD en recepción medirá el margen de la relación señal/ruido (SNRM) durante la inicialización. La medición se puede actualizar de forma autónoma y se actualizará cuando se solicite durante el estado de transmisión. El SNRM se enviará a la VTU del extremo distante durante la inicialización y en el modo diagnóstico de bucle y se enviará a la VME del extremo cercano cuando lo solicite en cualquier instante. La VME del extremo cercano enviará el SNRM a la VME del extremo distante cuando lo solicite durante el estado de transmisión.

Para determinar el SNRM, la función PMD en recepción tiene que ser capaz de determinar en primer lugar la tabla de bits y de ganancias. Durante el modo diagnóstico de bucle, la función PMD en recepción utilizará el valor especial para indicar que no se midió el valor de SNRM.

El margen de la relación señal/ruido en sentido descendente se representará como un número entero con signo en complemento dos de 10 bits *snrm*, con el valor de SNRMds definido como SNRMds = *snrm*/10 dB. Este formato de datos soporta una granularidad para SNRMds de 0,1 dB y un margen dinámico para SNRMds de 102,2 dB (de -51,1 a +51,1 dB).

Un valor SNRMds indicado como $snrm = -512$ es un valor especial. Indica que el margen de la relación señal/ruido está fuera de la gama que se puede representar. Durante el modo diagnóstico de bucle, se utilizará el valor especial para indicar que no se midió el valor de SNRMds.

La misma definición y representación se aplicará al margen de la relación señal/ruido en sentido ascendente, SNRMus.

11.4.1.1.6.3 Margen de la relación señal/ruido por banda (SNRM-pb)

El margen de la relación señal/ruido en la banda m -ésima en sentido descendente se indica como SNRM_D(m) y el margen de la relación señal/ruido en la banda m -ésima en sentido ascendente se indica como SNRM_U(m). Para facilitar la notación, esta subcláusula proporciona los requisitos y definiciones en términos de margen de la relación señal/ruido en sentido descendente, aunque las mismas definiciones y requisitos también aplican a SNRM_U(m).

El parámetro margen de la relación señal/ruido por banda SNRM-pb es el margen de la relación señal/ruido (definido en 11.4.1.1.6.1) medido en todas las subportadoras en una determinada banda para la cual $b_i > 0$. Se debe tener en cuenta la PSD de ruido virtual recibida, definida en 11.4.1.1.6.1.2, cuando se configura en SNRM_MODE=2.

El margen de la relación señal/ruido por banda es el máximo incremento (en dB) de la potencia de ruido recibida que se puede tolerar en esa banda, de forma que la VTU siga cumpliendo todas las BER objetivo en todos los canales portadores.

El margen de la relación señal/ruido por banda lo medirá la función PMD en recepción durante la inicialización. La medición se puede actualizar de forma autónoma y se actualizará a petición durante el estado de transmisión. El margen de la relación señal/ruido por banda se enviará a la VME del extremo distante durante la inicialización y en el modo diagnóstico de bucle y se enviará a la VME del extremo cercano cuando lo solicite en cualquier instante. La VME del extremo cercano enviará el SNRM-pb a la VME del extremo distante cuando lo solicite durante el estado de transmisión.

Para determinar el SNRM-pb, la función PMD en recepción tiene que ser capaz de determinar en primer lugar la tabla de bits y de ganancias. Durante el modo diagnóstico de bucle, la función PMD en recepción utilizará el valor especial para indicar que no se midió el valor de SNRM-pb.

El margen de la relación señal/ruido por banda en sentido descendente se representará como un número entero con signo en complemento dos de 10 bits $snrm$, con el valor de SNRM_D(m) definido como $SNRM_D(m) = snrm/10$ dB. Este formato de datos soporta una granularidad para SNRM_D(m) de 0,1 dB y un margen dinámico para SNRM_D(m) de 102,2 dB (de -51,1 a +51,1 dB).

Un valor SNRM_D(m) indicado como $snrm = -512$ es un valor especial. Indica que el margen de la relación señal/ruido está fuera de la gama que se puede representar. Durante el modo diagnóstico de bucle, se utilizará el valor especial para indicar que no se midió el valor de SNRM_D(m).

11.4.1.1.7 Velocidad de datos neta alcanzable (ATTNDR)

La velocidad de datos neta alcanzable es la velocidad de datos neta máxima que las funciones PMS-TC y PMD en recepción están diseñadas para soportar, en las condiciones siguientes:

- funcionamiento con canal portador único y latencia única;
- margen de SNR objetivo igual a los valores configurados TARSNRMds/TARSNRMus en sentido descendente y en sentido ascendente, respectivamente;
- la BER no excederá la BER configurada más alta para uno (o más) de los trayectos de latencia;
- la latencia no excederá la latencia configurada más elevada para uno (o más) de los trayectos de latencia;

- deben tenerse en cuenta todas las ganancias de codificación disponibles (por ejemplo, codificación reticular, FEC) en los límites de latencia;
- deben tenerse en cuenta las características del canal en el instante de la medición; y
- debe tenerse en cuenta la PSD de ruido virtual recibida cuando se configura en SNRM_MODE=2.

Para determinar con precisión la velocidad de datos neta alcanzable (ATTNDR), la función PMD en recepción tiene que ser capaz de determinar en primer lugar la tabla de bits y de ganancias. Por lo tanto, durante el modo diagnóstico de bucle, el valor de ATTNDR para el sentido ascendente y para el sentido descendente se calculará como:

$$\text{ATTNDR} = \sum_{i=0}^{MSI} \min \left\{ \text{round} \left[\log_2 \left(1 + 10^{(\text{SNR}(i \times \Delta f) - \text{SNRGAP} - \text{TARSNRM})/10} \right) \right], 15 \right\} \times 4 \text{ kbit/s}$$

con $\text{SNR}(i \times \Delta f)$ en dB como se define en 11.4.1.1.3, pero teniendo en cuenta la PSD de ruido virtual recibida cuando está configurada en SNRM_MODE=2 y SNRGAP=9,75 dB (véase la nota 1).

NOTA 1 – El valor de SNRGAP está definido para una tasa de errores en los bits de 10^{-7} en 4-QAM.

NOTA 2 – El valor calculado para ATTNDR durante el modo diagnóstico de bucle puede no ser igual al valor calculado durante el estado de transmisión con los mismos parámetros PMD y bajo las mismas condiciones del bucle.

La velocidad de datos neta alcanzable la calcularán las funciones PMS-TC y PMD en recepción durante el modo diagnóstico de bucle y la inicialización. La medida se puede actualizar de forma autónoma y se actualizará cuando se solicite durante el estado de transmisión. La velocidad de datos neta alcanzable se enviará a la VME del extremo distante durante la inicialización y en el modo diagnóstico de bucle y se enviará cuando lo solicite a la VME del extremo cercano en cualquier instante. La VME del extremo cercano enviará la ATTNDR a la VME del extremo distante cuando lo solicite durante el estado de transmisión.

La velocidad de datos neta alcanzable se representará como un número entero sin signo de 32 bits *attndr*, con el valor de ATTNDR definido como $\text{ATTNDR} = \text{attndr}$ bit/segundo. Este formato de datos soporta una granularidad para ATTNDR de 1 bit.

No se define ningún valor especial.

11.4.1.1.8 Potencia combinada real en transmisión (ACTATP)

La potencia combinada real en transmisión (ACTATP) es la cantidad total de potencia de salida entregada por la función PMD en transmisión al punto de referencia U (en dB) en el instante de la medición. La función PMD en transmisión tomará la NOMATP (véase 10.3.4.2.1) como la estimación más idónea de la potencia combinada real en transmisión en el extremo cercano.

La función PMD en transmisión tomará la NOMATP (véase 10.3.4.2.1) como la estimación más idónea de la potencia combinada real en transmisión en el extremo distante.

La VTU calculará la potencia combinada real en transmisión en el extremo cercano y en el extremo distante durante la inicialización utilizando los valores asignados de g_i . La medición se puede actualizar de forma autónoma y se actualizará cuando se solicite durante el estado de transmisión. La potencia combinada real en transmisión en el extremo cercano y en el extremo distante se enviará cuando lo solicite a la VME del extremo cercano. La VME del extremo cercano enviará la ACTATP del extremo cercano y del extremo distante a la VME del extremo distante cuando lo solicite durante el estado de transmisión.

Para determinar la potencia combinada real en transmisión en el extremo cercano (ACTATP), la función PMD en transmisión tiene en primer lugar que recibir la tabla de bits y de ganancias de la función PMD en recepción. Por lo tanto, durante el modo diagnóstico de bucle, se determinarán los valores de g_i iguales a 1 (para todas las subportadoras en el conjunto MEDLEY).

La potencia combinada real en transmisión se representará como un número entero con signo en complemento dos de 10 bits $actatp$, con el valor ACTATP definido como $ACTATP = actatp/10$ dB. Este formato de datos soporta una granularidad para ACTATP de 0,1 dB y un margen dinámico para ACTATP de 62 dB (de -31 a +31 dB).

Un valor ACTATP indicado como $actatp = -512$ es un valor especial. Indica que la potencia combinada real en transmisión está fuera de la gama que se puede representar.

11.4.2 Parámetros de configuración

11.4.2.1 PSD de ruido virtual referida al transmisor

Esta subcláusula describe el parámetro PSD de ruido virtual referida al transmisor TXREFVN, utilizado únicamente en el modo margen de SNR opcional SNRM_MODE=2.

11.4.2.1.1 Definición del parámetro TXREFVN

El parámetro de configuración TXREFVN define la PSD de ruido virtual referida al transmisor que se debe utilizar para determinar el margen de SNR.

La MIB de CO proporcionará un conjunto de parámetros TXREFVN para cada banda utilizada cuando SNRM_MODE=2.

La PSD de ruido virtual referida al transmisor en la MIB de CO se especificará mediante un conjunto de puntos críticos.

Cada punto crítico estará constituido por un índice de subportadora t_n y una PSD de ruido (expresada en dBm/Hz). El parámetro TXREFVN para cada banda utilizada será un conjunto de puntos críticos que se representan mediante $[(t_1, PSD_1), (t_2, PSD_2), \dots, (t_n, PSD_n), (t_{NBP}, PSD_{NBP})]$, donde t_1 y t_{NBP} son, respectivamente, las frecuencias de los extremos inferior y superior de la banda.

Los índices de subportadora t_i se codificarán en la MIB de CO como números enteros sin signo en la gama $t_1 = \text{roundup}(f_x/Df)$ a $t_{NBP} = \text{rounddown}(f_{x+1}/Df)$, donde f_x, f_{x+1} son las frecuencias de separación de la banda inferior y superior determinadas por el plan de bandas aplicado, que se especifican en 7.1, y $Df = 4,3125$ kHz. Los puntos críticos se definirán de forma que $t_n < t_{n+1}$ para $n = 1$ a $N - 1$; la frecuencia f_n correspondiente al índice t_n viene dada por: $f_n = t_n \times Df$. El valor de Df es independiente de la separación entre subportadoras Δf utilizada para la modulación DMT. Cuando la VTU funciona con una separación entre subportadoras de 8,625 kHz, todos los valores impares de t_i serán considerados por la VTU, redondeados al siguiente valor par más bajo, y los valores t_1 y t_{NBP} se redondearán (por exceso y por defecto, respectivamente) a valores pares.

Los valores para la PSD de ruido virtual referida al transmisor se codificarán como números enteros sin signo de 8 bits que representan las PSD de ruido virtual entre -40 dBm/Hz (codificada como 0) y -140 dBm/Hz (codificada como 200), en saltos de 0,5 dBm/Hz. Los valores entre el 201 y 255, ambos inclusive, corresponden a una PSD de ruido virtual de cero W/Hz (menos infinitos dBm/Hz).

El número máximo de puntos críticos es de 32 en el sentido descendente y de 16 en el ascendente.

El parámetro en sentido descendente es TXREFVNds y el parámetro en sentido ascendente es TXREFVNus.

11.4.2.1.2 Utilización del parámetro TXREFVN

La PSD de ruido virtual referida al transmisor se obtendrá, para cada subportadora i , mediante una interpolación lineal en dB en una escala de frecuencias lineal de la forma siguiente:

$$TX_referred_Virtual_Noise_PSD(i) = PSD_n + (PSD_{n+1} + PSD_n) \times \frac{\left(\frac{i*\Delta f}{Df}\right)^{-t_n}}{t_{n+1} - t_n} \quad t_n < \left(\frac{i*\Delta f}{Df}\right) \leq t_{n+1}$$

donde Δf es la separación entre subportadoras real utilizada por la modulación DMT.

El transceptor del extremo cercano debería aplicar la PSD de ruido virtual recibida (véase 11.4.1.1.6.1.2) en el punto del decodificador de constelación (es decir, el transceptor no necesita tener en cuenta los efectos de las pérdidas DFT entre una subportadora y otra). Se deben tener en cuenta todos los efectos para la determinación de TXREFVN en la MIB de CO.

NOTA 1 – El método anterior es equivalente a que el transceptor en el extremo cercano calcule su carga binaria mediante la siguiente relación SNR de ruido virtual para la subportadora con índice i en el decodificador de constelación (todos los términos se expresan en dB).

$$Virtual_Noise_SNR(i) = S_tx(i) - N_tx(i) + 20 \times \log_{10}(g_i)$$

donde:

$$S_tx(i) = MREFPSD(i)$$

$$N_tx(i) = TX_referred_Virtual_Noise_PSD(i)$$

y $MREFPSD(i)$ es el valor de la PSD de referencia MEDLEY en el transmisor en el extremo distante para la subportadora con índice i , obtenido por interpolación de los puntos críticos de la información de la PSD de referencia MEDLEY ($MREFPSD$) intercambiada en los mensajes O-PRM y R-PRM durante la inicialización.

$TX_referred_Virtual_Noise_PSD(i)$ es el valor de la PSD de ruido virtual referida al transmisor para la subportadora con índice i , obtenido por interpolación de los puntos críticos de TXREFVN enviados en el mensaje O-SIGNATURE durante la inicialización.

g_i es el ajuste de ganancia para la subportadora con índice i como se define en 10.3.4.

NOTA 2 – La fijación inadecuada de TXREFVN puede influir en los valores de uno o más de los parámetros siguientes: velocidad de datos neta máxima, margen máximo de la SNR en sentido descendente, protección contra el ruido impulsivo y retardo de entrelazado máximo. Esta interacción puede dar lugar a niveles altos de potencia transmitida que pueden provocar una diafonía alta en las DSL en otros pares del mismo mazo.

12 Métodos de activación de enlaces y procedimientos

12.1 Visión general

12.1.1 Diagrama de estados de enlace y de temporización

En la figura 12-1 se muestra el diagrama de estados del enlace y los procedimientos de activación/desactivación para VDSL2.

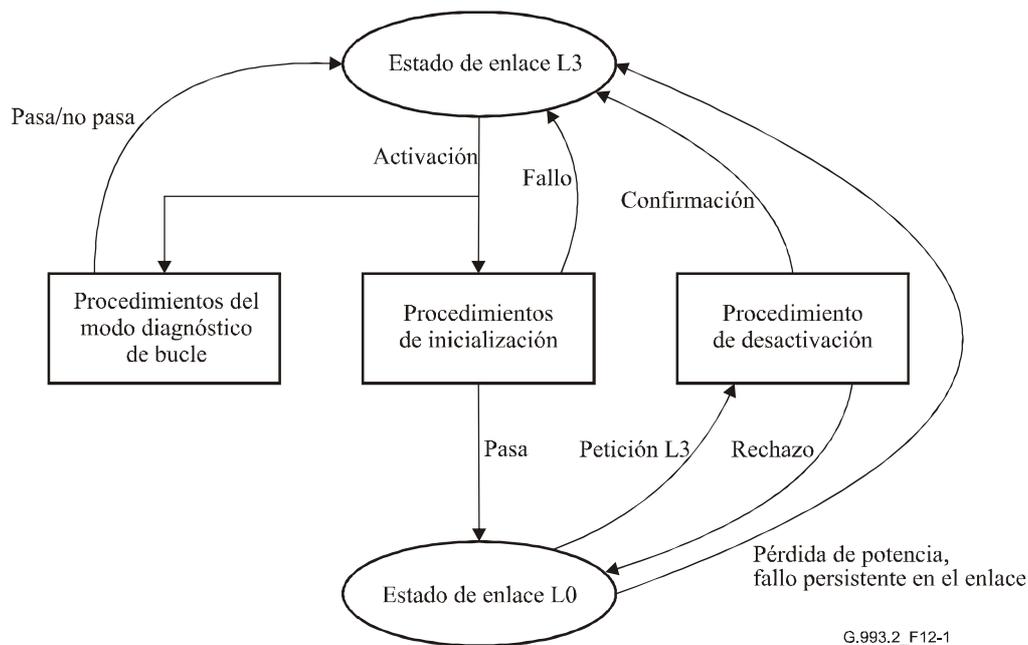


Figura 12-1/G.993.2 – Diagrama de estados de enlace y procedimientos de activación/desactivación para VDSL2

La figura 12-1 tiene dos estados de enlace (L0 y L3) y también incluye los procedimientos que permiten al módem pasar de un estado de enlace al otro. Los estados de enlace se muestran en las casillas ovaladas, mientras que los procedimientos se muestran en casillas rectangulares.

12.1.2 Estados de enlace

L3 es el estado en el que se aprovisiona al módem a través de una interfaz de gestión para el servicio deseado por el operador. En este estado, el módem no transmite ninguna señal. En el estado de enlace L3, una VTU puede decidir utilizar el procedimiento de inicialización. Una VTU que reciba una señal de capa superior para su activación utilizará el procedimiento de inicialización definido en 12.3. Una VTU que detecte las señales del procedimiento de inicialización en el punto de referencia U, si está habilitada, responderá utilizando el procedimiento de inicialización. Si está inhabilitada, la VTU se mantendrá en el estado de enlace L3.

L0 es un estado que se logra una vez completado con éxito el procedimiento de inicialización. En este estado el enlace transportará información de usuario con características de calidad de funcionamiento normalizadas. El módem volverá al estado L3 si se suprime la alimentación (petición L3, véase 11.2.3.9), por pérdida de potencia o por fallos persistentes en el enlace durante el estado de transmisión.

12.1.3 Procedimientos de inicialización

Durante la fase de toma de contacto G.994.1 del procedimiento de inicialización, las VTU intercambian listas de capacidades y acuerdan un modo común de acondicionamiento y de operación utilizando el protocolo G.994.1. Si se completa con éxito la fase de toma de contacto G.994.1 se iniciará la fase de búsqueda de canal de la inicialización o el modo diagnóstico de bucle (dependiendo de cuál se seleccione). El fracaso en la fase de toma de contacto G.994.1 hace que se vuelva al estado L3. El procedimiento de toma de contacto se describe en 12.3.2 y en la Rec. UIT-T G.994.1 [2].

Durante las fases de búsqueda de canal de la inicialización, de acondicionamiento y de análisis e intercambio de canal, las VTU instruyen a sus transceptores respectivos después de identificar el modo común de funcionamiento. Durante estas fases, los transceptores identifican las condiciones

del canal, intercambian parámetros para su funcionamiento en el estado de transmisión, etc. Una vez completado con éxito el procedimiento de inicialización, los transeptores pasan al estado L0 (estado de transmisión). Una vez completado con éxito el procedimiento de inicialización, las VTU vuelven al estado L3. Las fases de inicialización se describen en 12.3.3 a 12.3.5.

12.1.4 Desactivación, pérdida de potencia y fallo persistente del enlace

El procedimiento de desactivación permite la desconexión ordenada del enlace. El módem seguirá los procedimientos descritos en 11.2.3.9 para pasar del estado L0 al estado L3.

En el caso de una pérdida en la potencia recibida (pérdida de potencia) o de un fallo persistente en el enlace, la VTU pasará del estado L0 al estado L3.

La VTU declarará una pérdida de potencia cuando se declare un fallo LOS persistente. El fallo LOS persistente se declara tras $2,5 \pm 0,5$ s de fallo LOS en el extremo cercano estando *los* todavía presente (véase 11.3.1.3). Un fallo LOS se declara tras $2,5 \pm 0,5$ s de *los* contigua, o si está presente *los* cuando se ha cumplido el criterio de fallo LOF (véase la definición de fallo LOF más adelante). Un fallo LOS desaparece después de $10 \pm 0,5$ s sin *los*.

La VTU declarará un fallo persistente del enlace cuando se declare un fallo LOF persistente. Un fallo LOF persistente se declara tras $2,5 \pm 0,5$ s de fallo LOF en el extremo cercano, estando todavía presente *sef* (véase 11.3.1.3). Un fallo LOF se declara tras $2,5 \pm 0,5$ s de *sef* en el extremo cercano contiguo, salvo cuando esté presente un fallo *los* o LOF (véase la definición de fallo LOS anterior). Un fallo LOF desaparece cuando se declara un fallo LOS o después de $10 \pm 0,5$ s sin *sef*.

12.1.5 Procedimiento de diagnóstico de bucle

El modo diagnóstico de bucle pretende identificar las condiciones del canal en ambos extremos del bucle sin pasar por el estado L0. Los módems volverán al estado L3 una vez completado el modo diagnóstico de bucle. El modo diagnóstico de bucle se describe en 12.4.

12.2 Canal de operaciones especiales (SOC, *special operations channel*)

El SOC proporciona una comunicación bidireccional de mensajes entre la VTU-O y la VTU-R para soportar los procedimientos de inicialización, arranque rápido y diagnóstico de bucle.

El SOC tiene dos estados: activo e inactivo. Su estado viene determinado por las etapas de inicialización, como se indica en los diagramas de tiempo en las figuras 12-4, 12-7 y 12-9 y se describe en las tablas de resumen de señales y mensajes en 12.3.3, 12.3.4 y 12.3.5.

12.2.1 Formato de mensaje

El SOC utilizará un formato del tipo HDLC con relleno de bytes (transparencia de octetos) y una secuencia de verificación de trama (FCS) para supervisar errores como se especifica en la Rec. UIT-T G.997.1 [4].

La estructura de una trama HDLC será como se muestra en la figura 12-2.

Tamaño en octetos	Significado	Valor
1	Bandera	7E ₁₆
1	Campo de dirección	Índice del mensaje
1	Campo de control	Índice de segmentación
Hasta 1024	Cabida útil de información	Bytes de cabida útil
1	Secuencia de verificación de trama	FCS
1	Secuencia de verificación de trama	FCS
1	Bandera	7E ₁₆

Figura 12-2/G.993.2 – Estructura de las tramas HDLC utilizadas en el protocolo SOC

El índice de mensaje depende del modo acuse de recibo (es decir, AR o RQ) y de si se ha repetido un mensaje. Se define en 12.2.2.

El índice de segmentación facilita la segmentación de mensajes como se describe en 12.2.6. Si no se utiliza segmentación, el índice de segmentación se fijará a 11₁₆. El número de bytes SOC (antes del relleno de bytes) transmitido en una sola trama HDLC no será superior a 1024.

12.2.2 Protocolo de comunicación

El SOC utilizará un modo repetición automática (AR) o un modo petición de repetición (RQ).

12.2.2.1 Modo repetición automática (AR)

En el modo AR, se repetirán automáticamente los mensajes encapsulados en tramas HDLC. Se insertarán entre tramas sucesivas por lo menos cuatro banderas en reposo (7E₁₆).

El índice del mensaje se fijará siempre a 01₁₆ en el modo AR. El índice de segmentación se fijará a 11₁₆ si el mensaje no está segmentado y como se especifica en 12.2.6 si el mensaje está segmentado.

El cuadro 12-1 muestra la estructura de cada trama HDLC en el modo AR.

Cuadro 12-1/G.993.2 – Tramas HDLC en el modo AR

Campo	Contenido
Bandera	7E ₁₆
Índice de mensaje	01 ₁₆
Índice de segmentación	11 ₁₆ si no está segmentado; como en 12.2.6 si está segmentado
Cabida útil de información	Variable, hasta 1024 bytes
FCS	Variable
FCS	Variable
Bandera	7E ₁₆

El envío de un mensaje en el modo AR finalizará al recibir un acuse de recibo del mensaje. El acuse de recibo se puede enviar en cualquier instante.

12.2.2.2 Modo petición de repetición (RQ)

En el modo RQ, los mensajes encapsulados en una trama HDLC se enviarán solo una vez. No obstante, la VTU que espera el mensaje tendrá la oportunidad de solicitar al extremo distante que repita el mensaje enviando un mensaje O/R-REPEAT_REQUEST cuando el mensaje esperado tenga una FCS errónea o cuando haya expirado un temporizador. Tras dos intentos sin éxito de O/R-REPEAT_REQUEST, se abortará la activación (es decir, se considerará como una activación fracasada). El valor de temporización será de 2 s. La VTU iniciará el contador de temporización al transmitir el último byte del mensaje (segmento) y detendrá el contador al recibir el campo de control del mensaje (segmento) entrante esperado. Para el primer mensaje (segmento) después de la activación/reactivación del SOC, la VTU iniciará la temporización desde el instante de activación hasta la recepción del campo de control del mensaje (segmento), de conformidad con el protocolo de intercambio de mensajes específico definido en 12.3.3., 12.3.4 y 12.3.5.

En el modo RQ, una VTU nunca enviará un mensaje (segmento) antes de recibir un acuse de recibo del mensaje (segmento) enviado con anterioridad. Este acuse de recibo podría ser un mensaje conforme con el protocolo de intercambio de mensajes de la fase de inicialización específica o una señal especial (O-P-SYNCHRO o R-P-SYNCHRO) como se describe en 12.3.3, 12.3.4 y 12.3.5. Una vez recibido el acuse de recibo, no se volverán a enviar los mensajes (segmentos).

Al entrar en el modo RQ, el índice del mensaje se fijará inicialmente a 01_{16} y se incrementará una unidad cuando se reciba el acuse de recibo de un mensaje. El índice volverá al inicio en caso de sobrecarga. El valor 00_{16} tiene un significado especial, como se describe a continuación, y debe evitarse. Esto significa que el valor del índice FF_{16} estará seguido por 01_{16} . El índice no se incrementará si se recibe un mensaje O/R-REPEAT_REQUEST. El índice de segmentación se fijará a 11_{16} si el mensaje no está segmentado y como se especifica en 12.2.6, si el mensaje está segmentado. El índice del mensaje y el índice de segmentación del mensaje (segmento) no se debe cambiar, si se vuelve a enviar el mensaje (segmento).

El índice de mensaje y el índice de segmentación del mensaje O/R-REPEAT_REQUEST se fijarán a 00_{16} . Estos campos serán ignorados por el receptor (puesto que solo puede haber un mensaje o un segmento sin acuse de recibo al mismo tiempo).

12.2.3 Correspondencia de los datos SOC

Un mensaje SOC debe incluir un número entero de octetos. Todos los octetos se enviarán con el LSB en primer lugar. Un mensaje SOC puede estar subdividido en campos. Un campo puede tener valores de parámetros expresados en más de un byte. En este caso, el campo se dividirá en bytes enviando en primer lugar el byte que contiene los MSB del valor del parámetro. Por ejemplo, un campo que transporta un valor m_{15}, \dots, m_0 de 16 bits se dividirá en un primer byte $B_0 = m_{15} \dots m_8$ y en un segundo byte $B_1 = m_7 \dots m_0$. La descripción de los campos para mensajes específicos se ofrece en detalle en 12.3.3, 12.3.4 y 12.3.5. Se ignorarán todos los campos siguientes a los campos definidos para un determinado mensaje.

NOTA – Si futuras versiones de esta Recomendación añaden más campos a los ya definidos, por razones de compatibilidad hacia atrás, estos campos tienen que estar anexados a los campos definidos actualmente.

Algunos mensajes SOC pueden contener diversos campos. Algunos campos se pueden unir para formar una entidad lógica, denominada macrocampo, como el "descriptor PSD" y el "descriptor de bandas", que se describen en 12.3.3.2.1.1.

12.2.4 SOC en reposo (O-IDLE, R-IDLE)

Cuando el SOC de las VTU-O se encuentra en el estado activo pero en reposo (es decir, no tiene mensajes que enviar), enviará O-IDLE. De forma similar, la VTU-R enviará R-IDLE cuando su SOC se encuentra en el estado activo pero en reposo.

O-IDLE y R-IDLE estarán constituidos por banderas HDLC: $7E_{16}$. Este octeto se enviará repetidamente en lugar de las tramas HDLC.

12.2.5 Mensajes SOC

12.2.5.1 Códigos de mensaje

La cabida útil de información de cada mensaje SOC empezará con un campo de un byte que contenga un único código para identificar el tipo de mensaje. Para mensajes de un byte el código de mensaje es el único contenido del mensaje. En el cuadro 12-2 se muestran los códigos de mensaje para todos los mensajes definidos.

NOTA – Aparte de O/R-REPEAT_REQUEST y O/R-ACK-SEG que tienen códigos de mensaje especiales, los mensajes enviados por la VTU-O tienen el MSB igual a CERO, mientras que los mensajes enviados por la VTU-R tienen el MSB igual a UNO.

Cuadro 12-2/G.993.2 – Códigos de mensaje para mensajes SOC

Mensaje SOC	Código de mensaje	Notas
O/R-REPEAT_REQUEST	55 ₁₆	(Nota)
O/R-ACK-SEG	0F ₁₆	(Nota)
Mensajes de la VTU-O		
O-ACK	00 ₁₆	(Nota)
O-SIGNATURE	01 ₁₆	Véase 12.3.3.2.1.1
O-UPDATE	02 ₁₆	Véase 12.3.3.2.1.2
O-MSG 1	03 ₁₆	Véase 12.3.5.2.1.1
O-PRM	04 ₁₆	Véase 12.3.3.2.1.3
O-TA_UPDATE	05 ₁₆	Véase 12.3.4.2.1.1
O-TPS	06 ₁₆	Véase 12.3.5.2.1.2
O-PMS	07 ₁₆	Véase 12.3.5.2.1.3
O-PMD	08 ₁₆	Véase 12.3.5.2.1.4
O-PRM-LD	09 ₁₆	Véase 12.4.2.1.1
O-MSG-LD	0A ₁₆	Véase 12.4.3.1.1
Mensajes de la VTU-R		
R-ACK	80 ₁₆	(véase nota)
R-MSG 1	81 ₁₆	Véase 12.3.3.2.2.1
R-UPDATE	82 ₁₆	Véase 12.3.3.2.2.2
R-MSG 2	83 ₁₆	Véase 12.3.5.2.2.1
R-PRM	84 ₁₆	Véase 12.3.3.2.2.3
R-TA_UPDATE	85 ₁₆	Véase 12.3.4.2.2.1
R-TPS-ACK	86 ₁₆	Véase 12.3.5.2.2.2
R-PMS	87 ₁₆	Véase 12.3.5.2.2.3
R-PMD	88 ₁₆	Véase 12.3.5.2.2.4
R-PRM-LD	89 ₁₆	Véase 12.4.2.1.2
R-MSG-LD	8A ₁₆	Véase 12.4.3.1.2
NOTA – Es la totalidad de la cabida útil del mensaje.		

12.2.5.2 O/R-REPEAT_REQUEST

Este mensaje se utilizará en el modo RQ para solicitar al extremo distante que vuelva a enviar el último mensaje (segmento) sin acuse de recibo, como se describe en 12.2.2.2. El formato del mensaje será como se especifica en 12.2.1 y la cabida útil será la especificada en el cuadro 12-2.

En el modo AR se ignorarán los mensajes O/R-REPEAT_REQUEST.

12.2.5.3 O/R-ACK-SEG

Este mensaje se utilizará en el modo RQ para acusar recibo de la recepción de segmentos intermedios de un mensaje segmentado, como se describe en 12.2.2.2. El formato del mensaje será como se especifica en 12.2.1 y la cabida útil será la especificada en el cuadro 12-2.

En el modo AR, y cuando no se utilice segmentación, se ignorarán todos los mensajes O/R-ACK-SEG.

12.2.5.4 Mensajes de la VTU-O y de la VTU-R

Estos mensajes se describen detalladamente en 12.3.3, 12.3.4 y 12.3.5.

12.2.6 Segmentación de mensajes

Los mensajes que superan el tamaño máximo autorizado (1024 bytes) se deben segmentar antes de su transmisión. Los mensajes de tamaño inferior a 1024 bytes también se pueden segmentar para mejorar la robustez. Para permitir la segmentación se incluye un índice de segmentación en el campo de control de la trama HDLC. Los cuatro MSB del campo indicarán el número de segmentos, hasta un máximo de 15, en que se ha troceado el mensaje. Los cuatro LSB de este campo indicarán el índice del segmento vigente empezando a partir de 1_{16} . Por ejemplo, un valor del índice de segmento de 93_{16} indica el tercer segmento de un total de nueve. En el caso de que no se segmente el mensaje, el valor del campo será 11_{16} .

En el modo RQ, se enviará un acuse de recibo (O/R-ACK-SEG) para todos los segmentos salvo el último. Normalmente el último segmento indica el final del mensaje y por lo tanto su acuse de recibo estará en la respuesta al mensaje. El mensaje O/R-ACK-SEG (véase el cuadro 12-2) se utilizará para acusar recibo de la recepción de los restantes segmentos. El mensaje O/R-ACK-SEG tendrá su índice de mensaje asignado por la regla genérica definida en 12.2.2.2. y se incrementará en 1 cuando se reciba un nuevo segmento. El índice de segmentación de cada mensaje O/R-ACK-SEG se fijará a 11_{16} . Una vez acusado recibo, no se volverán a transmitir los segmentos ni se solicitará su retransmisión.

En el modo AR se realizará la segmentación de la misma forma, pero no habrá acuse de recibo (O/R-ACK-SEG) entre los diferentes segmentos del mismo mensaje. Los segmentos se enviarán en orden secuencial. Todos los segmentos se enviarán antes de repetir el mensaje.

12.3 Procedimiento de inicialización

12.3.1 Visión general

La inicialización de un par VTU-O/VTU-R incluye las tareas principales siguientes:

- definición de un modo de operación común (perfil, plan de bandas y valores iniciales de los parámetros de modulación básicos);
- sincronización (alineamiento del reloj de muestreo y alineamiento de símbolos);
- transferencia desde la VTU-O a la VTU-R de los parámetros de transmisión, incluida la información sobre las máscaras de PSD a utilizar, las bandas de RFI (por ejemplo, bandas de radioaficionados) a proteger y las velocidades de datos objetivo en ambos sentidos de transmisión;
- identificación de canal;

- identificación de ruido;
- cálculo de los parámetros de tramas, entramado y codificación, así como tablas de carga de bits y de ganancias; e
- intercambio de los parámetros del módem (incluidos valores RS, parámetros de entrelazado, fijaciones de entramado, tablas de carga de bits y de ganancias).

El modo común de operación se negociará durante la fase de toma de contacto G.994.1. Información como la máscara de PSD, las ubicaciones de las bandas de RFI a atenuar y las velocidades de datos objetivo deberá estar disponible inicialmente en la VTU-O a través de la MIB.

La secuencia de la figura 12-3 proporciona una visión general del procedimiento de inicialización que incluye cuatro fases. A continuación de la fase de toma de contacto G.994.1 inicial se aplica una reducción de la potencia en sentido ascendente y se establece un enlace dúplex entre la VTU-O y la VTU-R durante la fase de búsqueda de canal para fijar las PSD de las señales transmitidas y los principales parámetros de modulación. Durante la fase de acondicionamiento pueden acondicionarse todos los ecualizadores en el dominio temporal (TEQ) y los canceladores de eco, y se ajusta el avance de temporización. Durante la fase de análisis e intercambio de canal, los dos módems medirán las características del canal y los parámetros de intercambio a utilizar durante el estado de transmisión.

VTU-O

Toma de contacto G.994.1 (12.3.2)	Búsqueda de canal (12.3.3)	Acondicionamiento (12.3.4)	Análisis e intercambio de canal (12.3.5)
--------------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	---

VTU-R

Toma de contacto G.994.1 (12.3.2)	Búsqueda de canal (12.3.3)	Acondicionamiento (12.3.4)	Análisis e intercambio de canal (12.3.5)
--------------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	---

Figura 12-3/G.993.2 – Visión general del procedimiento de inicialización

La transición hacia la fase siguiente de inicialización se producirá una vez completadas todas las tareas de una fase. Se define un periodo de temporización para cada fase para evitar la suspensión del procedimiento de inicialización. La violación de la temporización o la incapacidad de completar una tarea provoca la suspensión del proceso de activación (activación fallida).

El procedimiento de inicialización se suspenderá inmediatamente después de que se descubra alguno de los eventos siguientes:

- expiración de temporización de cualquier fase;
- falta de una tarea o tarea incompleta durante cualquier fase;
- violación del protocolo de inicialización durante cualquier fase (incluido sobrepasar el tiempo para el acuse de recibo de un mensaje SOC); o
- detección de 250 ms de silencio no previstos.

En todas las fases, el contador de temporización se iniciará cuando la VTU entra en la fase y se reinicializará al completar la fase. Se deben utilizar los valores siguientes de temporización:

- fase de toma de contacto G. 994.1: como se define en la Rec. UIT-T G.994.1 [2];
- fase de búsqueda de canal: 10 s;
- fase de acondicionamiento: 10 s; y
- fase de análisis e intercambio de canal: 10 s.

El intercambio de información entre la VTU-O y la VTU-R durante todas las fases de inicialización, salvo la fase de toma de contacto G.994.1, se realizará utilizando el protocolo de mensajes en el canal de operaciones especiales (SOC) definido en 12.2.

12.3.2 Fase de toma de contacto G.994.1

Los procedimientos detallados de la fase de toma de contacto G.994.1 se definen en la Rec. UIT-T G.994.1 [2].

12.3.2.1 Toma de contacto – VTU-O

Una VTU-O, después de su activación, una pérdida de señal o la recuperación de errores durante el procedimiento de inicialización, entrará en el estado inicial G.994.1, CSILENT1. La VTU-O puede activar el enlace o responder a R-TONES-REQ (activación iniciada por la VTU-R) pasando a C-TONES. La operación proseguirá entonces de conformidad con los procedimientos definidos en la Rec. UIT-T G.994.1 [2].

Si los procedimientos G.994.1 seleccionan esta Recomendación como modo de operación, la VTU-O continuará con la inicialización G.993.2 al concluir la operación G.994.1.

12.3.2.1.1 Mensajes CL

Una VTU-O que quiera indicar capacidades de tipo G.993.2 en un mensaje CL G.994.1 lo hará fijando a UNO el bit SPar(1) G.993.2 como se define en el cuadro 11.0.4/G.994.1 [2]. Los campos NPar(2) (cuadro 11.67/G.994.1 [2]) y SPar(2) (cuadro 11.68/G.994.1 [2]) correspondientes al bit SPar(1) G.993.2 se definen en los cuadros 12-3 y 11-4, respectivamente. Para cada bit SPar(2) G.993.2 fijado a UNO, también estará presente un campo NPar(3) correspondiente (empezando según el cuadro 11.68.1 de 9.4/G.994.1 [2]). El cuadro 12-5 muestra las definiciones y codificación para los campos NPar(3) de CL de la VTU-O.

Cuadro 12-3/G.993.2 – Definiciones del bit NPar(2) del mensaje CL de la VTU-O

Bit NPar(2) G.994.1	Definición del bit NPar(2)
Modo totalmente digital	Si se fija a UNO, significa que la VTU-O soporta el modo totalmente digital.
Soporte de ruido virtual en sentido descendente	Si se fija a UNO, significa que la VTU-O soporta la utilización del mecanismo de ruido virtual en sentido descendente.
Prueba de línea	Siempre se fija a UNO en un mensaje CL de la VTU-O.
Modo diagnóstico de bucle	Se fija a UNO, si la VTU-O solicita el modo diagnóstico de bucle.

Cuadro 12-4/G.993.2 – Definiciones del bit SPar(2) del mensaje CL de la VTU-O

Bit SPar(2) G.994.1	Definición del bit SPar(2)
Perfiles	Siempre se fija a UNO.
Bandas en sentido ascendente	Siempre se fija a UNO.
Bandas en sentido descendente	Siempre se fija a UNO.
Bandas RFI	Si se fija a UNO, indica que están habilitadas las reducciones de PSD en transmisión en la banda RFI. Si se fija a CERO indica que están deshabilitadas las reducciones de PSD en transmisión en la banda RFI (nota 1).
Tamaño de la IDFT inicial ($2N$)	Siempre se fija a UNO.
Longitudes de CE	Si se fija a CERO, indica que la VTU-O puede soportar sólo la longitud de CE obligatoria de $5N/32$ para un tamaño de IDFT igual a $2N$. Si se fija a UNO, indica que la VTU-O soporta longitudes de CE opcionales además de la obligatoria.
US0 del anexo A (nota 2)	Si se fija a UNO, indica que el bit NPar(3) correspondiente indicará cuál de las máscaras de PSD de US0 descritas en el anexo A está soportada en la VTU-O.
US0 del anexo B (nota 2)	Si se fija a UNO, indica que el bit NPar(3) correspondiente indicará cuál de las máscaras de PSD de US0 descritas en el anexo B está soportada en la VTU-O.
US0 del anexo C (nota 2)	Si se fija a UNO, indica que el bit NPar(3) correspondiente indicará cuál de las máscaras de PSD de US0 descritas en el anexo C está soportada en la VTU-O.
NOTA 1 – Las bandas de RFI se aplicarán en ambos sentidos de transmisión.	
NOTA 2 – Por lo menos uno de estos bits se fijará a UNO.	

Cuadro 12-5/G.993.2 – Definiciones del bit NPar(3) del mensaje CL de la VTU-O

Bit SPar(2) G.994.1	Definición del bit NPar(3)
Perfiles	Cada perfil válido está representado por un bit en un campo de 8 bits. Los perfiles válidos son: 8a, 8b, 8c, 8d, 12a, 12b, 17a y 30a. Cada perfil soportado por la VTU-O se indica fijando su bit correspondiente a UNO.
Bandas en sentido ascendente	Para un determinado plan de bandas, como se define en los anexos relativos a las regiones, este campo NPar(3) incluirá todas las bandas en sentido ascendente en orden creciente empezando en f_2 (como se muestra en la figura 7-1) y finalizando en la banda más alta necesaria para el perfil con la frecuencia más elevada para el que se indica el soporte. Se pueden definir hasta cuatro bandas en sentido ascendente. Cada banda se definirá mediante un índice de subportadora de inicio y un índice de subportadora de finalización utilizando 13 bits para cada valor de índice. Los índices de subportadora representarán una separación entre subportadoras de 4,3125 kHz.

Cuadro 12-5/G.993.2 – Definiciones del bit NPar(3) del mensaje CL de la VTU-O

Bit SPar(2) G.994.1	Definición del bit NPar(3)
Bandas en sentido descendente	Para un determinado plan de bandas, como se define en los anexos relativos a las regiones, este campo NPar(3) incluirá todas las bandas en sentido descendente en orden creciente empezando en f_1 (como se muestra en la figura 7-1) y finalizando en la banda más alta necesaria para el perfil con la frecuencia más elevada para el que se indica el soporte. Se pueden definir hasta cuatro bandas en sentido descendente. Cada banda se definirá mediante un índice de subportadora de inicio y un índice de subportadora de finalización utilizando 13 bits para cada valor de índice. Los índices de subportadora representarán una separación entre subportadoras de 4,3125 kHz.
Bandas de RFI	Este campo NPar(3) indicará en orden creciente el índice de subportadora de inicio y el índice de subportadora de finalización para cada banda de RFI en la que la PSD en transmisión se debe reducir por debajo de -80 dBm/Hz. Cada índice está representado por 13 bits. Se pueden definir hasta 16 bandas de RFI. Los índices de subportadora representarán una separación entre subportadoras de 4,3125 kHz.
Tamaño de la IDFT inicial ($2N$)	Este campo NPar(3) indica el tamaño de la IDFT inicial en sentido descendente que la VTU-O debe utilizar al principio de la fase de búsqueda de canal, codificado como un número entre 7 y 13 que represente a n , donde el tamaño de la IDFT es $2N = 2^n$
Longitudes de CE	Este campo NPar(3) es un campo de 15 bits que representa las longitudes de CE válidas: $2N/32$, $3N/32$, $4N/32$, ..., $16N/32$, inclusive. Para cada longitud de CE que pueda soportar la VTU-O, se fijará el bit correspondiente a UNO. El bit correspondiente a $5N/32$ siempre se fijará a UNO.
US0 del anexo A	<p>Bloque de parámetros de 5 octetos que codifica las capacidades US0 del anexo A. Este bloque se codificará como sigue:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Los bits 1-6 del octeto 1 y los bits 1-3 del octeto 2 se fijarán a UNO para indicar el soporte de las máscaras EU US0 del anexo A por la VTU-O. – Los bits 1-6 del octeto 3 y los bits 1-3 del octeto 4 se fijarán a UNO para indicar el soporte de las máscaras ADLU US0 del anexo A por la VTU-O. – El bit 1 del octeto 5 se fijará a UNO para indicar que todas las máscaras US0 del anexo A también están soportadas por la VTU-O para el perfil 12b. Este bit se puede fijar a UNO si se soporta el perfil 12b. – El bit 2 del octeto 5 se fijará a UNO para indicar que todas las máscaras US0 del anexo A también están soportadas por la VTU-O para el perfil 17a. Este bit se puede fijar a UNO si se soporta el perfil 17a.
US0 del anexo B	<p>Bloque de parámetros de 2 octetos que codifica las capacidades US0 del anexo B. Este bloque se codificará como sigue:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Los bits 1-3 del octeto 1 se fijarán a UNO para indicar que la VTU-O soporta las máscaras EU US0 del anexo B. – El bit 1 del octeto 2 se fijará a UNO para indicar que todas las máscaras US0 del anexo B soportadas también están soportadas por la VTU-O para el perfil 12b. Este bit se puede fijar a UNO si se soporta el perfil 12b. – El bit 2 del octeto 2 se fijará a UNO para indicar que todas las máscaras US0 del anexo B soportadas también están soportadas por la VTU-O para el perfil 17a. Este bit se puede fijar a UNO si se soporta el perfil 17a.
US0 del anexo C	Bloque de parámetros de 1 octeto. Las máscaras de PSD de US0 del anexo C quedan en estudio.

12.3.2.1.2 Mensajes MS

Una VTU-O seleccionará el modo de operación G.993.2 en un mensaje MS G.994.1 fijando a UNO el bit SPar(1) G.993.2 como se define en el cuadro 11.0.4/G.994.1 [2]. Los campos NPar(2) (cuadro 11.67/G.994.1 [2]) y SPar(2) (cuadro 11.68/G.994.1 [2]) correspondientes a ese bit se definen en los cuadros 12-6 y 12-7, respectivamente. Para cada bit SPar(2) G.993.2 fijado a UNO, también debe estar presente un campo NPar(3) correspondiente (empezando con el cuadro 11.68.1 en 9.4/G.994.1 [2]). El cuadro 12-8 muestra las definiciones y la codificación para los campos NPar(3) de MS de la VTU-O.

Cuadro 12-6/G.993.2 – Definiciones del bit NPar(2) del mensaje MS de la VTU-O

Bit NPar(2) G.994.1	Definición del bit NPar(2)
Modo totalmente digital	Se fija a UNO si y sólo si los últimos mensajes anteriores CLR y CL fijaron este bit a UNO. Si se fija a UNO, indica que tanto la VTU-O como la VTU-R se configurarán para su funcionamiento en el modo totalmente digital.
Soporte de ruido virtual en sentido descendente	Se fija a UNO si y sólo si los últimos mensajes anteriores CLR y CL fijaron este bit a UNO. Indica que se puede utilizar el mecanismo de ruido virtual en sentido descendente.
Prueba de línea	Se fija a UNO si y sólo si los últimos mensajes anteriores CLR y CL fijaron este bit a UNO. Indica que la fase de búsqueda de canal de la inicialización debe incluir una etapa de prueba de línea.
Modo diagnóstico de bucle	Se fija a UNO si y sólo si los últimos mensajes anteriores CLR y CL fijaron este bit a UNO. Indica que ambas VTU deben pasar al modo diagnóstico de bucle.

Cuadro 12-7/G.993.2 – Definiciones del bit SPar(2) del mensaje MS de la VTU-O

Bit SPar(2) G.994.1	Definición del bit SPar(2)
Perfiles	Siempre se fija a UNO.
Bandas en sentido ascendente	Siempre se fija a CERO.
Bandas en sentido descendente	Siempre se fija a CERO.
Bandas RFI	Siempre se fija a CERO.
Tamaño inicial de la IDFT ($2N$)	Siempre se fija a CERO.
Longitudes de CE	Se fijará a UNO si y sólo si los últimos mensajes anteriores CLR y CL fijaron este bit a UNO. Si se fija a UNO indica que la longitud de CE inicial a utilizar tanto por la VTU-O como por la VTU-R se debe comunicar en el campo NPar(3) correspondiente. Si se fija a CERO, se utilizará el valor obligatorio.
US0 del anexo A (nota)	Se puede fijar a UNO si y sólo si los últimos mensajes anteriores CLR y CL fijaron este bit a UNO.
US0 del anexo B (nota)	Se puede fijar a UNO si y sólo si los últimos mensajes anteriores CLR y CL fijaron este bit a UNO.
US0 del anexo C (nota)	Se puede fijar a UNO si y sólo si los últimos mensajes anteriores CLR y CL fijaron este bit a UNO.
NOTA – Se fijará a UNO uno y solo uno de estos bits.	

Cuadro 12-8/G.993.2 – Definiciones del bit NPar(3) del mensaje MS de la VTU-O

Bit SPar(3) G.994.1	Definición del bit NPar(3)
Perfiles	Cada perfil válido está representado por un bit en un campo de 8 bits. Los perfiles válidos son: 8a, 8b, 8c, 8d, 12a, 12b, 17a y 30a. El perfil seleccionado por la VTU-O se indica fijando su bit correspondiente a UNO.
Longitudes de CE	Este campo NPar(3) es un campo de 15 bits que representa las longitudes de CE válidas: $2N/32$, $3N/32$, $4N/32$, ..., $16N/32$ inclusive. La VTU-O lo indicará fijando a UNO el bit correspondiente a la longitud inicial seleccionada. Todos los bits restantes se fijarán a CERO. La longitud CE seleccionada será aquella que tenga el bit fijado a UNO en los últimos mensajes anteriores CLR y CL.
US0 del anexo A (nota)	Bloque de parámetros de 5 octetos que codifica la selección de US0 del anexo A. La VTU-O indicará su selección de la máscara US0 del anexo A fijando a UNO el bit correspondiente a dicha máscara de PSD. No se fijará a UNO más de un bit en este NPar(3). El bit seleccionado se fijará a UNO si y sólo si se fijó a UNO en el último mensaje anterior CLR y en el último mensaje anterior CL y el perfil seleccionado soporta US0 explícita o implícitamente en su definición del cuadro 6-1. Los bits 1-2 del octeto 5 siempre se fijarán a CERO. Si todos los bits están fijados a CERO, la banda US0 no estará habilitada.
US0 del anexo B (nota)	Bloque de parámetros de 2 octetos que codifica la selección de US0 del anexo B. La VTU-O indicará su selección de la máscara de PSD US0 del anexo A fijando a UNO el bit correspondiente a dicha máscara de PSD. No se fijará a UNO más de un bit en este Npar(3). El bit seleccionado se fijará a UNO si y sólo si se fijó a UNO en el último mensaje CLR anterior y en el último mensaje CL anterior y el perfil seleccionado soporta US0 explícita o implícitamente en su definición del cuadro 6-1. Los bits 1-2 del octeto 2 siempre se fijarán a CERO. Si todos los bits están fijados a CERO, la banda US0 no estará habilitada.
US0 del anexo C (nota)	Bloque de parámetros de 1 octeto. Las máscaras de PSD de US0 del anexo C quedan en estudio.
NOTA – El soporte de US0 implica la capacidad de la VTU-R para transmitir US0 y la capacidad de la VTU-O para recibirla.	

12.3.2.2 Toma de contacto – VTU-R

Una VTU-R, después de su activación, una pérdida de señal o la recuperación de errores durante el procedimiento de inicialización, entrará en el estado inicial G.994.1, R-SILENT0. La VTU-R puede activar el enlace pasando a R-TONES-REQ. Alternativamente, al detectar C-TONES (activación iniciada por la VTU-O), la VTU-R puede pasar a R-TONE1. La operación proseguirá entonces de conformidad con los procedimientos definidos en la Rec. UIT-T G.994.1 [2].

Si los procedimientos G.994.1 seleccionan esta Recomendación como modo de operación, la VTU-R continuará con la inicialización G.993.2 al concluir la operación G.994.1.

12.3.2.2.1 Mensajes CLR

Una VTU-R que quiera indicar capacidades de tipo G.993.2 en un mensaje CLR G.994.1 lo hará fijando a UNO el bit SPar(1) G.993.2 como se define en el cuadro 11.0.4/G.994.1 [2]. Los campos Npar(2) (cuadro 11.67/G.994.1 [2]) y SPar(2) (cuadro 11.68/G.994.1 [2]) correspondientes al bit SPar(1) G.993.2 se definen en los cuadros 12-9 y 12-10, respectivamente. Para cada bit SPar(2) G.993.2 fijado a UNO, también estará presente un campo NPar(3) correspondiente (empezando según el cuadro 11.68.1 de 9.4/G.994.1 [2]). El cuadro 12-11 muestra las definiciones y codificación para los campos NPar(3) de CLR de la VTU-R.

Cuadro 12-9/G.993.2 – Definiciones del bit NPar(2) del mensaje CLR de la VTU-R

Bit NPar(2) G.994.1	Definición del bit NPar(2)
Modo totalmente digital	Si se fija a UNO, significa que la VTU-R soporta el modo totalmente digital.
Soporte de ruido virtual en sentido descendente	Si se fija a UNO, significa que la VTU-R soporta la utilización del mecanismo de ruido virtual en sentido descendente.
Prueba de línea	Se fija a UNO si la VTU-R solicita la inclusión de una etapa de prueba de línea en la inicialización.
Modo diagnóstico de bucle	Se fija a UNO, si la VTU-R solicita el modo diagnóstico de bucle.

Cuadro 12-10/G.993.2 – Definiciones del bit SPar(2) del mensaje CLR de la VTU-R

Bit SPar(2) G.994.1	Definición del bit SPar(2)
Perfiles	Siempre se fija a UNO.
Bandas en sentido ascendente	Siempre se fija a CERO.
Bandas en sentido descendente	Siempre se fija a CERO.
Bandas RFI	Siempre se fija a CERO.
Tamaño de la IDFT inicial ($2N$)	Siempre se fija a UNO.
Longitudes de CE	Si se fija a CERO, indica que la VTU-R puede soportar sólo la longitud de CE obligatoria de $5N/32$ para un tamaño de IDFT igual a $2N$. Si se fija a UNO, indica que la VTU-R soporta longitudes de CE opcionales además de la obligatoria.
US0 del anexo A (nota)	Si se fija a UNO, indica que el bit NPar(3) correspondiente indicará cuál de las máscaras de PSD de US0 descritas en el anexo A está soportada en la VTU-R.
US0 del anexo B (nota)	Si se fija a UNO, indica que el bit NPar(3) correspondiente indicará cuál de las máscaras de PSD de US0 descritas en el anexo B está soportada en la VTU-R.
US0 del anexo C (nota)	Si se fija a UNO, indica que el bit NPar(3) correspondiente indicará cuál de las máscaras de PSD de US0 descritas en el anexo C está soportada en la VTU-R.
NOTA – Por lo menos uno de estos bits se fijará a UNO.	

Cuadro 12-11/G.993.2 – Definiciones del bit NPar(3) del mensaje CLR de la VTU-R

Bit SPar(2) G.994.1	Definición del bit NPar(3)
Perfiles	Cada perfil válido está representado por un bit en un campo de 8 bits. Los perfiles válidos son: 8a, 8b, 8c, 8d, 12a, 12b, 17a y 30a. Cada perfil soportado por la VTU-R se indica fijando su bit correspondiente a UNO.
Tamaño de la IDFT inicial (2N)	Este campo NPar(3) indica el tamaño de la IDFT inicial en sentido ascendente que la VTU-R debe utilizar al principio de la fase de búsqueda de canal, codificado como un número entre 6 y 13 que represente a n , donde el tamaño de la IDFT es $2N = 2^n$.
Longitudes de CE	Este campo NPar(3) es un campo de 15 bits que representa las longitudes de CE válidas: $2N/32$, $3N/32$, $4N/32$, ..., $16N/32$, inclusive. Para cada longitud de CE soportada se fijará el bit correspondiente a UNO. El bit correspondiente a $5N/32$ siempre se fijará a UNO.
US0 del anexo A	<p>Bloque de parámetros de 5 octetos que codifica las capacidades US0 del anexo A. Este bloque se codificará como sigue:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Los bits 1-6 del octeto 1 y los bits 1-3 del octeto 2 se fijarán a UNO para indicar el soporte de las máscaras EU US0 del anexo A por la VTU-R. – Los bits 1-6 del octeto 3 y los bits 1-3 del octeto 4 se fijarán a UNO para indicar el soporte de las máscaras ADLU US0 del anexo A por la VTU-R. – El bit 1 del octeto 5 se fijará a UNO para indicar que todas las máscaras US0 del anexo A también están soportadas por la VTU-R para el perfil 12b. Este bit se puede fijar a UNO si se soporta el perfil 12b. – El bit 2 del octeto 5 se fijará a UNO para indicar que todas las máscaras US0 del anexo A también están soportadas por la VTU-R para el perfil 17a. Este bit se puede fijar a UNO si se soporta el perfil 17a.
US0 del anexo B	<p>Bloque de parámetros de 2 octetos que codifica las capacidades US0 del anexo B. Este bloque se codificará como sigue:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Los bits 1-3 del octeto 1 se fijarán a UNO para indicar que la VTU-R soporta las máscaras EU US0 del anexo B. – El bit 1 del octeto 2 se fijará a UNO para indicar que todas las máscaras US0 del anexo B soportadas también están soportadas por la VTU-R para el perfil 12b. Este bit se puede fijar a UNO si se soporta el perfil 12b. – El bit 2 del octeto 2 se fijará a UNO para indicar que todas las máscaras US0 del anexo B soportadas también están soportadas por la VTU-R para el perfil 17a. Este bit se puede fijar a UNO si se soporta el perfil 17a.
US0 del anexo C	Bloque de parámetros de 1 octeto. Las máscaras de PSD de US0 del anexo C quedan en estudio.

12.3.2.2.2 Mensajes MS

Una VTU-R seleccionará el modo de operación G.993.2 en un mensaje MS G.994.1 fijando a UNO el bit SPar(1) G.993.2 como se define en el cuadro 11.0.4/G.994.1 [2]. Los campos NPar(2) (cuadro 11.67/G.994.1 [2]) y SPar(2) (cuadro 11.68/G.994.1 [2]) correspondientes a este bit se definen en los cuadros 12-12 y 12-13, respectivamente. Para cada bit SPar(2) G.993.2 fijado a UNO, también debe estar presente un campo NPar(3) correspondiente (empezando con el cuadro 11.68.1 en 9.4/G.994.1 [2]). El cuadro 12-14 muestra las definiciones y la codificación para los campos NPar(3) de MS de la VTU-R.

Cuadro 12-12/G.993.2 – Definiciones del bit NPar(2) del mensaje MS de la VTU-R

Bit NPar(2) G.994.1	Definición del bit NPar(2)
Modo totalmente digital	Se fija a UNO si y sólo si los últimos mensajes anteriores CLR y CL fijaron este bit a UNO. Si se fija a UNO, indica que tanto la VTU-O como la VTU-R se configurarán para su funcionamiento en el modo totalmente digital.
Soporte de ruido virtual en sentido descendente	Se fija a UNO si y sólo si los últimos mensajes anteriores CLR y CL fijaron este bit a UNO. Indica que se puede utilizar el mecanismo de ruido virtual en sentido descendente.
Prueba de línea	Se fija a UNO si y sólo si los últimos mensajes anteriores CLR y CL fijaron este bit a UNO. Indica que la fase de búsqueda de canal de inicialización debe incluir una etapa de prueba de línea.
Modo diagnóstico de bucle	Se fija a UNO si y sólo si los últimos mensajes anteriores CLR y CL fijaron este bit a UNO. Indica que ambas VTU deben pasar al modo diagnóstico de bucle.

Cuadro 12-13/G.993.2 – Definiciones del bit SPar(2) del mensaje MS de la VTU-R

Bit SPar(2) G.994.1	Definición del bit SPar(2)
Perfiles	Siempre se fija a UNO.
Bandas en sentido ascendente	Siempre se fija a CERO.
Bandas en sentido descendente	Siempre se fija a CERO.
Bandas RFI	Siempre se fija a CERO.
Tamaño inicial de la IDFT ($2N$)	Siempre se fija a CERO.
Longitudes de CE	Se fijará a UNO si y sólo si los últimos mensajes anteriores CLR y CL fijaron este bit a UNO. Si se fija a UNO indica que la longitud de CE inicial a utilizar tanto por la VTU-O como por la VTU-R se debe comunicar en el campo Npar(3) correspondiente. Si se fija a CERO, se utilizará el valor obligatorio.
US0 del anexo A (nota)	Se puede fijar a UNO si y sólo si los últimos mensajes anteriores CLR y CL fijaron este bit a UNO.
US0 del anexo B (nota)	Se puede fijar a UNO si y sólo si los últimos mensajes anteriores CLR y CL fijaron este bit a UNO.
US0 del anexo C (nota)	Se puede fijar a UNO si y sólo si los últimos mensajes anteriores CLR y CL fijaron este bit a UNO.
NOTA – Se fijará a UNO uno y solo uno de estos bits.	

Cuadro 12-14/G.993.2 – Definiciones del bit NPar(3) del mensaje MS de la VTU-R

Bit SPar(3) G.994.1	Definición del bit NPar(3)
Perfiles	Cada perfil válido está representado por un bit en un campo de 8 bits. Los perfiles válidos son: 8a, 8b, 8c, 8d, 12a, 12b, 17a y 30a. El perfil seleccionado por la VTU-R se indica fijando su bit correspondiente a UNO.
Longitudes de CE	Este campo NPar(3) es un campo de 15 bits que representa las longitudes de CE válidas: $2N/32$, $3N/32$, $4N/32$, ..., $16N/32$ inclusive. La VTU-R lo indicará fijando a UNO el bit correspondiente a la longitud inicial seleccionada. Todos los bits restantes se fijarán a CERO. La longitud CE seleccionada será aquella que tenga el bit fijado a UNO en los últimos mensajes anteriores CLR y CL.
US0 del anexo A (nota)	Bloque de parámetros de 5 octetos que codifica la selección de US0 del anexo A. La VTU-R indicará su selección de la máscara US0 del anexo A fijando a UNO el bit correspondiente a dicha máscara de PSD. No se fijará a UNO más de un bit en este Npar(3). El bit seleccionado se fijará a UNO si y sólo si se fijó a UNO en el último mensaje anterior CLR y en el último mensaje anterior CL y el perfil seleccionado soporta US0 explícita o implícitamente en su definición del cuadro 6-1. Los bits 1-2 del octeto 5 siempre se fijarán a CERO. Si todos los bits están fijados a CERO, la banda US0 no estará habilitada.
US0 del anexo B (nota)	Bloque de parámetros de 2 octetos que codifica la selección de US0 del anexo B. La VTU-R indicará su selección de la máscara US0 del anexo A fijando a UNO el bit correspondiente a dicha máscara de PSD. No se fijará a UNO más de un bit en este Npar(3). El bit seleccionado se fijará a UNO si y sólo si se fijó a UNO en el último mensaje CLR anterior y en el último mensaje CL anterior y el perfil seleccionado soporta US0 explícita o implícitamente en su definición del cuadro 6-1. Los bits 1-2 del octeto 2 siempre se fijarán a CERO. Si todos los bits están fijados a CERO, la banda US0 no estará habilitada.
US0 del anexo C (nota)	Bloque de parámetros de 1 octeto. Las máscaras de PSD de US0 del anexo C quedan en estudio.
NOTA – El soporte de US0 implica la capacidad de la VTU-R para transmitir US0 y la capacidad de la VTU-O para recibirla.	

12.3.3 Fase de búsqueda de canal

12.3.3.1 Visión general

La fase de búsqueda de canal es la primera fase en la que se intercambian señales VDSL2 entre los módems. Durante la búsqueda de canal se completan las tareas siguientes:

- recuperación de la temporización y selección del tono o tonos piloto;
- establecimiento de la comunicación entre los módems en el SOC;
- intercambio de la información necesaria para fijar las PSD en ambos sentidos de transmisión; y
- verificación, ajuste e intercambio de diversos valores de los parámetros necesarios para iniciar la fase de acondicionamiento (tamaños de IDFT, longitud de CE, longitud de ventana y otros).

Durante la fase de búsqueda de canal, la VTU-R determinará la UPBO necesaria basándose en la estimación de la longitud eléctrica del bucle y en los valores de los parámetros para la PSD de referencia de la UPBO (UPBOPSD) que recibe de la VTU-O. Ambas VTU pueden realizar reducciones adicionales de la PSD.

La figura 12-4 presenta el diagrama de tiempos para las etapas de la fase de búsqueda de canal. Ofrece una visión general de la frecuencia de las señales transmitidas y de la secuencia de los mensajes SOC enviados por la VTU-O y la VTU-R durante la fase de búsqueda de canal. Las dos columnas interiores muestran las secuencias de las señales transmitidas (véase 12.3.3.3). Las dos columnas exteriores muestran los mensajes que se envían por el SOC (véase 12.3.3.2). Las zonas sombreadas corresponden a los periodos de tiempo en los que el SOC está en su estado inactivo.

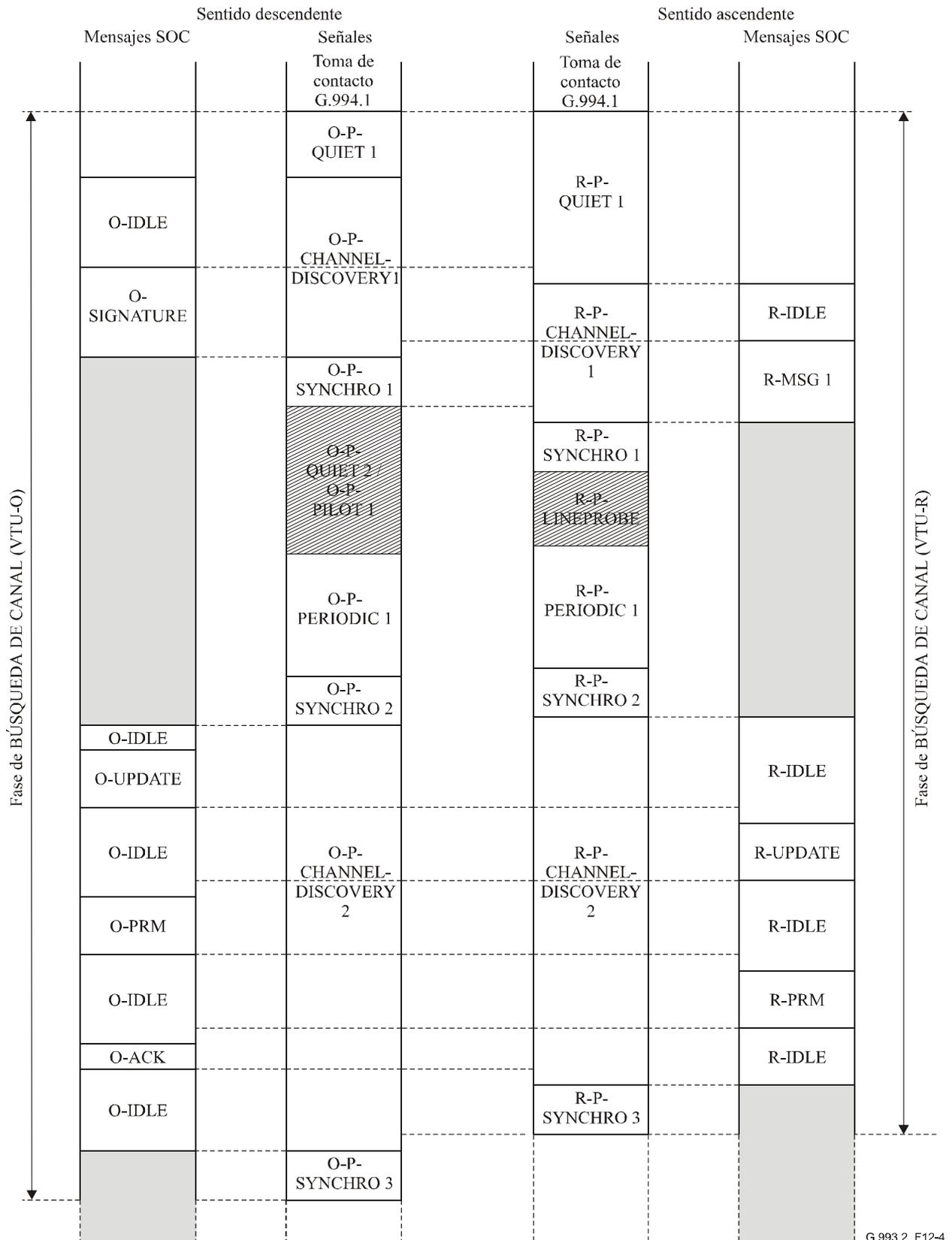


Figura 12-4/G.993.2 – Diagrama de tiempos para las etapas de la fase de búsqueda de canal

NOTA 1 – En el intercambio de los mensajes SOC identificados en la figura 12-4 se aplican las reglas del protocolo de comunicación de 12.2.2. Algunos mensajes enviados por el SOC pueden requerir segmentación; aunque no se muestra en la figura 12-4, los elementos de mensajes segmentados y sus acuses de recibo correspondientes se envían a través del SOC siguiendo el protocolo de comunicación de 12.2.2.

La VTU-O iniciará el comienzo de la fase de búsqueda de canal con O-P-QUIET 1. Durante esta etapa ambos módems están en silencio y se puede realizar una medición del ruido de línea en silencio. La duración de O-P-QUIET 1 será de por lo menos de 512 símbolos pero no superior a 1024 símbolos. Una vez completada la etapa O-P-QUIET 1, la VTU-O iniciará la transmisión de O-P-CHANNEL DISCOVERY 1. La VTU-O enviará O-IDLE durante un periodo de entre 1500 y 2000 símbolos DMT. Envió después su primer mensaje, O-SIGNATURE. O-SIGNATURE se enviará por el SOC en modo AR, como se describe en 12.2.2.1, y transportará la información enumerada en el cuadro 12-17.

La VTU-R iniciará la fase de búsqueda de canal con R-P-QUIET 1 (sin señal) hasta que reciba correctamente el mensaje. Durante la etapa R-P-QUIET 1, la VTU-R completará el enganche de temporizador antes de transmitir R-P-CHANNEL DISCOVERY 1. Una vez recibido el mensaje O-SIGNATURE, la VTU-R tiene toda la información necesaria, incluida la información para calcular la PSD de referencia de UPBO (UPBOPSD) necesaria para establecer la UPBO (véase 7.2.1.3). Después de fijar la UPBO, la VTU-R transmitirá R-P-CHANNEL DISCOVERY 1. La VTU-R transmitirá R-P-CHANNEL DISCOVERY 1 utilizando el valor de avance de temporización inicial recibido en el mensaje O-SIGNATURE. La VTU-R enviará R-IDLE durante por lo menos 512 símbolos DMT. Envió entonces su primer mensaje R-MSG 1 en modo AR. La VTU-R enviará R-MSG 1 hasta que la VTU-O indique que ha recibido correctamente R-MSG 1. El mensaje R-MSG 1 transmite a la VTU-O la PSD en sentido ascendente y otros parámetros de la VTU-R, como se presenta en el cuadro 12-24.

La VTU-O indicará la recepción correcta del mensaje R-MSG 1 transmitiendo O-P-SYNCHRO 1, seguido de la transmisión de O-P-PERIODIC 1 si no se requiere la etapa de prueba de línea. Si se requiere la etapa de prueba de línea, la VTU-O transmitirá O-P-QUIET 2/O-P-PILOT 1 y pasará a O-P-PERIODIC 1640 símbolos después del final de la transmisión de O-P-SYNCHRO 1. La necesidad de una etapa de prueba de línea la indica el parámetro "Lineprobe" durante la fase de toma de contacto G.994.1 (véase 12.3.2).

La VTU-R contestará a O-P-SYNCHRO 1 transmitiendo R-P-SYNCHRO 1 en un periodo de tiempo de 64 símbolos tras la detección de O-P-SYNCHRO 1, seguido de la transmisión de R-P-PERIODIC 1 si no se requiere una etapa de prueba de línea o de R-P-LINEPROBE si se requiere una etapa de prueba de línea. La duración de R-P-LINEPROBE será de 512 símbolos. Después de R-P-LINEPROBE, la VTU-R transmitirá R-P-PERIODIC 1.

La VTU-O transmitirá O-P-PERIODIC 1 durante una duración de 2048 símbolos y entonces pasará a O-P-SYNCHRO 2. La VTU-R transmitirá R-P-PERIODIC 1 durante 2048 símbolos y pasará entonces a O-P-SYNCHRO 2. Durante el periodo de tiempo en el que se transmiten O-P-PERIODIC 1 y R-P-PERIODIC 1 los módems pueden realizar mediciones de SNR.

Inmediatamente después de la transmisión de O-P-SYNCHRO 2, la VTU-O transmitirá O-P-CHANNEL DISCOVERY 2 enviando O-IDLE por el SOC.

Tras la detección de R-P-SYNCHRO 2 y del final de la transmisión de O-P-SYNCHRO 2, la VTU-O enviará O-UPDATE tras un periodo de tiempo de entre 48 y 64 símbolos, ambos inclusive, para actualizar los parámetros de la VTU-R, en particular la PSD de la VTU-R. El mensaje O-UPDATE también puede incluir correcciones a los valores de UPBO, y reducciones adicionales de potencia. Los parámetros transportados por O-UPDATE se presentan en el cuadro 12-21.

El mensaje O-UPDATE y todos los mensajes del SOC subsiguientes provenientes de la VTU-O sólo se enviarán una vez, utilizando el protocolo RQ descrito en 12.2.2.2, que permite a la VTU receptora solicitar una retransmisión de los mensajes recibidos incorrectamente o de los mensajes que falten.

La VTU-R empezará transmitiendo R-P-CHANNEL DISCOVERY 2 inmediatamente después de la transmisión de R-P-SYNCHRO 2, mientras envía R-IDLE por el SOC. Todos los mensajes enviados por la VTU-R empezando por aquellos enviados durante R-P-CHANNEL DISCOVERY 2 se enviarán utilizando el protocolo RQ descrito en 12.2.2.2.

Tras recibir el mensaje O-UPDATE la VTU-R enviará R-UPDATE para solicitar una actualización de la PSD en sentido descendente y de otros parámetros de la VTU-O, que pueden incluir una disminución de la potencia en sentido descendente. La lista de parámetros sometidos a actualización en la VTU-O y en la VTU-R figura en el cuadro 12-26 y en el cuadro 12-21 respectivamente.

La VTU-O acusará recibo del mensaje R-UPDATE enviando O-PRM por el SOC. O-PRM contendrá los valores finales de los parámetros de modulación y de las PSD que se deben utilizar en la fase de acondicionamiento. El contenido de O-PRM se presenta en el cuadro 12-22. La VTU-R acusará recibo de O-PRM enviando R-PRM (véase el cuadro 12-27), que indica los valores de los parámetros de modulación VTU-R, incluidos aquellos que se deben actualizar en O-UPDATE.

La VTU-O acusará recibo de la recepción del mensaje R-PRM enviando O-ACK. Al recibir el mensaje O-ACK, la VTU-R completará la fase de búsqueda de canal en sentido ascendente transmitiendo R-P-SYNCHRO 3. La VTU-O responderá transmitiendo O-P-SYNCHRO 3 en un periodo de tiempo de 64 símbolos. La transmisión de O-P-SYNCHRO 3 completa la fase de búsqueda de canal en sentido descendente.

Todos los cambios de los valores de los parámetros y los cambios de PSD negociados durante la fase de búsqueda de canal, relativos a los indicados en O-SIGNATURE y R-MSG 1, se aplicarán en el sentido descendente a partir del primer símbolo siguiente a O-P-SYNCHRO 3 y en el sentido ascendente a partir del primer símbolo siguiente a R-P-SYNCHRO 3.

NOTA 2 – Un cambio en los parámetros de modulación (como la longitud de CE) puede dar lugar a la transmisión de diversos símbolos corruptos en sentido descendente y a una pérdida temporal de la sincronización en el receptor VTU-R. Al principio de la fase de acondicionamiento, se dispone de un periodo de tiempo para recuperar la sincronización.

Las señales y los mensajes SOC enviados por la VTU-O durante la fase de búsqueda de canal se resumen en el cuadro 12-15 y las señales y los mensajes SOC enviados por la VTU-R durante la fase de búsqueda de canal se resumen en el cuadro 12-16. El protocolo utilizado para los mensajes SOC se indica, cuando procede, entre paréntesis en la columna indicada como "estado del SOC".

**Cuadro 12-15/G.993.2 – Señales y mensajes SOC de la VTU-O
en la fase de búsqueda de canal**

Señal	Tipo de señal	Duración de la señal en símbolos DMT con CE	Mensajes SOC	Estado del SOC
O-P-QUIET 1	Ninguno	512 a 1024	Ninguno	Inactivo
O-P-CHANNEL DISCOVERY 1	No periódico	Variable	O-SIGNATURE	Activo (AR)
O-P-SYNCHRO 1	No periódico	15	Ninguno	Inactivo
O-P-PILOT 1	No periódico	640	Ninguno	Inactivo
O-P-QUIET 2	Ninguno	640	Ninguno	Inactivo
O-P-PERIODIC 1	Periódico	2048	Ninguno	Inactivo
O-P-SYNCHRO 2	No periódico	15	Ninguno	Inactivo
O-P-CHANNEL DISCOVERY 2	No periódico	Variable	O-UPDATE, O-PRM, O-ACK	Activo (RQ)
O-P-SYNCHRO 3	No periódico	15	Ninguno	Inactivo

**Cuadro 12-16/G.993.2 – Señales y mensajes SOC de la VTU-R
en la fase de búsqueda de canal**

Señal	Tipo de señal	Duración de la señal en símbolos DMT con CE	Mensajes SOC	Estado del SOC
R-P-QUIET 1	Ninguno	Variable	Ninguno	Inactivo
R-P-CHANNEL DISCOVERY 1	No periódico	Variable	R-MSG 1	Activo (AR)
R-P-SYNCHRO 1	No periódico	15	Ninguno	Inactivo
R-P-LINEPROBE	Definido por el fabricante	512	Ninguno	Inactivo
R-P-PERIODIC 1	Periódico	2048	Ninguno	Inactivo
R-P-SYNCHRO 2	No periódico	15	Ninguno	Inactivo
R-P-CHANNEL DISCOVERY 2	No periódico	Variable	R-UPDATE, R-PRM	Activo (RQ)
R-P-SYNCHRO 3	No periódico	15	Ninguno	Inactivo

12.3.3.2 Intercambio de mensajes SOC durante la fase de búsqueda de canal

La figura 12-5 ilustra el intercambio de mensajes SOC entre la VTU-O y la VTU-R durante la fase de búsqueda de canal. También resume el contenido de cada mensaje.

Los mensajes enviados por la VTU-O se describen en detalle en 12.3.3.2.1. Los mensajes enviados por la VTU-R se describen en detalle en 12.3.3.2.2.

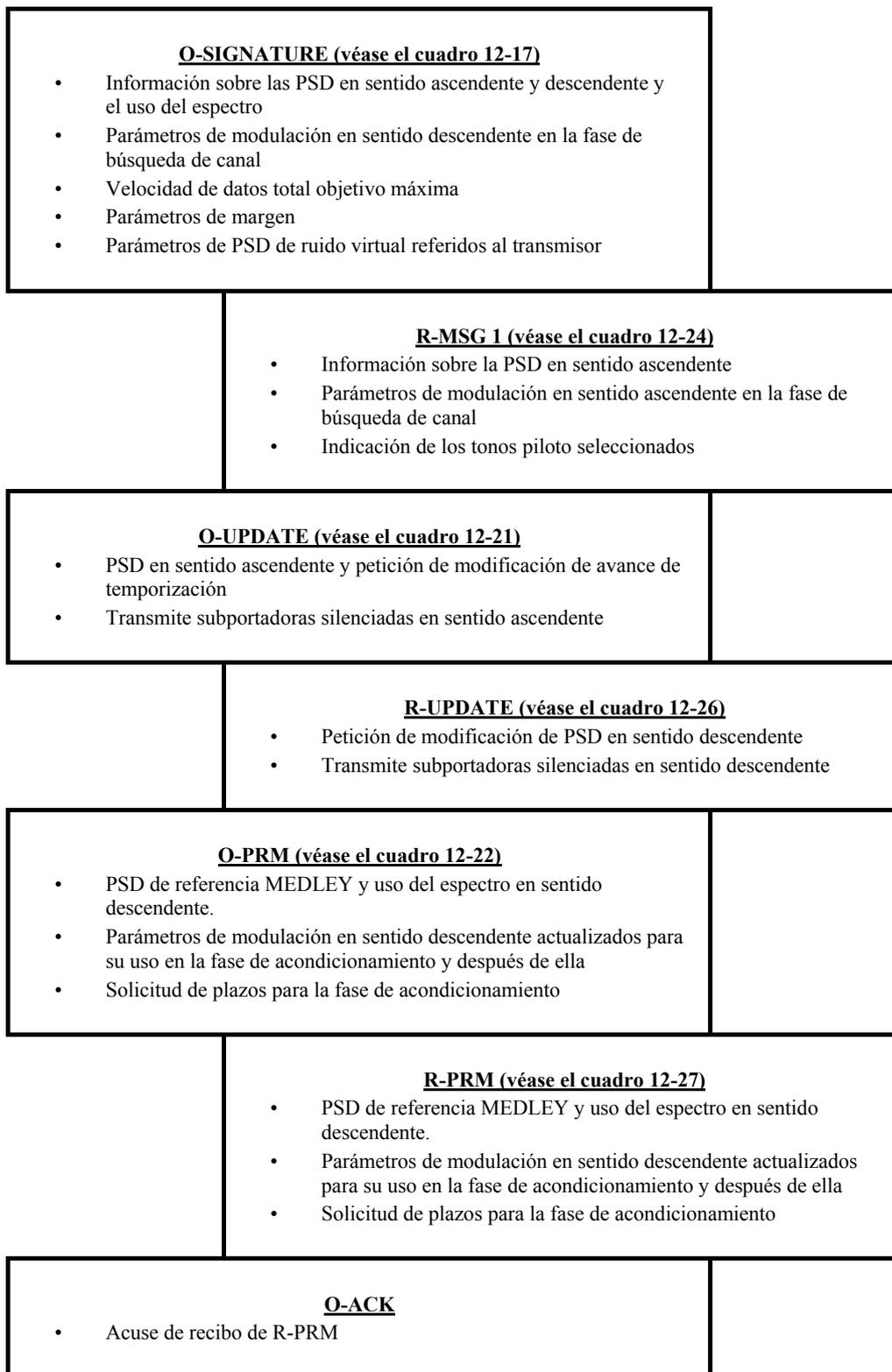


Figura 12-5/G.993.2 – Intercambio de mensajes SOC durante la fase de búsqueda de canal

12.3.3.2.1 Mensajes VTU-O enviados durante la fase de búsqueda de canal

12.3.3.2.1.1 O-SIGNATURE

La lista completa de los parámetros transportados por el mensaje O-SIGNATURE se muestra en el cuadro 12-17.

Cuadro 12-17/G.993.2 – Descripción del mensaje O-SIGNATURE

	Nombre del campo	Formato
1	Descriptor de mensaje	Código de mensaje
2	Subportadoras soportadas en sentido descendente (conjunto SUPPORTEDCARRIERSds)	Descriptor de bandas
3	Subportadoras soportadas en sentido ascendente (conjunto SUPPORTEDCARRIERSus)	
4	Máscara de la PSD en transmisión en sentido descendente (PSDMASKds)	Descriptor de PSD
5	Máscara de la PSD en transmisión en sentido ascendente (PSDMASKus)	
6	PSD en sentido descendente para búsqueda de canales (CDPSDds)	
7	Valor máximo inicial de la PSD en sentido descendente (CDMAXMASKds)	2 bytes
8	Potencia transmitida combinada máxima nominal en sentido descendente (MAXNOMATPs)	2 bytes
9	Parámetros para la PSD de referencia de UPBO (UPBOPSD)	Descriptor de UPBOPSD
10	Velocidad de datos total objetivo máxima	2 bytes
11	Margen de SNR máximo en sentido descendente (MAXSNRMds)	2 bytes
12	Margen de SNR objetivo en sentido descendente (TARSNRMds)	2 bytes
13	Longitud de la ventana de transmisión en sentido descendente (β_{ds})	1 byte
14	Prefijo cíclico en sentido descendente	2 bytes
15	Valor inicial del avance de temporización	2 bytes
16	PSD de ruido virtual referida al transmisor en sentido descendente (TXREFVNdS)	Descriptor de PSD
17	SNRM_MODE	1 byte
18	PSD de ruido virtual referida al transmisor en sentido ascendente (TXREFVNus)	Descriptor de PSD

El campo #1 "Descriptor de mensaje" es un código único de 1 byte que identifica el mensaje. Para una lista completa de los códigos véase el cuadro 12-2.

El campo #2 "Subportadoras soportadas en el sentido descendente (SUPPORTEDCARRIERSds)" transmite información sobre las subportadoras que están asignadas para la transmisión en el sentido descendente. Permite al operador especificar exactamente qué subportadoras están disponibles en el sentido descendente. No se deben especificar más de 32 bandas.

El campo #3 "Subportadoras soportadas en sentido ascendente (SUPPORTEDCARRIERSus)" transmite información sobre las subportadoras que están asignadas para la transmisión en sentido ascendente. Permite al operador especificar exactamente qué subportadoras están disponibles en el sentido ascendente. No se deben especificar más de 32 bandas.

Los campos #2 y #3 tendrán el formato del "descriptor de bandas". El formato del descriptor de bandas será el que se muestra en el cuadro 12-18.

Cuadro 12-18/G.993.2 – Descriptor de bandas

Octeto	Contenido del campo
1	Número de bandas a describir
2-4	Bits 0-11: Índice de la primera subportadora en la banda 1 Bits 12-23: Índice de la última subportadora en la banda 1
5-7 (cuando proceda)	Bits 0-11: Índice de la primera subportadora en la banda 2 Bits 12-23: Índice de la última subportadora en la banda 2
etc.	etc.

El primer octeto del descriptor de bandas contendrá el número de bandas a describir. Este número puede ser cero. En ese caso, no habrá más octetos en el descriptor. Si el número de bandas no es igual a cero, cada grupo de tres octetos consecutivos en el descriptor describirá la primera y última subportadora en una banda.

Los primeros 12 bits (0-11) en el grupo de tres octetos, contendrán el índice de la subportadora en el extremo inferior de la banda. Los últimos 12 bits (12-23) contendrán el índice de la subportadora en el extremo superior de la banda. Las subportadoras primera y última estarán incluidas en la banda. Por ejemplo, un campo con el valor 400200_{16} indica que todas las subportadoras de $200_{16} = 512$ a $400_{16} = 1024$, incluidas las subportadoras 512 y 1024, están incluidas en el conjunto.

El campo #4 "Máscara de PSD en transmisión en sentido descendente (PSDMASKds)" indica la máscara de PSD, tanto para la banda de paso como para las bandas suprimidas (véanse 7.2.1 y 7.2.2), permitida en el sentido descendente. Se utilizará el formato "descriptor de PSD" especificado en el cuadro 12-19 y el número de subportadoras que se estén describiendo estará limitado a ≤ 48 . Esta información se tendrá en cuenta cuando se realicen actualizaciones de la PSD en sentido descendente durante la fase de búsqueda de canal. La VTU-O cumplirá estas limitaciones en todo momento. Además, la VTU-O cumplirá los requisitos en las bandas de RFI especificados durante la fase de toma de contacto G.994.1 como se especifica en 12.3.2.

El campo #5 "Máscara de PSD en transmisión en sentido ascendente (PSDMASKus)" indica la máscara de PSD tanto para la banda de paso como para las bandas suprimidas (véanse 7.2.1 y 7.2.2), permitida en el sentido ascendente. Se utilizará el formato "descriptor de PSD" especificado en el cuadro 12-19 y el número de subportadoras que se estén describiendo estará limitado a ≤ 32 . Esta información se tendrá en cuenta cuando se realicen actualizaciones de la PSD en sentido ascendente durante la fase de búsqueda de canal. La VTU-R cumplirá estas limitaciones en todo momento. Además, la VTU-R cumplirá los requisitos de UPBO que pueden reducir aún más la PSD en transmisión en sentido ascendente, incluso por debajo de la máscara de PSD en transmisión en sentido ascendente como se especifica en 7.2.1.3, y los requisitos en las bandas de RFI especificados durante la fase de toma de contacto G.994.1 como se especifica en 12.3.2.

El campo #6 "PSD en sentido descendente de búsqueda de canal (CDPSDs)" indica la PSD en la interfaz U en el sentido descendente durante la fase de búsqueda de canal. Se utilizará el formato "descriptor de PSD" especificado en el cuadro 12-19 y el número de subportadoras que se estén describiendo estará limitado a ≤ 48 . Los únicos valores de PSD válidos obtenidos por el receptor mediante el procedimiento de interpolación especificado son para aquellas subportadoras que pertenecen al conjunto SUPPORTEDCARRIERSds, excluidas las bandas de RFI indicadas durante la fase de toma de contacto G.994.1. Los valores de PSD que estén fuera de este conjunto serán ignorados por el receptor. Los valores CDPSDs válidos estarán por lo menos 3,5 dB por debajo de la máscara de PSD en transmisión en sentido descendente (campo #4) y por lo menos 3,5 dB por debajo del valor máximo de la PSD inicial en sentido descendente (campo #7). Es más, los valores válidos de CDPSDs, ya sean los comunicados directamente o aquellos obtenidos en el receptor

mediante interpolación, no diferirán de los valores reales de la PSD en transmisión, medidos en la impedancia de referencia en la interfaz U, en más de 1 dB.

Cuadro 12-19/G.993.2 – Descriptor de PSD

Octeto	Contenido del campo
1	Número de subportadoras (o de puntos críticos) que se están describiendo.
2-4	Bits 0-11: Índice de la primera subportadora que se está describiendo. Bits 12-23: Nivel de PSD en pasos de 0,1 dB con una diferencia de -140 dBm/Hz.
5-7 (cuando proceda)	Bits 0-11: Índice de la segunda subportadora que se está describiendo Bits 12-23: Nivel de PSD en pasos de 0,1 dB con una diferencia de -140 dBm/Hz.
etc.	etc.

El primer octeto del descriptor incluirá el número de puntos críticos que se están especificando. Este número puede ser cero. En este caso, no habrá más octetos adicionales en el descriptor. Si el número de puntos críticos no es igual a cero, cada grupo de tres octetos consecutivos describirá un punto crítico como valor de PSD en un determinado índice de subportadora.

Los primeros 12 bits (0-11) en el grupo de tres octetos contendrán el índice de la subportadora. Los últimos 12 bits (12-23) contendrán el nivel de PSD. El nivel de PSD será un número entero múltiplo de 0,1 dB con una diferencia de -140 dBm/Hz. Por ejemplo, un valor del campo de 320400_{16} significa una PSD de $320_{16} \times 0,1 - 140 = -60$ dBm/Hz en el índice de subportadora $400_{16} = 1024$. El nivel de PSD de subportadoras intermedias no especificadas se obtendrá utilizando una interpolación lineal entre los puntos de PSD dados (en dBm/Hz) con el eje de frecuencias expresado mediante una escala lineal. Los índices de subportadora de los puntos críticos especificados pueden estar determinados por la MIB de CO o por el fabricante.

NOTA 1 – Se deberían seleccionar los puntos críticos de forma que la PSD entre puntos críticos obtenida durante la interpolación lineal esté suficientemente cerca de la PSD que se está describiendo.

El campo #7 "Valor máximo de PSD en sentido descendente inicial (CDMAXMASKds)" indica el nivel de PSD que se está utilizando para imponer un valor máximo en las máscara de PSD en transmisión en sentido descendente para formar la máscara de PSD en sentido descendente de las señales transmitidas durante la fase de búsqueda de canal, en la que se basa la PSD de búsqueda de canal en sentido descendente (CDSPDs) (véase el campo #6). El campo estará codificado como un valor de 16 bits con un peso del LSB de -0,1 dBm/Hz. Los valores válidos varían entre 0 dBm/Hz y -90 dBm/Hz en pasos de 0,1 dB.

El campo #8 "Potencia de transmisión combinada máxima nominal en sentido descendente" indica la potencia máxima de banda ancha que la VTU-O está autorizada a transmitir. El valor se expresará en dBm (véase 10.3.4.2.1). Este campo se codificará como un número entero con signo con complemento dos de 9 bits con un peso del LSB de -0,1 dBm y una gama válida de valores de -25,6 a + 25,6 dBm. Los MSB de respaldo se fijarán al valor del bit de signo.

El campo #9 "PSD de referencia de UBO (UPBOPSD)" incluye los parámetros para calcular la PSD de referencia que se debe utilizar para el cálculo de la UPBO como se especifica en 7.2.1.3. Se define un conjunto de parámetros UPBOPSD (a' , b') por banda en el sentido ascendente. Los valores de a' y b' son positivos y se tendrán el formato que se muestra en el cuadro 12-20.

Cuadro 12-20/G.993.2 – Descriptor de UPBOPSD

Octeto	Contenido del campo
1	Número de bandas en sentido ascendente
2-4	bits 0-11: valor de a' para US1 bits 12-23: valor de b' para US1
5-7 (si procede)	bits 0-11: valor de a' para US2 bits 12-23: valor de b' para US2
etc.	etc.
$3 \times n_{us} - 1, 3 \times n_{us} + 1$	bits 0-11: valor de a' para US(n_{us}) bits 12-23: valor de b' para US(n_{us})

La longitud del campo es variable y depende del número de bandas en sentido ascendente intercambiadas durante la fase toma de contacto en la inicialización G.994.1 (n_{us}), salvo US0. Los parámetros a' y b' se codificarán como números enteros de 12 bits sin signo. El valor de a se obtiene multiplicando el valor de a' por 0,01 y sumándolo a 40. La gama de valores para a se encuentra entre 40 y 80,96. El valor de b se obtiene multiplicando el valor de b' por 0,01, lo que permite valores de b entre 0 y 40,96 (véase 7.2.1.3.2). Para aquellas bandas en sentido ascendente en las que no se debe aplicar UPBO, los 12 bits que representan valores de a' y b' se fijarán a CERO (lo que corresponde a $a = 40, b = 0$).

NOTA 2 – La granularidad de 0,01 puede ser más fina de la necesaria en la práctica, pero se ha elegido para poder transmitir los valores de b especificados en las normas VDSL regionales a las que se refiere la Rec. UIT-T G.993.1 [1].

El campo #10 "Velocidad de datos total objetivo máxima" es la estimación por la VTU-O de la velocidad total máxima en sentido descendente que se precisará durante el funcionamiento del módem. La VTU-R puede utilizar esta información para determinar la cantidad de reducción de potencia en sentido descendente (el límite superior de PSD en sentido descendente) y el espectro a utilizar para la transmisión en sentido descendente (por ejemplo, la subportadora más elevada en el sentido descendente) que está autorizada a utilizar durante la fase de búsqueda de canal.

NOTA 3 – CO debería determinar un valor adecuado de la velocidad de datos total objetivo máxima basándose en los parámetros de configuración de los canales portadores, tales como la INP mínima (INP_{min_n}), el retardo máximo ($delay_{max_n}$) y las velocidades de datos netas mínimas y máximas (net_{min_n} , net_{max_n}) que proporciona la MIB. El conocimiento de la INP mínima y del retardo máximo se puede utilizar para estimar la tara de codificación r_n , que es el factor principal que determina la relación entre la velocidad de datos neta asignada al canal portador n y la velocidad de datos total correspondiente:

$$r_n = \frac{total_data_rate_n}{net_data_rate_n} \approx 1 + \frac{2 \times INP_{min_n}}{delay_{max_n} \times f_s}$$

donde $delay_{max_n}$ está en milisegundos y f_s es la velocidad de símbolos de datos en ksímbolo/s. El conocimiento de las velocidades de datos netas y de las velocidades de tara de los canales portadores en uso permite a la VTU-O hacer una estimación de la velocidad de datos total máxima en sentido descendente.

Este campo se codificará como un número entero sin signo que representa la velocidad de datos total como un múltiplo de 8 kbit/s.

El campo #11 "Margen de SNR máximo en sentido descendente (MAXSNRMds)" indica el margen de SNR máximo que el receptor de la VTU-R intentará suministrar. La definición y el uso de este parámetro serán los mismos que para el parámetro "Margen de ruido máximo en sentido descendente (MAXSNRMds)" especificado en la Rec. UIT-T G.997.1 [4]. El campo tendrá el formato de un número entero sin signo de 16 bits con un peso del LSB de 0,1 dB y una gama válida entre 0 y 31 dB. El valor de $FFFF_{16}$ indica que no se ha aplicado ningún límite al margen de SNR máximo en sentido descendente (es decir, el valor máximo es infinito).

El campo #12 "Margen de SNR objetivo en sentido descendente (TARSNRMds)" indica el margen de SNR objetivo del receptor de la VTU-R. La definición y el uso de este parámetro serán los mismos que para el parámetro "Margen de ruido objetivo en sentido descendente (TARSRMds)" especificado en la Rec. UIT-T G.997.1 [4]. El formato utilizado será el mismo que para el campo #11 del mensaje O-SIGNATURE.

El campo #13 "Longitud de ventana en transmisión en sentido descendente (β_{ds})" debe contener la longitud de la ventana en transmisión en el sentido descendente (β_{ds}) expresada en muestras a la velocidad de muestreo en sentido descendente correspondiente al tamaño de IDFT indicado durante la fase de toma de contacto G.994.1. El valor se codificará como un número entero de 8 bits.

El campo #14 "Prefijo cíclico en sentido descendente" contendrá la longitud del prefijo cíclico en sentido descendente expresada en muestras a la velocidad de muestreo en sentido descendente correspondiente al tamaño de IDFT indicado durante la fase de toma de contacto G.994.1. El valor se codificará como un número entero de 16 bits.

El campo #15 "Avance de temporización inicial" indica el avance de temporización inicial que se expresará en muestras a la velocidad de muestreo en sentido ascendente correspondiente al tamaño IDFT indicado durante la fase de toma de contacto G.994.1. El valor se codificará en un campo de 16 bits utilizando el formato de complemento de dos. El valor especial de $7FFF_{16}$ indica que la VTU-R debe seleccionar el valor inicial del avance de temporización.

NOTA 4 – El valor óptimo del avance de temporización es una función de la longitud de bucle (véase 10.4.5.3). El valor inicial debería poder aplicarse a la mayoría de las longitudes de bucle. Se sugiere elegir un valor inicial que corresponda a la longitud de bucle de 1500 m. Este valor se puede actualizar posteriormente durante la inicialización.

El campo #16 "PSD de ruido virtual referida al transmisor en sentido descendente (TXREFVNds)" indica la PSD de ruido virtual en el sentido descendente. Esta información debe tenerse en cuenta para determinar el margen de SNR (para SNRM_MODE = 2 opcional), que a su vez se debe tener en cuenta para determinar la posible reducción de potencia durante la fase de búsqueda de canal y para realizar la carga de bits más tarde durante la inicialización. Se utilizará el formato del "descriptor PSD" especificado en el cuadro 12-19 y el número de subportadoras que se estén describiendo estará limitado a ≤ 32 . Durante SNRM_MODE = 1, el campo descriptor de PSD no tendrá ningún punto crítico (sólo 1 byte con un valor de cero).

El campo #17 "SNRM_MODE" indica el modo de cálculo de SNRM en sentido descendente y ascendente como se describe en 11.4.1.1.6. Los bits 0 a 3 de este campo se utilizarán para indicar el modo de SNR en sentido descendente con valores válidos de 0_{16} (SNRM_MODE = 1 en sentido descendente, obligatorio) y 1_{16} (SNRM_MODE = 2 en sentido descendente, opcional). Todos los demás valores están reservados. Los bits 4 a 7 del campo se utilizarán para indicar el modo de SNR en sentido ascendente con valores válidos de 0_{16} (SNRM_MODE = 1 en sentido ascendente, obligatorio) y 1_{16} (SNRM_MODE = 2 en sentido ascendente, opcional). Todos los demás valores están reservados.

El campo #18 "PSD de ruido virtual referida al transmisor en sentido ascendente (TXREFVNus)" indica la PSD de ruido virtual en el sentido ascendente. Se utilizará el formato "descriptor de PSD" especificado en el cuadro 12-19 y el número de subportadoras que se estén describiendo estará limitado a ≤ 16 . Durante SNRM_MODE = 1, el campo descriptor de PSD no tendrá ningún punto crítico (sólo un byte con un valor de cero).

NOTA 5 – La fijación inadecuada de TXREFVN puede influir en el valor de uno o más de los parámetros siguientes: velocidad de datos neta máxima, margen SNR máximo en sentido descendente, protección contra el ruido impulsivo y retardo de entrelazado máximo. Esta interacción puede dar lugar a niveles altos de potencia transmitida que pueden producir una alta diafonía en las DSL en otros pares del mismo mazo.

12.3.3.2.1.2 O-UPDATE

El cuadro 12-21 muestra la lista completa de los parámetros transportados por el mensaje O-UPDATE.

Cuadro 12-21/G.993.2 – Descripción del mensaje O-UPDATE

	Nombre del campo	Formato
1	Descriptor de mensaje	Código de mensaje
2	Longitud eléctrica final	2 bytes
3	Límite superior de PSD en sentido ascendente actualizado (MAXMASKus)	2 bytes
4	Mayor subportadora permitida en sentido ascendente	2 bytes
5	Menor subportadora permitida en sentido ascendente	2 bytes
6	Conjunto BLACKOUTus	Descriptor de bandas
7	Corrección de avance de temporización	2 bytes

El campo #1 "Descriptor de mensaje" es un código de 1 byte que identifica el mensaje. Véase el cuadro 12-2 para una lista completa de códigos.

El campo #2 "Longitud eléctrica final" contiene la longitud eléctrica expresada en dB a 1 MHz (véase 7.2.1.3.2) que utilizará la VTU-R para fijar su PSD en sentido ascendente a partir de la fase de acondicionamiento en adelante. El valor se codificará como un número de 16 bits con un peso del LSB de 0,1 dB. La gama de valores válidos varía entre 0 y 128 dB con pasos de 0,1 dB. Este valor puede ser diferente del valor indicado por la VTU-R en R-MSG 1 y lo utilizará la VTU-R para determinar UPBOMASK, como se especifica en 7.2.1.3.2. Este valor de UPBOMASK actualizado se utilizará para formar la máscara de PSD de referencia MEDLEY en sentido ascendente (campo #2 de R-PRM).

El campo #3 "Límite superior de PSD en sentido ascendente actualizado (MAXMASKus)" indica el nivel máximo de PSD de la máscara de PSD en transmisión en sentido ascendente. Este campo se codificará de la misma forma que el campo #7 de O-SIGNATURE. Si este nivel es inferior al límite superior de PSD en sentido ascendente indicado en R-MSG 1, la VTU-R aplicará este nuevo nivel superior a PSDMASKus. En otro caso, la VTU-R puede incrementar el límite superior de la máscara de PSD en sentido ascendente hasta el valor MAXMASKus. Este nuevo nivel superior se utilizará para formar la máscara de PSD de referencia MEDLEY en sentido ascendente (MREFMASKus). Un valor especial de 1000_{16} indicará que no hay límite superior al nivel de PSD en sentido ascendente (con las restricciones de la máscara de PSD en transmisión en sentido ascendente).

El campo #4 "Mayor subportadora permitida en sentido ascendente" contiene el índice de la subportadora en sentido ascendente con frecuencia más alta que puede usar la VTU-R. El formato será un valor de 16 bits. El índice de subportadora se describirá como de 12 bits. Los cuatro MSB del campo se fijarán a CERO. La VTU-R no asignará potencia a las subportadoras que se encuentren por encima de la mayor subportadora permitida en sentido ascendente.

El campo #5 "Menor subportadora permitida en sentido ascendente" contiene el índice de la subportadora en sentido ascendente con frecuencia más baja que puede usar la VTU-R. El formato será un valor de 16 bits. El índice de subportadora se describirá como de 12 bits. Los cuatro MSB del campo se fijarán a CERO. La VTU-R no asignará potencia a las subportadoras que se encuentren por debajo de la menor subportadora permitida en sentido ascendente.

El campo #6 "Conjunto BLACKOUTus" contiene el conjunto BLACKOUT de subportadoras en el sentido ascendente. El campo tendrá el formato "descriptor de bandas" (véase el cuadro 12-18) con un número máximo de 16 bandas. Si no hay subportadoras silenciadas, el campo estará formado por un octeto, 00₁₆.

El campo #7 "Corrección de avance de temporización" contiene la corrección de avance de temporización relativa al avance de temporización vigente expresado en muestras a la velocidad de muestreo en sentido ascendente correspondiente al tamaño de IDFT indicado durante la fase de toma de contacto G.994.1. El valor se codificará en un campo de 16 bits utilizando un formato de complemento de dos. Los valores positivos indicarán que el símbolo transmitido estará más adelantado que el símbolo recibido.

12.3.3.2.1.3 O-PRM

O-PRM contiene la PSD de referencia MEDLEY en sentido descendente tras las modificaciones propuestas en el mensaje R-UPDATE. También contiene los parámetros de modulación que se deben utilizar en el sentido descendente desde el principio de la fase de acondicionamiento y las peticiones para las duraciones de los periodos de acondicionamiento en la fase de acondicionamiento. El cuadro 12-22 muestra la lista completa de los parámetros transportados por el mensaje O-PRM.

Cuadro 12-22/G.993.2 – Descripción del mensaje O-PRM

	Nombre del campo	Formato
1	Descriptor de mensaje	Código de mensaje
2	PSD de referencia MEDLEY en sentido descendente (MREFPSDds)	Descriptor de PSD
3	Conjunto MEDLEYds	Descriptor de bandas
4	Longitud de extensión cíclica	1 byte
5	Longitud del prefijo cíclico en sentido descendente	2 bytes
6	Longitud de la ventana en transmisión en sentido descendente (β_{ds})	1 byte
7	Tamaño de IDFT de la VTU-O	1 byte
8	Duración del periodo de acondicionamiento del EC de la VTU-O	1 byte
9	Duración solicitada del periodo de acondicionamiento del TEQ de la VTU-O	1 byte
10	Duración solicitada del periodo de acondicionamiento del TEQ de la VTU-R	1 byte
11	Duración mínima solicitada de la señal periódica	1 byte
12	Conformación del espectro en el dominio de la frecuencia en sentido descendente	Descriptor Log _{tss_i}

El campo #1 "Descriptor de mensaje" es un código de un byte que identifica el mensaje. Véase el cuadro 12-2 para una lista completa de códigos.

El campo #2 "PSD de referencia MEDLEY en sentido descendente (MREFPSDds)" indica la PSD actualizada en la interfaz U tras la petición de la VTU-R en R-UPDATE. Esta PSD se utilizará en el sentido descendente desde el principio de la fase de acondicionamiento y durante el resto de la inicialización. Se utilizará el formato "descriptor de PSD" especificado en el cuadro 12-19 y el número de subportadoras que se esté describiendo estará limitado a ≤ 48 . Los únicos valores válidos obtenidos por el receptor mediante el procedimiento de interpolación especificado son los de las subportadoras que pertenecen al conjunto MEDLEYds (indicado en el campo #3 de O-PRM), excluidas las bandas de RFI indicadas durante la fase de toma de contacto G.994.1. Los valores de PSD que no estén en este conjunto serán ignorados por la VTU-R. Los valores de MREFPSDds estarán por lo menos 3,5 dB por debajo de la máscara de PSD de referencia MEDLEY en sentido descendente (MREFMASKds, véase 7.2.1), que, al excluir las bandas de RFI, es el valor mínimo de

la máscara de PSD en transmisión (PSDMASKds, campo #4 de O-SIGNATURE), y del límite superior de PSD en sentido descendente determinado por la VTU-O. Es más, los valores válidos de MREFPSDs, aquellos indicados directamente o los obtenidos en el receptor mediante interpolación, no deben diferir en más de 1 dB de la PSD en transmisión en sentido descendente, medida en la impedancia de referencia en la interfaz U.

El campo #3 "Conjunto MEDLEYds" contiene el conjunto MEDLEY de subportadoras en el sentido descendente. Las subportadoras MEDLEYds se utilizarán desde el principio de la fase de acondicionamiento. Se utilizará el formato "descriptor de bandas" descrito en el cuadro 12-18. No se especificarán más de 32 bandas.

El campo #4 "Longitud de extensión cíclica" contiene el valor de L_{CE} que se debe utilizar desde el principio de la fase de acondicionamiento. Este valor puede ser diferente del valor inicial que se intercambió durante la fase de toma de contacto G.994.1, si los módems han indicado que soportan un cambio en la longitud CE. La longitud CE se expresará como $L_{CE} = m \times N/32$. Este campo codificará el valor de m como un valor de 8 bits con valores válidos de 2 a 16.

NOTA – La duración de la CE es la misma en el sentido ascendente que en el sentido descendente. Si los tamaños de IDFT utilizados para ambos sentidos son los mismos, entonces, el número de muestras en la CE es también el mismo. Si los tamaños de IDFT no son los mismos, entonces el número de muestras en la CE en los sentidos ascendente y descendente diferirán, aunque se pueden obtener fácilmente utilizando el valor de m proporcionado por la VTU-O.

El campo #5 "Longitud del prefijo cíclico en sentido descendente" contiene el valor de L_{CP} que se debe aplicar en el sentido descendente desde el principio de la fase de acondicionamiento. El valor se expresará en muestras a la velocidad de muestreo en sentido descendente correspondientes al tamaño de IDFT indicado en el campo #7. El formato será el mismo que para el campo #14 del mensaje O-SIGNATURE (cuadro 12-17).

El campo #6 "Longitud de la ventana en transmisión en sentido descendente (β_{ds})" contiene la longitud de la ventana que se debe utilizar en transmisión en el sentido descendente desde el principio de la fase de acondicionamiento. Este valor se expresará en muestras a la velocidad de muestreo en sentido descendente correspondiente al tamaño de IDFT indicado en el campo #7. El formato será el mismo que para el campo #13 del mensaje O-SIGNATURE (cuadro 12-17).

El campo #7 "Tamaño de IDFT de la VTU-O" indica el tamaño actualizado de la IDFT en la VTU-O que se debe utilizar en el sentido descendente desde el principio de la fase de acondicionamiento. Este valor puede ser diferente del valor inicial que se intercambió durante la fase de toma de contacto G.994.1. El valor se expresará como el tamaño de IDFT $2N_{ds}$. El formato será el de un campo de 8 bits, codificado como $\log_2(2N_{ds})$, con valores válidos de 7 a 13.

El campo #8 "Periodo de acondicionamiento del EC de la VTU-O" indica la duración de la señal de acondicionamiento del EC que debe transmitir la VTU-O, expresado en símbolos DMT. Será un número entero múltiplo de 64 en la gama de 0 a 1024. La duración dividida por 64 se codificará como un valor de 8 bits.

El campo #9 "Duración requerida del periodo de acondicionamiento del TEQ de la VTU-O" indica la duración mínima del periodo de acondicionamiento del TEQ de la VTU-O que requiere la VTU-O, expresado en símbolos DMT. Será un número entero múltiplo de 64 en la gama de 0 a 16320. La duración dividida por 64 se codificará como un valor de 8 bits.

El campo #10 "Duración requerida durante el periodo de acondicionamiento del TEQ de la VTU-R" indica la duración mínima del periodo de acondicionamiento del TEQ de la VTU-R que requiere la VTU-O, expresado en símbolos DMT. Será un número entero múltiplo de 64 en la gama de 0 a 16320. La duración dividida por 64 se codificará como un valor de 8 bits.

El campo #11 "Duración mínima requerida de la señal periódica" indica la duración mínima de la señal R-P-PERIODIC 2 que requiere la VTU-O, expresada en símbolos DMT. Será un número entero múltiplo de 64 en la gama de 0 a 2048. La duración dividida por 64 se codificará como un valor de 8 bits.

El campo #12 "Conformación del espectro en el dominio de la frecuencia en sentido descendente" indica los valores tss_i utilizados por la VTU-O. El campo tendrá el formato de un "descriptor Log_{tss_i} " como se muestra en el cuadro 12-23, con un número máximo de puntos críticos de 64.

Cuadro 12-23/G.993.2 – Descriptor de Log_{tss_i}

Octeto	Contenido del campo
1	Número de puntos críticos (subportadoras) a describir.
2-4	Bits 0-11: Índice de la subportadora del primer punto crítico. Bits 12-23: Valor \log_{tss_i} del primer punto crítico en pasos de 0,1 dB.
5-7 (cuando proceda)	Bits 0-11: Índice de la subportadora del segundo punto crítico. Bits 12-23: Valor \log_{tss_i} del segundo punto crítico en pasos de 0,1 dB.
etc.	etc.

El primer octeto del descriptor debe contener el número de puntos críticos que se están especificando. Este número puede ser cero. En este caso, no habrá más octetos en el descriptor y todo el campo se interpretará como $\log_{tss_i} = 0$ para todas las subportadoras transmitidas. Si el número de puntos críticos no es igual a cero, cada grupo de tres octetos consecutivos describirá un punto crítico como un valor \log_{tss_i} (véase 10.3.4.3) para un cierto índice de subportadora. Los valores tss_i los determinará el transmisor de forma que, con una conformación del espectro combinada en el dominio de la frecuencia y en el dominio del tiempo, la PSD en sentido descendente sea idéntica al valor MREFPSDs en la interfaz U durante la fase de acondicionamiento y durante las fases subsiguientes de inicialización.

Los primeros 12 bits (0-11) en el grupo de tres octetos contendrán el índice de la subportadora. Los últimos 12 bits (12-23) contendrán el valor \log_{tss_i} de la subportadora en dB calculados como se especifica en 10.3.4.3 de forma que el valor \log_{tss_i} máximo de todos los puntos críticos sea 0 dB. Cada valor \log_{tss_i} será un número entero múltiplo de $-0,1$ dB. El receptor obtendrá los valores \log_{tss_i} para subportadoras no especificadas mediante una interpolación lineal entre los valores \log_{tss_i} de los puntos críticos asignados como se especifica en 10.3.4.3.

La VTU-O proporcionará valores tss_i distintos de cero para todas las subportadoras fuera de banda con índices entre 1 y $t_{DS1_stop} + 32$, donde t_{DS1_stop} es la subportadora con el índice más alto en DS1. Los valores tss_i fuera de banda sólo se utilizarán durante O-P-TEQ como se describe en 12.3.4.3.1.4. Los valores tss_i fuera de banda se fijarán para garantizar que la PSD de O-P-TEQ en la interfaz U está próxima, pero no por debajo, de la máscara de PSD límite de la banda suprimida.

12.3.3.2.1.4 O-ACK

O-ACK es un mensaje de un byte que acusa recibo de la recepción correcta del mensaje R-PRM. El formato del mensaje será el especificado en 12.2.1 y la cabida útil será la especificada en el cuadro 12-2.

12.3.3.2.2 Mensajes de la VTU-R enviados durante la fase de búsqueda de canal

12.3.3.2.2.1 R-MSG 1

El cuadro 12-24 muestra la lista completa de los parámetros transportados por el mensaje R-MSG 1.

Cuadro 12-24/G.993.2 – Descripción del mensaje R-MSG 1

	Nombre del campo	Formato
1	Descriptor de mensaje	Código de mensaje
2	Estimación de la longitud eléctrica	2 bytes
3	Límite superior de PSD inicial en sentido ascendente (CDMAXMASK _{us})	2 bytes
4	PSD en sentido descendente de búsqueda de canal (CDPSD _{us})	Descriptor de PSD
5	Tonos piloto de inicialización	Descriptor de tonos
6	Avance de temporización	2 bytes
7	Valores de O-P-PILOT	1 byte
8	Longitud de la ventana en transmisión en sentido ascendente (β_{us})	1 byte
9	Longitud del prefijo cíclico en sentido ascendente	2 bytes

El campo #1 "Descriptor de mensaje" es un código único de 1 byte que identifica el mensaje. Para una lista completa de códigos véase el cuadro 12-2.

El campo #2 "Estimación de la longitud eléctrica" transferirá la estimación de la longitud eléctrica determinada por la VTU-R, expresada en dB para 1 MHz (véase 7.2.1.3.2). El valor se codificará como un número de 16 bits. El valor de la longitud eléctrica se obtiene multiplicando este valor de 16 bits por 0,1 dB. La gama válida de longitudes eléctricas es de 0 dB a 128 dB en pasos de 0,1 dB. Utilizando esta estimación de la longitud eléctrica, la VTU-R obtendrá la reducción de potencia en sentido ascendente (UPBO) descrita en 7.2.1.3.

El campo #3 "Límite superior de PSD inicial en el sentido ascendente (CDMAXMASK_{us})" indica el nivel de PSD que se utiliza para imponer un límite superior de la máscara de PSD en transmisión en sentido ascendente (una vez realizada la UPBO) para crear la máscara de PSD en sentido ascendente para las señales transmitidas durante la fase de búsqueda de canal. La PSD de búsqueda de canal en sentido ascendente (CDPSD_{us}, véase campo #4) se calcula utilizando el valor de CDMAXMASK_{us}. Este campo se codificará de la misma manera que el campo #7 de O-SIGNATURE.

El campo #4 "PSD en sentido ascendente de búsqueda de canal (CDPSD_{us})" indica la PSD en la interfaz U transmitida en el sentido ascendente durante la fase de búsqueda de canal. Se utilizará el formato "descriptor de PSD" especificado en el cuadro 12-19 y el número de subportadoras que se estén describiendo estará limitado a ≤ 32 . Los únicos valores válidos de PSD obtenidos por el receptor mediante el procedimiento de interpolación especificado son los de las subportadoras que pertenezcan al conjunto SUPPORTEDCARRIERS_{us}, excluidas las bandas de RFI indicadas durante la fase de toma de contacto G.994.1. Los valores de PSD que no pertenezcan a este conjunto serán ignorados por el receptor. Los valores CDPSD_{us} deben estar por lo menos 3,5 dB por debajo de la máscara de PSD en transmisión en sentido ascendente (campo #5 de O-SIGNATURE), por lo menos 3,5 dB por debajo del límite superior de PSD en sentido ascendente inicial (campo #3 de R-MSG 1) y por lo menos 3,5 dB por debajo de UPBOMASK que corresponde al valor de longitud eléctrica definida en el campo #2. Es más, los valores válidos de CDPSD_{us}, los indicados directamente o los obtenidos en el receptor mediante interpolación, no diferirán en más de 1 dB del valor real de la PSD en transmisión, medida en la impedancia de referencia en la interfaz U.

El campo #5 "Tonos piloto de inicialización" indica la selección de los tonos piloto por la VTU-R para la recuperación de la temporización durante las etapas O-P-PILOT 1, O-P-PILOT 2, O-P-PILOT 3 y O-P-ECT. Esta información la utilizará la VTU-O durante la etapa de prueba de línea (si se selecciona) y durante las etapas de acondicionamiento del TEQ y del cancelador de eco de la fase de acondicionamiento. El campo tendrá el formato que se muestra en el cuadro 12-25. El número total de tonos piloto de inicialización no superará los 16.

Cuadro 12-25/G.993.2 – Descriptor de tono

Octeto	Contenido del campo
1	Número de tonos
2-4	Bits 0-11: Índice de tono 1 Bits 12-23: Índice de tono 2
5-7 (cuando proceda)	Bits 0-11: Índice de tono 3 Bits 12-23: Índice de tono 4
etc.	etc.

El primer octeto del descriptor de tonos contendrá el número de tonos piloto seleccionado por la VTU-R. Si este número es cero, no habrá más octetos en el descriptor. Si el número de tonos no es igual a cero, cada grupo de tres octetos consecutivos en el descriptor describirá la ubicación de dos tonos piloto.

Los primeros 12 bits (0-11) y los últimos 12 bits (12-23) en cada grupo de tres octetos contendrán los índices de dos tonos. Por ejemplo, un valor de campo 400200_{16} significa tono $200_{16} = 512$ y tono $400_{16} = 1024$. Si el número de tonos piloto es impar, los últimos 12 bits del campo se fijarán a CERO.

El campo #6 "Avance de temporización" indica que el avance de temporización seleccionado por la VTU-R (que es el valor inicial transferido por el mensaje O-SIGNATURE o el valor establecido por el fabricante si la VTU-O no fijó valor inicial). Se expresará en muestras a la velocidad de muestreo en sentido ascendente correspondiente al tamaño de IDFT indicado durante la fase de toma de contacto G.994.1. El valor se codificará en un campo de 16 bits utilizando un formato de complemento dos.

El campo #7 "Valores de O-P-PILOT" indica el valor fijado de la potencia de tono piloto en las señales O-P-PILOT durante las diversas etapas. El formato es de un byte con la codificación siguiente:

- El primer MSB indica si al tono o tonos piloto seleccionados se les debe asignar potencia en O-P-PILOT 1 durante la fase de búsqueda de canal (1=ACTIVADO, 0=DESACTIVADO);
- El segundo y tercer MSB indican, respectivamente, si al tono o tonos piloto seleccionados se les debe asignar potencia en O-P-PILOT 2 y O-P-PILOT 3 durante la fase de acondicionamiento (1=ACTIVADO, 0=DESACTIVADO);
- Otros bits se fijarán a CERO.

El campo #8 "Longitud de la ventana en transmisión en sentido ascendente (β_{us})" contiene la longitud de la ventana en transmisión que se debe utilizar en sentido ascendente durante la fase de búsqueda de canal. El valor se expresará en muestras a la velocidad de muestreo en sentido ascendente correspondiente al tamaño de IDFT indicado durante la fase de toma de contacto G.994.1. El formato será el mismo que el del campo #13 del mensaje O-SIGNATURE (cuadro 12-17).

El campo #9 "Longitud del prefijo cíclico en sentido ascendente" contiene la longitud del prefijo cíclico en sentido ascendente expresada en muestras a la velocidad de muestreo en sentido ascendente correspondientes al tamaño de IDFT indicado durante la fase de toma de contacto G.994.1. El valor se codificará como un número entero sin signo de 16 bits.

12.3.3.2.2.2 R-UPDATE

El mensaje R-UPDATE es una petición para modificar la PSD en sentido descendente. El cuadro 12-26 muestra la lista completa de los parámetros transportados por el mensaje R-UPDATE.

Cuadro 12-26/G.993.2 – Descripción del mensaje R-UPDATE

	Nombre del campo	Formato
1	Descriptor de mensaje	Código de mensaje
2	Límite superior de PSD inicial en sentido descendente actualizado (MAXMASKds)	2 bytes
3	Mayor subportadora propuesta en sentido descendente	2 bytes
4	Menor subportadora propuesta en sentido descendente	2 bytes
5	Conjunto BLACKOUTds	Descriptor de bandas
6	Longitud de extensión cíclica sugerida	1 byte

El campo #1 "Descriptor de mensaje" es un código único de 1 byte que identifica el mensaje. Para una lista completa de códigos véase el cuadro 12-2.

El campo #2 "Límite superior de PSD inicial en sentido descendente actualizado (MAXMASKds)" indica el límite superior de PSD de la máscara de PSD en transmisión en sentido descendente. Este campo se codificará de la misma forma que el campo #7 de O-SIGNATURE. Si este nivel es inferior al límite superior de PSD en sentido descendente indicado en O-SIGNATURE, la VTU-O aplicará este nuevo nivel superior a MASXMASKds. En otro caso, la VTU-O puede incrementar el límite superior de la máscara de PSD en sentido descendente hasta el valor de MAXMASKds. Este nuevo nivel máximo se utilizará para formar la máscara de PSD de referencia MEDLEY en sentido descendente (MREFMASKds). El valor especial 1000_{16} indica que no existe límite en el nivel superior de PSD en sentido descendente (bajo las restricciones de la máscara de PSD en transmisión en sentido descendente).

El campo #3 "Mayor subportadora propuesta en sentido descendente" contiene una estimación de la VTU-R para la subportadora con mayor índice en sentido descendente que se puede cargar con bits de datos. El formato será el mismo que el del campo #4 del mensaje O-UPDATE. La VTU-O puede transmitir subportadoras con índices superiores a este valor, siempre que esas subportadoras estén en el conjunto SUPPORTEDCARRIERSds.

El campo #4 "Menor subportadora propuesta en sentido descendente" contiene una estimación de la VTU-R para la subportadora con menor índice en sentido descendente que se puede cargar con bits de datos. El formato será el mismo que el del campo #5 del mensaje O-UPDATE. La VTU-O puede transmitir subportadoras con índices inferiores a este valor, siempre que esas subportadoras estén en el conjunto SUPPORTEDCARRIERSds.

El campo #5 "Conjunto BLACKOUTds" contiene el conjunto BLACKOUT de subportadoras en el sentido descendente. Este campo tendrá el formato de un "descriptor de bandas" (véase el cuadro 12-18), con un número máximo de 16 bandas. Si no hay subportadoras silenciadas, el campo estará constituido por un octeto, 00_{16} .

El campo #6 "Longitud de extensión cíclica sugerida" contiene el valor de la longitud CE sugerida por la VTU-R. Este valor puede ser diferente del valor inicial intercambiado durante la fase de toma de contacto G.994.1, si ambos módems soportan un cambio en la longitud CE. La longitud CE final la decidirá la VTU-O (véase el mensaje O-PRM en 12.3.3.2.1.3). El formato será el mismo que para el campo #4 del mensaje O-PRM (cuadro 12-22).

12.3.3.2.2.3 R-PRM

El mensaje R-PRM se envía en respuesta al mensaje O-PRM. Contiene la PSD de referencia MEDLEY en sentido ascendente tras las modificaciones propuestas en el mensaje O-UPDATE. También contiene los parámetros de modulación que se deben utilizar en el sentido ascendente desde el principio de la fase de acondicionamiento y solicita las duraciones de los periodos de

acondicionamiento en la fase de acondicionamiento. El cuadro 12-27 muestra la lista completa de los parámetros transportados por el mensaje R-PRM.

Cuadro 12-27/G.993.2 – Descripción del mensaje R-PRM

	Nombre del campo	Formato
1	Descriptor de mensaje	Código de mensaje
2	PSD de referencia MEDLEY en sentido ascendente (MREFPSDus)	Descriptor de PSD
3	Conjunto MEDLEYus	Descriptor de bandas
4	Longitud del prefijo cíclico en sentido ascendente	2 bytes
5	Longitud de la ventana en transmisión en sentido ascendente (β_{us})	1 byte
6	Tamaño de IDFT de la VTU-R	1 byte
7	Duración del periodo de acondicionamiento del EC de la VTU-R	1 byte
8	Duración requerida del periodo de acondicionamiento del TEQ de la VTU-R	1 byte
9	Duración requerida del periodo de acondicionamiento del TEQ de la VTU-O	1 byte
10	Duración mínima requerida de la señal periódica	1 byte
11	Duración mínima de la señal R-P-TRAINING 1 ($T_{\text{MIN-R-P-Train}}$)	1 byte
12	Conformación en el dominio de la frecuencia en sentido ascendente	Descriptor Log_tss _i

El campo #1 "Descriptor de mensaje" es un código único de 1 byte que identifica el mensaje. Para una lista completa de códigos véase el cuadro 12-2.

El campo #2 "PSD de referencia MEDLEY en sentido ascendente (MREFPSDus)" indica la PSD actualizada en la interfaz U tras la petición de la VTU-O en O-UPDATE. Esta PSD se utilizará en el sentido ascendente desde el principio de la fase de acondicionamiento y durante el resto de la inicialización. Se utilizará el formato del "descriptor de PSD" especificado en el cuadro 12-19, y el número de subportadoras que se estén describiendo se limitará a ≤ 32 . Los únicos valores de PSD válidos obtenidos por el receptor mediante el procedimiento de interpolación especificado son los de las subportadoras que pertenecen al conjunto MEDLEYus (indicados en el campo #3), excluidas las bandas de RFI indicadas durante la fase de toma de contacto G.994.1. Los valores de PSD que no estén en este conjunto serán ignorados por la VTU-O. Los valores de MREFPSDus estarán por lo menos 3,5 dB por debajo de la máscara de PSD de referencia MEDLEY en sentido ascendente (MREFPSDus, véase 7.2.1), lo que, excluyendo las bandas de RFI, es el valor mínimo de la máscara de PSD en transmisión (PSDMASKus, campo #5 de O-SIGNATURE), del valor UPBOMASK determinado por la VTU-R (que se corresponde con el valor de longitud eléctrica definido en el campo #2 de O-UPDATE) y del límite máximo de PSD en sentido ascendente determinado por la VTU-R. Es más, los valores válidos de MREFPSDus, que se hayan comunicado directamente u obtenido en el receptor mediante interpolación, no deben diferir en más de 1 dB de la PSD en transmisión en sentido ascendente medida en la impedancia de referencia en la interfaz U.

El campo #3 "Conjunto MEDLEYus" contiene el conjunto MEDLEY de subportadoras en el sentido ascendente. Las subportadoras MEDLEYus se utilizarán desde el principio de la fase de acondicionamiento. Se utilizará el formato del "descriptor de bandas" del cuadro 12-18. No se especificarán más de 32 bandas.

El campo #4 "Longitud del prefijo cíclico en sentido ascendente" contiene el valor del prefijo cíclico que se debe aplicar en el sentido ascendente desde el principio de la fase de acondicionamiento. El valor se expresará en muestras a la velocidad de muestreo en sentido ascendente correspondientes al tamaño de IDFT indicado en el campo #6. El formato de la longitud

del prefijo cíclico seleccionada será el mismo que para el campo #14 del mensaje O-SIGNATURE (cuadro 12-17).

NOTA – El valor de la longitud CE utilizado en el cálculo de la longitud del prefijo cíclico en sentido ascendente es el valor indicado en O-PRM y no el enviado en R-UPDATE.

El campo #5 "Longitud de la ventana en transmisión en sentido ascendente (β_{us})" contiene la longitud de la ventana en transmisión que se debe utilizar en sentido ascendente desde el principio de la fase de acondicionamiento. El valor se expresará en muestras a la velocidad de muestreo en sentido ascendente correspondientes al tamaño de IDFT indicado en el campo #6. El formato será el mismo que el del campo #13 del mensaje O-SIGNATURE (cuadro 12-17).

El campo #6 "Tamaño de IDFT de la VTU-R" indica el tamaño de IDFT, $2N_{us}$, que debe utilizar la VTU-R desde el principio de la fase de acondicionamiento. El formato será un campo de 8 bits codificado como $\log_2(2N_{us})$, con valores válidos entre 6 y 13. Este valor puede ser diferente del valor inicial que se intercambi6 durante la fase de toma de contacto G.994.1.

El campo #7 "Duración del periodo de acondicionamiento del EC de la VTU-R" indica la duración de la señal de acondicionamiento del EC de la VTU-R que transmitirá la VTU-R, expresado en símbolos DMT. Será un número entero múltiplo de 64 en la gama de 0 a 1024. La duración dividida por 64 se codificará como un valor de 8 bits.

El campo #8 "Duración requerida del periodo de acondicionamiento del TEQ de la VTU-R" indica la duración mínima del periodo de acondicionamiento del TEQ de la VTU-R que requiere la VTU-R, expresado en símbolos DMT. Será un número entero múltiplo de 64 en la gama de 0 a 16320. La duración dividida por 64 se codificará como un valor de 8 bits.

El campo #9 "Duración requerida del periodo de acondicionamiento del TEQ de la VTU-O" indica la duración mínima del periodo de acondicionamiento del TEQ de la VTU-O, que requiere la VTU-R, expresado en símbolos DMT. Será un número entero múltiplo de 64 en la gama de 0 a 16320. La duración dividida por 64 se codificará como un valor de 8 bits.

El campo #10 "Duración mínima requerida de la señal periódica" indica la duración mínima de la señal O-P-PERIODIC 2 que requiere la VTU-R, expresada en símbolos DMT. Será un número entero múltiplo de 64 en la gama de 0 a 2048. La duración dividida por 64 se codificará como un valor de 8 bits.

El campo #11 "Duración mínima de la señal R-P-TRAINING 1" ($T_{\text{MIN-R-P-Train}}$) indica la duración mínima de la señal R-P-TRAINING 1 que debe transmitir la VTU-R. El valor $T_{\text{MIN-R-P-Train}}$ se expresará en símbolos DMT. La duración será un número entero múltiplo de 64 símbolos. Este número entero (es decir, la duración dividida por 64) se codificará como un valor de 8 bits.

El campo #12 "Conformación en el dominio de la frecuencia en sentido ascendente" indica los valores t_{ss_i} actualizados utilizados por la VTU-R. El campo tendrá el formato del "descriptor Log_ t_{ss_i} " como se muestra en el cuadro 12-23.

La VTU-R proporcionará valores de t_{ss_i} distintos de cero para todas las subportadoras fuera de banda con índices entre 1 y $t_{US0_stop} + 32$, donde t_{US0_stop} es la subportadora con índice mayor en US0. Los valores de t_{ss_i} fuera de banda (valores virtuales, puesto que no se transmiten subportadoras fuera de la banda durante la búsqueda de canal) sólo se utilizarán durante R-P-TEQ, como se describe en 12.3.4.3.2.4. Los valores de t_{ss_i} fuera de banda se fijarán para garantizar que la PSD de R-P-TEQ en la interfaz U está cerca, pero no por debajo de la correspondiente máscara de PSD límite de banda suprimida.

12.3.3.3 Señales transmitidas durante la fase de búsqueda de canal

Todas las señales transmitidas durante la fase de búsqueda de canal utilizarán sólo subportadoras del conjunto SUPPORTEDCARRIERSds en el sentido descendente y subportadoras del conjunto SUPPORTEDCARRIERSus en el sentido ascendente.

La PSD en transmisión de todas las señales en sentido descendente con potencia de salida distinta de cero debe cumplir la máscara de PSD en transmisión en sentido descendente (PSDMASKds), tanto en la banda de paso como en las bandas suprimidas y estará limitada por el nivel del límite superior de la PSD en sentido descendente inicial (campo #7 de O-SIGNATURE). La PSD en sentido descendente no excederá -80 dBm/Hz en ninguna de las bandas de RFI que se definieron durante la fase de toma de contacto G.994.1. Los valores de CE y de $2N_{ds}$ serán los definidos durante la fase de toma de contacto G.994.1. Los valores de β_{ds} y de la longitud del prefijo cíclico serán los indicados en los campos #13 y #14 de O-SIGNATURE, respectivamente.

La PSD en transmisión de todas las señales en sentido ascendente con potencia de salida distinta de cero debe cumplir la máscara de PSD en transmisión en sentido ascendente (PSDMASKus), tanto en la banda de paso como en las bandas suprimidas y estará limitada por el nivel del límite superior de la PSD en sentido ascendente inicial (campo #3 de R-MSG 1). La PSD en sentido ascendente cumplirá los requisitos de UPBO especificados en 7.2.1.3 y no excederá -80 dBm/Hz en ninguna de las bandas de RFI que se definieron durante la fase de toma de contacto G.994.1. Los valores de CE y de $2N_{us}$ serán los definidos durante la fase de toma de contacto G.994.1. Los valores de β_{us} y del avance de temporización serán los indicados en los campos #8 y #6 de R-MSG 1, respectivamente. La longitud del prefijo cíclico será la indicada en el campo #9 de R-MSG 1.

12.3.3.3.1 Señales transmitidas por la VTU-O

12.3.3.3.1.1 O-P-QUIET 1

O-P-QUIET 1 proporcionará una tensión de salida de cero voltios en el punto de referencia U. Se asignará potencia cero a todas las subportadoras.

La duración de O-P-QUIET 1 es variable entre 512 y 1024 símbolos. Su duración la fijará la VTU-O.

12.3.3.3.1.2 O-P-CHANNEL DISCOVERY 1

O-P-CHANNEL DISCOVERY 1 es una señal que permite a la VTU-R sincronizar y medir la atenuación del canal. Durante la transmisión de O-P-CHANNEL DISCOVERY 1, el SOC se encuentra en su estado activo.

La duración de O-P-CHANNEL DISCOVERY 1 es variable. O-P-CHANNEL DISCOVERY 1 finaliza con la transmisión de O-P-SYNCHRO 1.

O-P-CHANNEL DISCOVERY 1 estará compuesta por todas las subportadoras de SUPPORTEDCARRIERSds moduladas mediante 4-QAM. Cada símbolo DMT de O-P-CHANNEL DISCOVERY 1 transportará un byte de información. La correspondencia de los bits con las subportadoras será como se resume en el cuadro 12-28.

Cuadro 12-28/G.993.2 – Correspondencia de bits para O-P-CHANNEL DISCOVERY 1

Índice de subportadora	Punto de constelación
Par	00
1, 11, 21, ..., $10n+1$, ...	Bits 0 y 1 del mensaje SOC
3, 13, 23, ..., $10n+3$, ...	Bits 2 y 3 del mensaje SOC
5, 15, 25, ..., $10n+5$, ...	Bits 4 y 5 del mensaje SOC
7, 17, 27, ..., $10n+7$, ...	Bits 6 y 7 del mensaje SOC
9, 19, 29, ..., $10n+9$, ...	00

Se hará una rotación entre los puntos de constelación de todas las subportadoras basándose en el número de 2 bits proporcionado por el aleatorizador de cuadrante descrito en 12.3.6.2. El aleatorizador se utilizará en el modo reinicialización (véase 12.3.6.2.1).

Los símbolos se generarán como se describe en 10.4.4. La longitud de símbolo será de $2N_{ds} + L_{CE}$ muestras. La longitud total de la ventana será igual a β_{ds} .

La PSD en transmisión de las subportadoras del conjunto SUPPORTEDCARRIERSds de la señal O-P-CHANNEL DISCOVERY 1 será igual a CDPSDds (indicada en el campo #6 de O-SIGNATURE).

12.3.3.3.1.3 O-P-SYNCHRO 1

O-P-SYNCHRO 1 es una señal que proporciona un marcador exacto de tiempo para las transiciones de O-P-CHANNEL DISCOVERY 1 a O-P-QUIET 2/O-P-PILOT 1 u O-P-PERIODIC 1. Durante la transmisión de O-P-SYNCHRO 1, el SOC está en su estado inactivo.

La duración de O-P-SYNCHRO 1 es de 15 símbolos DMT.

O-P-SYNCHRO 1 utilizará todas las subportadoras del conjunto SUPPORTEDCARRIERSds moduladas mediante 4-QAM. El valor 11 se hará corresponder con todas las subportadoras SUPPORTEDCARRIERSds para los primeros 5 y los últimos 5 símbolos DMT. El valor 00 se hará corresponder con todas las subportadoras SUPPORTEDCARRIERSds para los 5 símbolos DMT intermedios. Los puntos de constelación de todas las subportadoras se rotarán basándose en el número de 2 bits proporcionado por el aleatorizador de cuadrante descrito en 12.3.6.2. El aleatorizador se utilizará en el modo reinicialización (véase 12.3.6.2.1).

Los símbolos se generarán como se describe en 10.4.4. La longitud de símbolo será de $2N_{ds} + L_{CE}$ muestras. La longitud total de la ventana será igual a β_{ds} .

La PSD en transmisión de las subportadoras SUPPORTEDCARRIERSds en O-P-SYNCHRO 1 será la misma que para O-P-CHANNEL DISCOVERY 1.

12.3.3.3.1.4 O-P-PILOT 1

La señal O-P-PILOT 1 permite que la VTU-R mantenga la temporización de bucle durante la etapa de prueba de línea. Durante la transmisión de O-P-PILOT 1, el SOC está en su estado inactivo.

La duración de O-P-PILOT 1 es de 640 símbolos DMT con CE.

O-P-PILOT 1 está constituida sólo por los tonos piloto que eligió la VTU-R y que se comunicaron a la VTU-O en el campo #5 de R-MSG 1. El valor 00 se hará corresponder con todos los tonos piloto con modulación 4-QAM durante todos los símbolos de O-P-PILOT 1.

Los símbolos se generarán como se describe en 10.4.4. La longitud de símbolo será de $2N_{ds} + L_{CE}$ muestras. La longitud total de la ventana será igual a β_{ds} .

La PSD en transmisión de O-P-PILOT 1 debe cumplir la máscara de PSD en sentido descendente (PSDMASKds) limitada por el nivel del límite máximo de PSD en sentido descendente inicial indicado en el campo #7 de O-SIGNATURE. La potencia transmitida de los tonos piloto se fijará a cero si el primer MSB del campo de valores O-P-PILOT de R-MSG 1 se fija a CERO.

12.3.3.3.1.5 O-P-QUIET 2

O-P-QUIET 2 es idéntica a O-P-QUIET 1 salvo que su duración se fijará a 640 símbolos DMT con CE.

12.3.3.3.1.6 O-P-PERIODIC 1

O-P-PERIODIC 1 es una señal periódica que permite a ambas VTU realizar mediciones precisas de la SNR. Durante la transmisión de O-P-PERIODIC 1, el SOC está en su estado inactivo.

La duración de O-P-PERIODIC 1 es de 2048 símbolos DMT con CE.

O-P-PERIODIC 1 estará compuesta por todas las subportadoras del conjunto SUPPORTEDCARRIERSds. Estas subportadoras se modularán mediante 4-QAM. El valor 11 se

hará corresponder con todas las subportadoras del conjunto SUPPORTEDCARRIERSds. Los puntos de constelación de todas las subportadoras se rotarán basándose en el número de 2 bits proporcionado por el aleatorizador de cuadrante descrito en 12.3.6.2. El aleatorizador se utilizará en el modo reinicialización (véase 12.3.6.2.1).

O-P-PERIODIC 1 se construirá como se describe en 12.3.6.1.

La PSD en transmisión de las subportadoras SUPPORTEDCARRIERSds en O-P-PERIODIC 1 será la misma que para O-P-CHANNEL DISCOVERY 1.

12.3.3.3.1.7 O-P-SYNCHRO 2

O-P-SYNCHRO 2 es una señal que proporciona un marcador de tiempo exacto para transiciones de O-P-PERIODIC 1 a O-P-CHANNEL DISCOVERY 2. Durante la transmisión de O-P-SYNCHRO 2, el SOC está en su estado inactivo.

O-P-SYNCHRO 2 será idéntica a O-P-SYNCHRO 1.

12.3.3.3.1.8 O-P-CHANNEL DISCOVERY 2

O-P-CHANNEL DISCOVERY 2 permite a la VTU-O enviar parámetros de modulación actualizados así como la información necesaria para la fase de acondicionamiento (como las duraciones de la señal). Durante la transmisión de O-P-CHANNEL DISCOVERY 2, el SOC se encuentra en su estado activo.

La duración de O-P-CHANNEL DISCOVERY 2 es variable. O-P-CHANNEL DISCOVERY finaliza con la transmisión de O-P-SYNCHRO 3.

Los símbolos de O-P-CHANNEL DISCOVERY 2 se construirán de la misma forma que los símbolos de O-P-CHANNEL DISCOVERY 1 (véase 12.3.3.3.1.2).

La PSD en transmisión de las subportadoras del conjunto SUPPORTEDCARRIERSds de la señal O-P-CHANNEL DISCOVERY 2 será igual a CDPSDs (indicada en el campo #6 de O-SIGNATURE).

12.3.3.3.1.9 O-P-SYNCHRO 3

O-P-SYNCHRO 3 es una señal que proporciona un marcador de tiempo exacto para transiciones de O-P-CHANNEL DISCOVERY 2 a O-P-TRAINING 1 (fase de acondicionamiento).

O-P-SYNCHRO 3 será idéntica a O-P-SYNCHRO 1.

12.3.3.3.2 Señales transmitidas por la VTU-R

12.3.3.3.2.1 R-P-QUIET 1

R-P-QUIET 1 proporcionará una tensión de salida de cero voltios en el punto de referencia U. Se asignará potencia cero a todas las subportadoras. La duración de R-P-QUIET 1 es variable. Su duración la determinará la VTU-R.

12.3.3.3.2.2 R-P-CHANNEL DISCOVERY 1

R-P-CHANNEL DISCOVERY 1 es una señal que utiliza la VTU-R para enviar información sobre la PSD en sentido ascendente, el avance de temporización y su selección de los tonos piloto (si existen). Durante la transmisión de R-P-CHANNEL DISCOVERY 1, el SOC está en su estado activo.

La duración de R-P-CHANNEL DISCOVERY 1 es variable. R-P-CHANNEL DISCOVERY 1 finaliza con la transmisión de R-P-SYNCHRO 1.

R-P-CHANNEL DISCOVERY 1 estará compuesta por todas las subportadoras de SUPPORTEDCARRIERS_{us} moduladas mediante 4-QAM. Cada símbolo DMT de R-P-CHANNEL DISCOVERY 1 transportará un byte de información. La correspondencia de los bits con las subportadoras será como se resume en el cuadro 12-29.

Cuadro 12-29/G.993.2 – Correspondencia de bits para R-P-CHANNEL DISCOVERY 1

Índice de subportadora	Punto de constelación
Par	00
1, 11, 21, ..., 10n+1, ...	Bits 0 y 1 del mensaje SOC
3, 13, 23, ..., 10n+3, ...	Bits 2 y 3 del mensaje SOC
5, 15, 25, ..., 10n+5, ...	Bits 4 y 5 del mensaje SOC
7, 17, 27, ..., 10n+7, ...	Bits 6 y 7 del mensaje SOC
9, 19, 29, ..., 10n+9, ...	00

Se hará una rotación entre los puntos de constelación de todas las subportadoras basándose en el número de 2 bits proporcionado por el aleatorizador de cuadrante descrito en 12.3.6.2. El aleatorizador se utilizará en el modo reinicialización (véase 12.3.6.2.1).

Los símbolos se generarán como se describe en 10.4.4. La longitud de símbolo será de $2N_{us} + L_{CE}$ muestras. La longitud total de la ventana será igual a β_{us} .

La PSD en transmisión de las subportadoras del conjunto SUPPORTEDCARRIERS_{us} de la señal R-P-CHANNEL DISCOVERY 1 será igual a $CDPSD_{us}$ (indicada en el campo #4 de R-MSG 1).

12.3.3.3.2.3 R-P-SYNCHRO 1

R-P-SYNCHRO 1 es una señal que proporciona un marcador exacto de tiempo para las transiciones de R-P-CHANNEL DISCOVERY 1 a R-P-PERIODIC 1, o R-P-LINEPROBE si se solicita durante la fase de toma de contacto G.994.1. Durante la transmisión de R-P-SYNCHRO 1, el SOC está en su estado inactivo.

La duración de R-P-SYNCHRO 1 es de 15 símbolos DMT.

R-P-SYNCHRO 1 utilizará todas las subportadoras del conjunto SUPPORTEDCARRIERS_{us} moduladas mediante 4-QAM. El valor 11 se hará corresponder con todas las subportadoras de SUPPORTEDCARRIERS_{us} para los primeros 5 y los últimos 5 símbolos DMT. El valor 00 se hará corresponder con todas las subportadoras de SUPPORTEDCARRIERS_{us} para los 5 símbolos DMT intermedios. Los puntos de constelación de todas las subportadoras se rotarán basándose en el número de 2 bits proporcionado por el aleatorizador de cuadrante descrito en 12.3.6.2. El aleatorizador se utilizará en el modo reinicialización (véase 12.3.6.2.1).

Los símbolos se generarán como se describe en 10.4.4. La longitud de símbolo será de $2N_{us} + L_{CE}$ muestras. La longitud total de la ventana será igual a β_{us} .

La PSD en transmisión de las subportadoras SUPPORTEDCARRIERS_{us} en R-P-SYNCHRO 1 será la misma que para R-P-CHANNEL DISCOVERY 1.

12.3.3.3.2.4 R-P-LINEPROBE

R-P-LINEPROBE es una señal definida por el fabricante que permite a la VTU-R realizar pruebas de línea. Durante la transmisión de R-P-LINEPROBE el SOC está en su estado inactivo.

La duración de R-P-LINEPROBE es de 512 símbolos DMT con CE.

La PSD en transmisión de R-P-LINEPROBE debe respetar la máscara de PSDMASK_{us}, tanto en la banda de paso como en las bandas suprimidas, limitada por el valor del límite superior de la PSD en sentido ascendente inicial (campo #3 de R-MSG 1). La PSD de R-P-LINEPROBE cumplirá los

requisitos de UPBO especificados en 7.2.1.3 y no excederá -80 dB/Hz en ninguna de las bandas de RFI que se definieron durante la fase de toma de contacto G.994.1.

12.3.3.3.2.5 R-P-PERIODIC 1

R-P-PERIODIC 1 es una señal periódica que permite a ambas VTU realizar mediciones precisas de la SNR. Durante la transmisión de R-P-PERIODIC 1, el SOC está en su estado inactivo.

La duración de R-P-PERIODIC 1 es de 2048 símbolos DMT con CE.

R-P-PERIODIC 1 estará compuesta por todas las subportadoras del conjunto SUPPORTEDCARRIERS_{Sus}. Estas subportadoras se modularán mediante 4-QAM. El valor 11 se hará corresponder con todas las subportadoras del conjunto SUPPORTEDCARRIERS_{Sus}. Los puntos de constelación de todas las subportadoras se rotarán basándose en el número de 2 bits proporcionado por el aleatorizador de cuadrante descrito en 12.3.6.2. El aleatorizador se utilizará en el modo reinicialización (véase 12.3.6.2.1).

R-P-PERIODIC 1 se construirá como se describe en 12.3.6.1.

La PSD en transmisión de las subportadoras de SUPPORTEDCARRIERS_{Sus} en R-P-PERIODIC 1 será la misma que para R-P-CHANNEL DISCOVERY 1.

12.3.3.3.2.6 R-P-SYNCHRO 2

R-P-SYNCHRO 2 es una señal que proporciona un marcador de tiempo exacto para transiciones de R-P-PERIODIC 1 a R-P-CHANNEL DISCOVERY 2. Durante la transmisión de R-P-SYNCHRO 2, el SOC está en su estado inactivo.

R-P-SYNCHRO 2 será idéntica a R-P-SYNCHRO 1.

12.3.3.3.2.7 R-P-CHANNEL DISCOVERY 2

R-P-CHANNEL DISCOVERY 2 permite a la VTU-R solicitar modificaciones a la señal transmitida en sentido descendente y enviar parámetros de modulación actualizados así como la información necesaria para la fase de acondicionamiento (como las duraciones de la señal). Durante la transmisión de R-P-CHANNEL DISCOVERY 2, el SOC se encuentra en su estado activo.

La duración de R-P-CHANNEL DISCOVERY 2 es variable. R-P-CHANNEL DISCOVERY 2 finaliza con la transmisión de R-P-SYNCHRO 3.

Los símbolos de R-P-CHANNEL DISCOVERY 2 se construirán de la misma forma que los símbolos de R-P-CHANNEL DISCOVERY 1 (véase 12.3.3.3.2.2).

La PSD en transmisión de las subportadoras del conjunto SUPPORTEDCARRIERS_{Sus} de la señal R-P-CHANNEL DISCOVERY 2 será igual a CDPSD_{us} (indicada en el campo #4 de R-MSG 1).

12.3.3.3.2.8 R-P-SYNCHRO 3

R-P-SYNCHRO 3 es una señal que proporciona un marcador de tiempo exacto para transiciones de R-P-CHANNEL DISCOVERY 2 a R-P-QUIET 2 (fase de acondicionamiento).

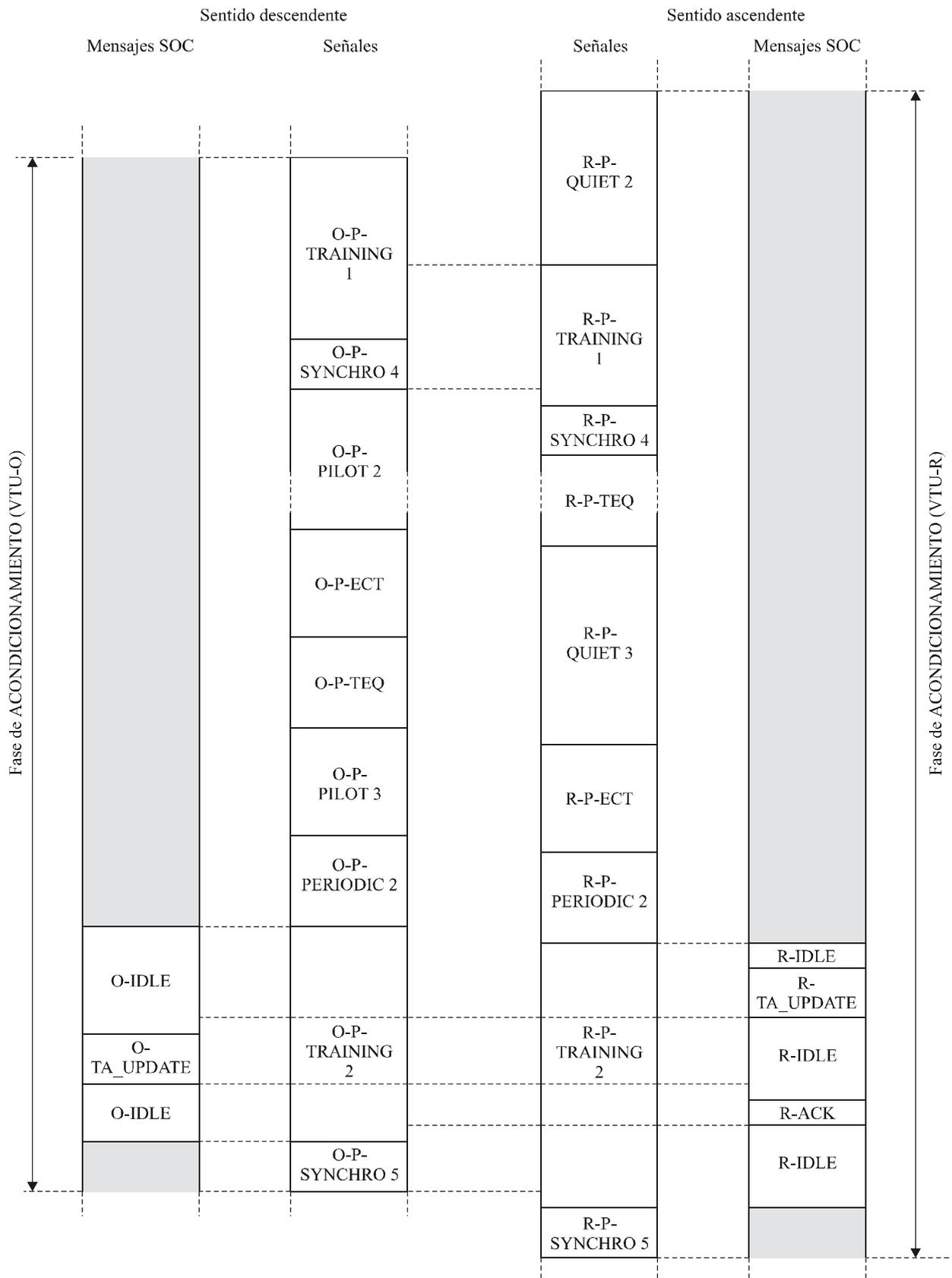
R-P-SYNCHRO 3 será idéntica a R-P-SYNCHRO 1.

12.3.4 Fase de acondicionamiento

12.3.4.1 Visión general

Durante la fase de acondicionamiento, los módems pueden acondicionar su TEQ y su cancelador de eco (EC). En el caso de que un TEQ o un EC o ambos no se requieran, se pueden acortar las etapas correspondientes para acelerar la transmisión del procedimiento de inicialización. Asimismo, el valor del avance de temporización se puede ajustar durante esta fase.

La figura 12-6 presenta el diagrama de tiempos para las etapas de la fase de acondicionamiento. Ofrece una visión general de la frecuencia de las señales transmitidas y de los mensajes SOC enviados por la VTU-O a la VTU-R durante la fase de acondicionamiento. Las dos columnas interiores muestran las secuencias de señales que se transmiten (véase 12.3.4.3). Las dos columnas exteriores muestran los mensajes que se envían por el SOC (véase 12.3.4.2). Las zonas sombreadas corresponden a periodos de tiempo en los que el SOC está en su estado inactivo.



G.993.2_F12-6

Figura 12-6/G.993.2 – Diagrama de tiempos para las etapas de la fase de acondicionamiento

NOTA 1 – En el intercambio de mensajes SOC identificados en la figura 12-6, aplicarán las reglas del protocolo de comunicación de 12.2.2. Algunos mensajes enviados por el SOC pueden requerir segmentación; aunque no se muestre en la figura 12-6, los elementos del mensaje segmentado y sus correspondientes acuses de recibo se envían por el SOC según el protocolo de comunicación de 12.2.2.

Al principio de la fase de acondicionamiento, la VTU-O transmitirá O-P-TRAINING 1 y la VTU-R se mantendrá en silencio (R-P-QUIET 2). Este tiempo lo puede utilizar la VTU-R para recuperar la temporización o la delimitación de los símbolos en el caso de que se cambiaran uno o más parámetros de modulación (longitud CE, tamaño de IDFT, etc.) al finalizar la fase de búsqueda de canal.

Después de no más de 4096 símbolos, la VTU-R pasará de R-P-QUIET 2 a transmitir R-P-TRAINING 1. Mientras se transmite R-P-TRAINING 1, ambas VTU pueden reajustar sus parámetros AGC para adaptar los cambios en la PSD en transmisión al final de la fase de búsqueda de canal. Después de recibir por lo menos $T_{\text{MIN-R-P-Train}}$ símbolos R-P-TRAINING 1 (campo #11 de R-PRM, véase 12.3.3.2.2.3), la VTU-O transmitirá O-P-SYNCHRO 4 para indicar el inicio de las etapas de acondicionamiento de TEQ y de CE. Tras detectar O-P-SYNCHRO 4, la VTU-R responderá en un periodo de tiempo de entre 48 y 64 símbolos transmitiendo R-P-SYNCHRO 4.

La duración de las señales de acondicionamiento del TEQ, de las señales de acondicionamiento del CE y de la señal periódica transmitida después del acondicionamiento de TEQ y CE se determina a partir de los valores requeridos por la VTU-O y la VTU-R durante la fase de búsqueda de canal. Se definirán como:

- $T_{\text{VTU-O_TEQ}}$: Duración del acondicionamiento del TEQ de la VTU-O, igual o mayor a los valores requeridos por la VTU-O en el campo #9 de O-PRM y por la VTU-R en el campo #9 de R-PRM;
- $T_{\text{VTU-R_TEQ}}$: Duración del acondicionamiento del TEQ de la VTU-R, igual o mayor a los valores requeridos por la VTU-O en el campo #10 de O-PRM y por la VTU-R en el campo #8 de R-PRM;
- $T_{\text{VTU-O_EC}}$: Duración del acondicionamiento del EC de la VTU-O, igual al valor indicado por la VTU-O en el campo #8 de O-PRM;
- $T_{\text{VTU-R_EC}}$: Duración del acondicionamiento del EC de la VTU-R, igual al valor indicado por la VTU-R en el campo #7 de R-PRM; y
- T_{Periodic} : Duración de las señales O-P-PERIODIC 2 y R-P-PERIODIC 2 tras el acondicionamiento del TEQ y del EC, igual o superior a los valores requeridos por la VTU-O en el campo #11 de O-PRM y por la VTU-R en el campo #10 de R-PRM.

Los módems determinarán cuándo transitar de una etapa a la siguiente contando el número de símbolos transmitidos durante cada etapa.

Inmediatamente después de la transmisión de O-P-SYNCHRO 4, la VTU-O transmitirá O-P-PILOT 2, y continuará transmitiendo O-P-PILOT 2 durante $T_{\text{VTU-O_TEQ}}$ símbolos. Inmediatamente después de la transmisión de R-P-SYNCHRO 4, la VTU-R transmitirá R-P-TEQ durante $T_{\text{VTU-O_TEQ}}$ símbolos. Durante esta etapa, la VTU-O puede acondicionar sus TEQ.

NOTA 2 – Se espera que la recuperación de temporización en la VTU-R sea estable durante por lo menos 512 símbolos de la transmisión de R-P-TEQ.

Inmediatamente después de que todos los símbolos $T_{\text{VTU-O_TEQ}}$ de O-P-PILOT 2 se hayan transmitido, la VTU-O transmitirá O-P-ECT durante $T_{\text{VTU-O_EC}}$ símbolos. Durante la transmisión de O-P-ECT, la VTU-O puede acondicionar su cancelador de eco.

Después de que se hayan transmitido los $T_{\text{VTU-O_EC}}$ símbolos de O-P-ECT, la VTU-O transmitirá O-P-TEQ durante $T_{\text{VTU-R_TEQ}}$ símbolos. La VTU-R transmitirá $T_{\text{VTU-O_EC}} + T_{\text{VTU-R_TEQ}}$ símbolos de R-P-QUIET 3 inmediatamente después de que se hayan transmitido los $T_{\text{VTU-O_TEQ}}$ símbolos de R-P-TEQ. Durante la transmisión de O-P-TEQ, la VTU-R puede acondicionar su TEQ.

Inmediatamente después de que la VTU-O haya transmitido los T_{VTU-R_TEQ} símbolos de O-P-TEQ, transmitirá O-P-PILOT 3 durante T_{VTU-R_EC} símbolos. Después de que la VTU-R haya transmitido los $T_{VTU-O_EC} + T_{VTU-R_TEQ}$ símbolos de R-P-QUIET 3, transmitirá R-P-ECT durante T_{VTU-R_EC} símbolos. Durante esta etapa, la VTU-R puede acondicionar su cancelador de eco.

Después de transmitir el último símbolo de O-P-PILOT 3, la VTU-O transmitirá $T_{Periodic}$ símbolos de O-P-PERIODIC 2. Después de transmitir el último símbolo de R-P-ECT, la VTU-R transmitirá asimismo $T_{Periodic}$ símbolos de R-P-PERIODIC 2. Durante esta etapa, se produce una transmisión bidireccional de señales periódicas que se puede utilizar para realizar más ajustes del TEQ en cada receptor. Después de transmitir el último símbolo de O-P-PERIODIC 2, la VTU-O transmitirá O-P-TRAINING 2. Después de transmitir el último símbolo de R-P-PERIODIC 2, la VTU-R transmitirá R-P-TRAINING 2. En ese instante, el SOC se reactivará y la VTU-O enviará O-IDLE y la VTU-R enviará R-IDLE.

La VTU-R enviará R-IDLE durante al menos los primeros 128 símbolos de R-P-TRAINING 2. Posteriormente, el primer mensaje será R-TA_UPDATE. R-TA_UPDATE se utiliza para comunicar el estado vigente del avance de temporización y para indicar los valores preferidos y máximo del avance de temporización que la VTU-R puede acomodar. La VTU-O acusará recibo de la recepción de R-TA_UPDATE enviando O-TA_UPDATE con el valor final del avance de temporización. La VTU-R acusará recibo de la recepción del mensaje O-TA_UPDATE enviando R-ACK. El valor de avance de temporización ajustado se activará 5 símbolos después de la finalización de R-ACK. Los mensajes R-TA_UPDATE y O-TA_UPDATE establecen también el número de bytes de SOC por símbolo DMT que se utilizará durante la fase de análisis e intercambio de canal.

Para proporcionar mayor robustez, ambas VTU utilizarán el protocolo RQ como se describe en 12.2.2.2. De esta forma, la VTU receptora podrá solicitar una retransmisión de cualquier mensaje que no se hubiera recibido correctamente.

Tras recibir R-ACK, la VTU-O continuará la transmisión de O-P-TRAINING 2 durante por lo menos 64 símbolos, y entonces indicará el final de la fase de acondicionamiento transmitiendo O-P-SYNCHRO 5. La VTU-R acusará recibo de la detección de O-P-SYNCHRO 5 transmitiendo O-P-SYNCHRO 5 en el mismo periodo de tiempo de 64 símbolos DMT. Posteriormente, la VTU-R pasará a la fase de análisis e intercambio de canal. La VTU-O pasará a la fase de análisis e intercambio de canal después de la transmisión de O-P-SYNCHRO 5.

NOTA 3 – La figura 12-6 muestra la fase de acondicionamiento completa con las etapas de acondicionamiento del TEQ y del EC, tanto en el sentido ascendente como en el descendente. La fase de acondicionamiento se puede acortar si no se requiere alguna o todas las etapas. Puesto que las longitudes están determinadas basándose en los valores indicados por la VTU-O y la VTU-R durante la fase de búsqueda de canal, una o más etapas de acondicionamiento pueden reducirse a la longitud mínima, acortando así el tiempo total de acondicionamiento.

Desde el principio de la fase de acondicionamiento y durante el resto de la inicialización, la VTU-O y la VTU-R transmitirán señales con las PSD determinadas al final de la fase de búsqueda de canal (es decir, incluidos cortes de potencia en los sentidos de transmisión ascendente y descendente), como se describe en 12.3.4.3.

Las señales y los mensajes SOC enviados por la VTU-O durante la fase de acondicionamiento se resumen en el cuadro 12-30 y las señales y los mensajes SOC enviados por la VTU-R durante la fase de acondicionamiento se resumen en el cuadro 12-31. El protocolo utilizado para los mensajes SOC se proporciona, cuando procede, entre paréntesis en la columna indicada como "estado del SOC".

**Cuadro 12-30/G.993.2 – Señales y mensajes SOC de la VTU-O
en la fase de acondicionamiento**

Señal	Tipo de señal	Duración de la señal en símbolos DMT con CE	Mensajes SOC y banderas IDLE	Estado del SOC
O-P-TRAINING 1	No periódica	Variable	Ninguno	Inactivo
O-P-SYNCHRO 4	No periódica	15	Ninguno	Inactivo
O-P-PILOT 2	No periódica	T_{VTU-O_TEQ}	Ninguno	Inactivo
O-P-TEQ	Periódica	T_{VTU-R_TEQ}	Ninguno	Inactivo
O-P-ECT	Proporcionado por el fabricante	T_{VTU-O_EC}	Ninguno	Inactivo
O-P-PILOT 3	No periódica	T_{VTU-R_EC}	Ninguno	Inactivo
O-P-PERIODIC 2	Periódica	$T_{Periodic}$	Ninguno	Inactivo
O-P-TRAINING 2	No periódica	Variable	O-IDLE, O-TA_UPDATE	Activo (RQ)
O-P-SYNCHRO 5	No periódica	15	Ninguno	Inactivo

**Cuadro 12-31/G.993.2 – Señales y mensajes SOC de la VTU-R
en la fase de acondicionamiento**

Señal	Tipo de señal	Duración de la señal en símbolos DMT con CE	Mensajes SOC y banderas IDLE	Estado del SOC
R-P-QUIET 2	Ninguno	Variable, ≤ 4096	Ninguno	Inactivo
R-P-TRAINING 1	No periódica	Variable, $> T_{MIN-R-P-Train}$	Ninguno	Inactivo
R-P-SYNCHRO 4	No periódica	15	Ninguno	Inactivo
R-P-TEQ	Periódica	T_{VTU-O_TEQ}	Ninguno	Inactivo
R-P-QUIET 3	Ninguno	$T_{VTU-R_TEQ} + T_{VTU-O_EC}$	Ninguno	Inactivo
R-P-ECT	Proporcionado por el fabricante	T_{VTU-R_EC}	Ninguno	Inactivo
R-P-PERIODIC 2	Periódica	$T_{Periodic}$	Ninguno	Inactivo
R-P-TRAINING 2	No periódica	Variable	R-IDLE, R-TA_UPDATE	Activo (RQ)
R-P-SYNCHRO 5	No periódica	15	Ninguno	Inactivo

12.3.4.2 Intercambio de mensajes SOC durante la fase de acondicionamiento

La figura 12-7 ilustra el intercambio de mensajes SOC entre la VTU-O y la VTU-R durante la fase de acondicionamiento. También resume el contenido de cada mensaje.

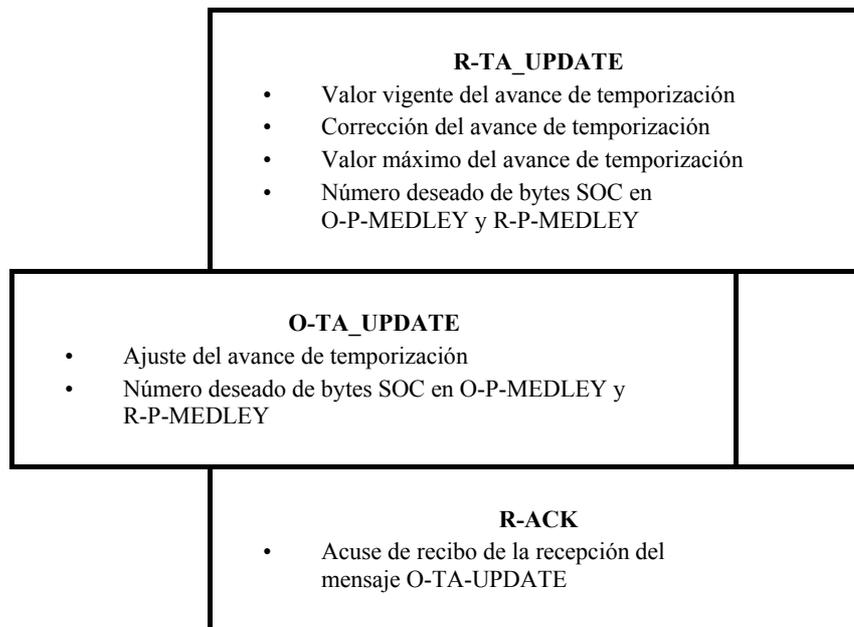


Figura 12-7/G.993.2 – Intercambio de mensajes SOC durante la fase de acondicionamiento

12.3.4.2.1 Mensajes de la VTU-O enviados durante la fase de acondicionamiento

12.3.4.2.1.1 O-TA_UPDATE

El cuadro 12-32 muestra la lista completa de los parámetros transportados por el mensaje O-TA_UPDATE.

Cuadro 12-32/G.993.2 – Descripción del mensaje O-TA_UPDATE

	Nombre del campo	Formato
1	Descriptor de mensaje	Código de mensaje
2	Corrección del avance de temporización	2 bytes
3	$B_{\text{ex-ds-O}}$ (Número deseado de bytes SOC por símbolo DMT en O-P-MEDLEY)	1 byte
4	$B_{\text{ex-us-O}}$ (Número deseado de bytes SOC por símbolo DMT en R-P-MEDLEY)	1 byte

El campo #1 "Descriptor de mensaje" es un código único de 1 byte que identifica el mensaje. Para una lista completa de códigos véase el cuadro 12-2.

El campo #2 "Corrección del avance de temporización" define la corrección del avance que se debe usar en relación con el avance de temporización vigente. Se expresará en muestras a la velocidad de muestreo en sentido ascendente correspondiente al tamaño de IDFT indicado en el campo #6 de R-PRM. El valor se codificará en un campo de 16 bits utilizando un formato de complemento de dos. Los valores positivos indicarán que el símbolo transmitido estará más adelantado que el símbolo recibido.

El campo #3 " $B_{\text{ex-ds-O}}$ " especifica la elección de la VTU-O del número de bytes por símbolo DMT que se debería utilizar para modular O-P-MEDLEY. Este número será uno o dos. El número real de bytes por símbolo DMT será el menor de los valores indicados en O-TA_UPDATE y en R-TA_UPDATE (es decir, será $\min(B_{\text{ex-ds-O}}, B_{\text{ex-ds-R}})$).

El campo #4 " $B_{\text{ex-us-O}}$ " especifica la elección de la VTU-O del número de bytes por símbolo DMT que se debería utilizar para modular R-P-MEDLEY. Este número será uno o dos. El número real de bytes por símbolo DMT será el menor de los valores indicados en O-TA_UPDATE y en R-TA_UPDATE (es decir, será $\min(B_{\text{ex-us-O}}, B_{\text{ex-us-R}})$).

12.3.4.2.2 Mensajes de la VTU-R enviados durante la fase de acondicionamiento

12.3.4.2.2.1 R-TA_UPDATE

El cuadro 12-33 muestra la lista completa de los parámetros transportados por el mensaje R-TA_UPDATE.

Cuadro 12-33/G.993.2 – Descripción del mensaje R-TA_UPDATE

	Nombre del campo	Formato
1	Descriptor de mensaje	Código de mensaje
2	Avance de temporización vigente	2 bytes
3	Corrección del avance de temporización	2 bytes
4	Valor máximo del avance de temporización	2 bytes
5	$B_{\text{ex-ds-R}}$ (Número deseado de bytes SOC por símbolo DMT en O-P-MEDLEY)	1 byte
6	$B_{\text{ex-us-R}}$ (Número deseado de bytes SOC por símbolo DMT en R-P-MEDLEY)	1 byte

El campo #1 "Descriptor de mensaje" es un código único de 1 byte que identifica el mensaje. Para una lista completa de códigos véase el cuadro 12-2.

El campo #2 "Avance de temporización vigente" indica el avance de temporización que está utilizando la VTU-R. El campo se expresa en muestras a la velocidad de muestreo en sentido ascendente correspondiente al tamaño de IDFT indicado en el campo #6 de R-PRM. El valor se codificará en un campo de 16 bits utilizando el formato de complemento de dos.

El campo #3 "Corrección del avance de temporización" indica la corrección del avance de temporización, relativa al avance de temporización vigente, preferida por la VTU-R en muestras a la velocidad de muestreo en sentido ascendente correspondiente al tamaño de IDFT indicado en el campo #6 de R-PRM. El valor se codificará en un campo de 16 bits utilizando un formato de complemento de dos. Los valores positivos indicarán que el símbolo transmitido está más adelantado que el símbolo recibido.

El campo #4 "Valor máximo del avance de temporización" indica el valor máximo del avance de temporización que la VTU-R puede acomodar en muestras a la velocidad vigente de muestreo en sentido ascendente correspondiente al campo IDFT indicado en el campo #6 de R-PRM. El valor se codificará en un campo de 16 bits utilizando el formato de complemento de dos.

El campo #5 " $B_{\text{ex-ds-R}}$ " especifica la elección de la VTU-R del número de bytes por símbolo DMT que se debería utilizar para modular O-P-MEDLEY. Este número será uno o dos. El número real de bytes por símbolo DMT será el menor de los valores indicados en O-TA_UPDATE y en R-TA_UPDATE (es decir, será $\min(B_{\text{ex-ds-O}}, B_{\text{ex-ds-R}})$).

El campo #6 " $B_{\text{ex-us-R}}$ " especifica la elección de la VTU-R del número de bytes por símbolo DMT que se debería utilizar para modular R-P-MEDLEY. Este número será uno o dos. El número real de bytes por símbolo DMT será el menor de los valores indicados en O-TA_UPDATE y en R-TA_UPDATE (es decir, será $\min(B_{\text{ex-us-O}}, B_{\text{ex-us-R}})$).

12.3.4.2.2 R-ACK

R-ACK es un mensaje de un byte que acusa recibo de la correcta recepción del mensaje O-TA_UPDATE. El formato del mensaje será el especificado en 12.2.1 y la cabida útil será como se especifica en el cuadro 12-2.

12.3.4.3 Señales transmitidas durante la fase de acondicionamiento

Todas las señales transmitidas durante la fase de acondicionamiento, salvo O-P-TEQ y R-P-TEQ, utilizarán únicamente subportadoras del conjunto MEDLEYds en el sentido descendente y subportadoras del conjunto MEDLEYus en el sentido ascendente. O-P-TEQ y R-P-TEQ también utilizan subportadoras que no son MEDLEY como se describe en 12.3.4.3.1.4 y 12.3.4.3.2.4.

La PSD en transmisión de las señales en sentido descendente con potencia de salida distinta de cero cumplirá la máscara de PSD de referencia MEDLEY en sentido descendente (MREFMASKds) que se estableció al final de la fase de búsqueda de canal tanto en la banda de paso como en las bandas suprimidas. Los valores de $2N_{ds}$ y CE serán los determinados al final de la fase de búsqueda de canal e indicados en los campos #7 y #4 en O-PRM, respectivamente. Los valores de β_{ds} y la longitud del prefijo cíclico serán los determinados al final de la fase de búsqueda de canal e indicados en los campos #6 y #5 en O-PRM, respectivamente.

La PSD en transmisión de las señales en sentido ascendente con potencia de salida distinta de cero cumplirá la máscara de PSD de referencia MEDLEY en sentido ascendente (MREFMASKus) que se estableció al final de la fase de búsqueda de canal tanto en la banda de paso como en las bandas suprimidas. Los valores de $2N_{us}$ y CE serán los determinados al final de la fase de búsqueda de canal e indicados en el campo #6 de R-PRM y en el campo #4 en O-PRM, respectivamente. Los valores de β_{us} y la longitud de prefijo cíclico serán los determinados al final de la fase de búsqueda de canal e indicados en los campos #5 y #4 de R-PRM, respectivamente.

12.3.4.3.1 Señales transmitidas por la VTU-O

12.3.4.3.1.1 O-P-TRAINING 1

La señal O-P-TRAINING 1 permite a la VTU-R volver a sincronizar y establecer la temporización correcta de símbolos. Durante la transmisión de O-P-TRAINING 1, el SOC está en su estado inactivo.

La duración de O-P-TRAINING 1 es variable. La VTU-O finaliza O-P-TRAINING 1 transmitiendo O-P-SYNCHRO 4.

O-P-TRAINING 1 estará compuesta por todas las subportadoras del conjunto MEDLEYds. Estas subportadoras se modularán mediante 4-QAM. O-P-TRAINING 1 transporta un byte por símbolo DMT. Los puntos de constelación en todas las subportadoras se rotarán basándose en el número de 2 bits proporcionado por el aleatorizador de cuadrante descrito en 12.3.6.2. El aleatorizador se utilizará en el modo reinicialización (véase 12.3.6.2.1).

El byte transportado por O-P-TRAINING 1 será la señal de salida de un generador PRBS con el mismo polinomio que la PRBS utilizada por el aleatorizador de cuadrante (véase 12.3.6.2). Este generador PRBS no se debe reinicializar y no debe saltarse ningún bit entre símbolos DMT. El estado inicial de esta PRBS (para el primer símbolo de O-P-TRAINING 1) será todo unos. La correspondencia de bits con las subportadoras será la que se muestra en el cuadro 12-34.

Los símbolos se generarán como se describe en 10.4.4. La longitud de símbolo será de $2N_{ds} + L_{CE}$ muestras. La longitud total de la ventana será igual a β_{ds} .

La PSD en transmisión de las subportadoras MEDLEYds será igual a la PSD de referencia MEDLEY en sentido descendente (MREFPSDds) indicada en el campo #2 de O-PRM.

Cuadro 12-34/G.993.2 – Correspondencia de bits para O-P-TRAINING 1

Índice de subportadora	Punto de constelación
Par	00
1, 11, 21, ..., $10n + 1$, ...	Primeros 2 bits a partir del byte PRBS
3, 13, 23, ..., $10n + 3$, ...	Segundos 2 bits a partir del byte PRBS
5, 15, 25, ..., $10n + 5$, ...	Terceros 2 bits a partir del byte PRBS
7, 17, 27, ..., $10n + 7$, ...	Cuartos 2 bits a partir del byte PRBS
9, 19, 29, ..., $10n + 9$, ...	00

12.3.4.3.1.2 O-P-SYNCHRO 4

O-P-SYNCHRO 4 proporciona un marcador de tiempo exacto para las transiciones de O-P-TRAINING 1 a O-P-PILOT 2. Durante la transmisión de O-P-SYNCHRO 4, el SOC está en su estado inactivo.

La duración de O-P-SYNCHRO 4 es de 15 símbolos DMT.

O-P-SYNCHRO 4 utilizará todas las subportadoras del conjunto MEDLEYds moduladas mediante 4-QAM. El valor 11 se hará corresponder con todas las subportadoras MEDLEYds para los primeros 5 y los últimos 5 símbolos DMT. El valor 00 se hará corresponder con todas las subportadoras MEDLEYds para los 5 símbolos DMT intermedios. Los puntos de constelación en todas las subportadoras se rotarán basándose en el número de 2 bits proporcionado por el aleatorizador de cuadrante descrito en 12.3.6.2. El aleatorizador se utilizará en el modo reinicialización (véase 12.3.6.2.1).

Los símbolos se generarán como se describe en 10.4.4. La longitud de símbolo será de $2N_{ds} + L_{CE}$ muestras. La longitud total de la ventana será igual a β_{ds} .

La PSD en transmisión de las subportadoras MEDLEYds en O-P-SYNCHRO 4 será la misma que para O-P-TRAINING 1.

12.3.4.3.1.3 O-P-PILOT 2

La señal O-P-PILOT 2 permite que la VTU-R mantenga la temporización de bucle durante el acondicionamiento del TEQ de la VTU-O. Durante O-P-PILOT 2, el SOC está en su estado inactivo.

La duración de O-P-PILOT 2 es de T_{VTU-O_TEQ} símbolos DMT con CE. El valor de T_{VTU-O_TEQ} se fijará a la mayor de las duraciones requeridas por la VTU-R en R-PRM y por la VTU-O en O-PRM.

O-P-PILOT 2 está constituida sólo por los tonos piloto que eligió la VTU-R y que se comunicaron a la VTU-O en el campo #5 de R-MSG 1 durante la fase de búsqueda de canal. Un valor 00 se hará corresponder con todos los tonos piloto con modulación 4-QAM durante cada símbolo de O-P-PILOT 2.

Los símbolos se generarán como se describe en 10.4.4. La longitud de símbolo será de $2N_{ds} + L_{CE}$ muestras. La longitud total de la ventana será igual a β_{ds} .

La señal O-P-PILOT 2 debe respetar MREFMASKds como se estableció en la conclusión de la fase de búsqueda de canal. La potencia transmitida de los tonos piloto se fijará a cero, si se fija a CERO el segundo MSB del campo de valores O-P-PILOT de R-MSG 1 durante la fase de búsqueda de canal.

12.3.4.3.1.4 O-P-TEQ

O-P-TEQ es una señal periódica. Permite a la VTU-R acondicionar su TEQ. Durante la transmisión de O-P-TEQ el SOC está en su estado inactivo.

La duración de O-P-TEQ es de T_{VTU-R_TEQ} símbolos DMT con CE. El valor de T_{VTU-R_TEQ} se fijará a la mayor de las duraciones requeridas por la VTU-R en R-PRM y por la VTU-O en O-PRM.

O-P-TEQ utilizará todas las subportadoras del conjunto MEDLEYds, así como las subportadoras que no son de MEDLEYds con índices entre 1 y $t_{DS1_stop} + 32$, donde t_{DS1_stop} es la subportadora con índice más alto en el conjunto MEDLEYds incluida en DS1.

O-P-TEQ hará corresponder el valor 4-QAM de 11 con cada subportadora. Los puntos de constelación en todas las subportadoras se rotarán basándose en el número de 2 bits proporcionado por el aleatorizador de cuadrante descrito en 12.3.6.2. El aleatorizador se utilizará en el modo reinicialización (véase 12.3.6.2.1).

O-P-TEQ estará construida como se describe en 12.3.6.1.

La PSD en transmisión de las subportadoras MEDLEYds en O-P-TEQ será la misma que para O-P-TRAINING 1. La PSD en transmisión incorporará los valores t_{ss_i} que envió la VTU-O durante la fase de búsqueda de canal (véase 12.3.3.2.1.3).

12.3.4.3.1.5 O-P-ECT

La señal O-P-ECT permite a la VTU-O acondicionar su cancelador de eco. Durante la transmisión de O-P-ECT el SOC está en su estado inactivo.

La duración de O-P-ECT es de T_{VTU-O_EC} símbolos DMT con CE. El valor de T_{VTU-O_EC} será el que indique la VTU-O en O-PRM.

O-P-ECT es una señal que proporciona el fabricante. No obstante, para permitir que la VTU-R mantenga la temporización de bucle, O-P-ECT debe incluir cualesquiera tonos piloto seleccionados por la VTU-R durante la fase de búsqueda de canal.

La PSD de O-P-ECT debe respetar MREFMASKds como se estableció en la conclusión de la fase de búsqueda de canal.

12.3.4.3.1.6 O-P-PILOT 3

La señal O-P-PILOT 3 permite que la VTU-R mantenga la temporización de bucle durante el acondicionamiento del cancelador de eco. Durante la transmisión de O-P-PILOT 3, el SOC está en su estado inactivo.

La duración de O-P-PILOT 3 es de T_{VTU-R_EC} símbolos DMT con CE. El valor de T_{VTU-R_EC} será el que indique la VTU-R en R-PRM.

O-P-PILOT 3 está constituida sólo por los tonos piloto que eligió la VTU-R y que se comunicaron a la VTU-O en el campo #5 de R-MSG 1 durante la fase de búsqueda de canal. Un valor 00 se hará corresponder con todos los tonos piloto con modulación 4-QAM durante cada símbolo de O-P-PILOT 3.

Los símbolos se generarán como se describe en 10.4.4. La longitud de símbolo será de $2N_{ds} + L_{CE}$ muestras. La longitud total de la ventana será igual a β_{ds} .

La señal O-P-PILOT 3 debe respetar MREFMASKds como se estableció en la conclusión de la fase de búsqueda de canal. La potencia transmitida de los tonos piloto se fijará a cero si se fija a CERO el tercer MSB del campo de valores O-P-PILOT de R-MSG 1 durante la fase de búsqueda de canal.

12.3.4.3.1.7 O-P-PERIODIC 2

O-P-PERIODIC 2 es una señal periódica. Durante la transmisión de O-P-PERIODIC 2 el SOC está en su estado inactivo.

La duración de O-P-PERIODIC 2, $T_{Periodic}$ símbolos DMT con CE, es el valor máximo de las duraciones requeridas por la VTU-R en R-PRM y por la VTU-O en O-PRM.

O-P-PERIODIC 2 estará compuesta por todas las subportadoras del conjunto MEDLEYds. Estas subportadoras se modularán mediante 4-QAM. El valor 11 se hará corresponder con todas las subportadoras. Los puntos de constelación en todas las subportadoras se rotarán basándose en el número de 2 bits proporcionado por el aleatorizador de cuadrante descrito en 12.3.6.2. El aleatorizador se utilizará en el modo reinicialización (véase 12.3.6.2.1).

O-P-PERIODIC 2 estará construida como se describe en 12.3.6.1.

La PSD en transmisión de las subportadoras MEDLEYds en O-P-PERIODIC 2 será la misma que para O-P-TRAINING 1.

12.3.4.3.1.8 O-P-TRAINING 2

La señal O-P-TRAINING 2 permite a la VTU-R restablecer el intercambio de mensajes SOC entre la VTU-O y la VTU-R. Durante la transmisión de O-P-TRAINING 2, el SOC está en su estado activo.

La duración de O-P-TRAINING 2 es variable. La VTU-O finaliza O-P-TRAINING 2 transmitiendo O-P-SYNCHRO 5, que completa la fase de acondicionamiento.

O-P-TRAINING 2 estará compuesta por todas las subportadoras del conjunto MEDLEYds moduladas mediante 4-QAM.

O-P-TRAINING 2 transportará un byte de información por símbolo DMT. La correspondencia de los bits con las subportadoras será la que se resume en el cuadro 12-35.

Cuadro 12-35/G.993.2 – Correspondencia de bits para O-P-TRAINING 2

Índice de subportadora	Punto de constelación
Par	00
1, 11, 21, ..., $10n + 1$, ...	Bits 0 y 1 del mensaje SOC
3, 13, 23, ..., $10n + 3$, ...	Bits 2 y 3 del mensaje SOC
5, 15, 25, ..., $10n + 5$, ...	Bits 4 y 5 del mensaje SOC
7, 17, 27, ..., $10n + 7$, ...	Bits 6 y 7 del mensaje SOC
9, 19, 29, ..., $10n + 9$, ...	00

Los puntos de constelación de todas las subportadoras se rotarán basándose en el número de 2 bits proporcionado por el aleatorizador de cuadrante descrito en 12.3.6.2. El aleatorizador se utilizará en el modo reinicialización (véase 12.3.6.2.1).

Los símbolos se generarán como se describe en 10.4.4. La longitud de símbolo será de $2N_{ds} + L_{CE}$ muestras. La longitud total de la ventana será igual a β_{ds} .

La PSD en transmisión de las subportadoras MEDLEYds en O-P-TRAINING 2 será la misma que para O-P-TRAINING 1.

12.3.4.3.1.9 O-P-SYNCHRO 5

O-P-SYNCHRO 5 es una señal que proporciona un marcador de tiempo exacto para transiciones de O-P-TRAINING 2 a O-P-MEDLEY (el principio de la fase de análisis e intercambio de canal). O-P-SYNCHRO 5 será idéntica a O-P-SYNCHRO 4.

12.3.4.3.2 Señales transmitidas por la VTU-R

12.3.4.3.2.1 R-P-QUIET 2

R-P-QUIET 2 proporcionará una tensión de salida cero en el punto de referencia U. Todas las subportadoras se transmitirán con potencia cero. La duración de R-P-QUIET 2 se deja que la determine la VTU-R pero no debe superar los 4096 símbolos DMT con CE.

12.3.4.3.2.2 R-P-TRAINING 1

La señal R-P-TRAINING 1 es la primera señal enviada por la VTU-R después de restablecer la sincronización. Durante la transmisión de R-P-TRAINING 1, el SOC está en su estado inactivo.

La duración de P-P-TRAINING 1 es variable.

R-P-TRAINING 1 estará compuesta por todas las subportadoras en el conjunto MEDLEY_{us}. Estas subportadoras se modularán mediante 4-QAM. R-P-TRAINING 1 transporta un byte por símbolo DMT. Este byte y la correspondencia de bits con las subportadoras serán como se muestra en el cuadro 12-36.

Cuadro 12-36/G.993.2 – Correspondencia de bits para R-P-TRAINING 1

Índice de subportadora	Punto de constelación
Par	00
1, 11, 21, ..., $10n + 1$, ...	01
3, 13, 23, ..., $10n + 3$, ...	11
5, 15, 25, ..., $10n + 5$, ...	11
7, 17, 27, ..., $10n + 7$, ...	10
9, 19, 29, ..., $10n + 9$, ...	00

Los puntos de constelación en todas las subportadoras se rotarán basándose en el número de 2 bits proporcionado por el aleatorizador de cuadrante descrito en 12.3.6.2. El aleatorizador se utilizará en el modo reinicialización (véase 12.3.6.2.1).

Los símbolos se generarán como se describe en 10.4.4. La longitud del símbolo será de $2N_{us} + L_{CE}$ muestras. La longitud total de la ventana será igual a β_{us} .

La PSD en transmisión de las subportadoras MEDLEY_{us} en R-P-TRAINING 1 será igual a la PSD de referencia MEDLEY en sentido ascendente (MREFPSD_{us}) indicada en el campo #2 de R-PRM.

12.3.4.3.2.3 R-P-SYNCHRO 4

R-P-SYNCHRO 4 proporciona un marcador de tiempo exacto para las transiciones de R-P-TRAINING 1 a R-P-TEQ. Durante la transmisión de R-P-SYNCHRO 4, el SOC está en su estado inactivo.

La duración de R-P-SYNCHRO 4 es de 15 símbolos DMT.

R-P-SYNCHRO 4 utilizará todas las subportadoras del conjunto MEDLEY_{us} moduladas mediante 4-QAM. El valor 11 se hará corresponder con todas las subportadoras MEDLEY_{us} para los primeros 5 y los últimos 5 símbolos DMT. El valor 00 se hará corresponder con todas las subportadoras MEDLEY_{us} para los 5 símbolos DMT intermedios. Los puntos de constelación en todas las subportadoras se rotarán basándose en el número de 2 bits proporcionado por el aleatorizador de cuadrante descrito en 12.3.6.2. El aleatorizador se utilizará en el modo reinicialización (véase 12.3.6.2.1).

Los símbolos se generarán como se describe en 10.4.4. La longitud de símbolo será de $2N_{us} + L_{CE}$ muestras. La longitud total de la ventana será igual a β_{us} .

La PSD en transmisión de las subportadoras MEDLEY_{us} en R-P-SYNCHRO 4 será la misma que para R-P-TRAINING 1.

12.3.4.3.2.4 R-P-TEQ

R-P-TEQ es una señal periódica. Permite a la VTU-O acondicionar su TEQ. Durante la transmisión de R-P-TEQ el SOC está en su estado inactivo.

La duración de R-P-TEQ es de T_{VTU-O_TEQ} símbolos DMT con CE. El valor de T_{VTU-O_TEQ} se fijará a la mayor de las duraciones requeridas por la VTU-R en R-PRM y por la VTU-O en O-PRM.

R-P-TEQ utilizará todas las subportadoras del conjunto MEDLEYus, así como las subportadoras que no son de MEDLEYus con índices entre 1 y $t_{US0_stop} + 32$, donde t_{US0_stop} es la subportadora con índice más alto en el conjunto MEDLEYus incluida en US0.

R-P-TEQ hará corresponder el valor 4-QAM de 11 con cada subportadora. Los puntos de constelación en todas las subportadoras se rotarán basándose en el número de 2 bits proporcionado por el aleatorizador de cuadrante descrito en 12.3.6.2. El aleatorizador se utilizará en el modo de reinicialización (véase 12.3.6.2.1).

R-P-TEQ estará construido como se describe en 12.3.6.1.

La PSD en transmisión de las subportadoras MEDLEYus en R-P-TEQ será la misma que para R-P-TRAINING 1. La PSD en transmisión incorporará los valores t_{ss_i} que envió la VTU-R durante la fase de búsqueda de canal (véase 12.3.3.2.2.3).

12.3.4.3.2.5 R-P-QUIET 3

R-P-QUIET 3 proporcionará una tensión de salida de cero voltios en el punto de referencia U. Todas las subportadoras se transmitirán con potencia cero. La duración de R-P-QUIET 3 será de $T_{VTU-R_TEQ} + T_{VTU-O_EC}$ símbolos DMT con CE.

12.3.4.3.2.6 R-P-ECT

La señal R-P-ECT permite a la VTU-R acondicionar su cancelador de eco. R-P-ECT es una señal que proporciona el fabricante. Durante la transmisión de R-P-ECT el SOC está en su estado inactivo.

La duración de R-P-ECT es de T_{VTU-R_EC} símbolos DMT con CE. El valor de T_{VTU-R_EC} será el que indique la VTU-R en R-PRM.

La PSD de R-P-ECT debe respetar MREFMASKus como se estableció en la conclusión de la fase de búsqueda de canal.

12.3.4.3.2.7 R-P-PERIODIC 2

R-P-PERIODIC 2 es una señal periódica. Durante la transmisión de R-P-PERIODIC 2 el SOC está en su estado inactivo.

La duración de R-P-PERIODIC 2, $T_{Periodic}$ símbolos DMT con CE, es el valor mayor de las duraciones requeridas por la VTU-O en O-PRM y por la VTU-R en R-PRM.

R-P-PERIODIC 2 estará compuesta por todas las subportadoras del conjunto MEDLEYus. Estas subportadoras se modularán mediante 4-QAM. El valor 11 se hará corresponder con todas las subportadoras. Los puntos de constelación en todas las subportadoras se rotarán basándose en el número de 2 bits proporcionado por el aleatorizador de cuadrante descrito en 12.3.6.2. El aleatorizador se utilizará en el modo de reinicialización (véase 12.3.6.2.1).

R-P-PERIODIC 2 estará construida como se describe en 12.3.6.1.

La PSD en transmisión de las subportadoras MEDLEYus en R-P-PERIODIC 2 será la misma que para R-P-TRAINING 1.

12.3.4.3.2.8 R-P-TRAINING 2

La señal R-P-TRAINING 2 restablece el intercambio de mensajes SOC entre la VTU-O y la VTU-R. Durante la transmisión de R-P-TRAINING 2, el SOC está en su estado activo.

La duración de R-P-TRAINING 2 es variable. La VTU-R finaliza R-P-TRAINING 2 cuando recibe O-P-SYNCHRO 5.

R-P-TRAINING 2 estará compuesta por todas las subportadoras del conjunto MEDLEYus. Estas subportadoras se modularán mediante 4-QAM. R-P-TRAINING 2 transportará un byte de información por símbolo DMT. La correspondencia de los bits con las subportadoras será la que se resume en el cuadro 12-37.

Cuadro 12-37/G.993.2 – Correspondencia de bits para R-P-TRAINING 2

Índice de subportadora	Punto de constelación
Par	00
1, 11, 21, ..., $10n + 1$, ...	Bits 0 y 1 del mensaje SOC
3, 13, 23, ..., $10n + 3$, ...	Bits 2 y 3 del mensaje SOC
5, 15, 25, ..., $10n + 5$, ...	Bits 4 y 5 del mensaje SOC
7, 17, 27, ..., $10n + 7$, ...	Bits 6 y 7 del mensaje SOC
9, 19, 29, ..., $10n + 9$, ...	00

Los puntos de constelación de todas las subportadoras se rotarán basándose en el número de 2 bits proporcionado por el aleatorizador de cuadrante descrito en 12.3.6.2. El aleatorizador se utilizará en el modo de reinicialización (véase 12.3.6.2.1).

Los símbolos se generarán como se describe en 10.4.4. La longitud de símbolo será de $2N_{us} + L_{CE}$ muestras. La longitud total de la ventana será igual a β_{us} .

La PSD en transmisión de las subportadoras MEDLEYus en R-P-TRAINING 2 será la misma que para R-P-TRAINING 1.

12.3.4.3.2.9 R-P-SYNCHRO 5

R-P-SYNCHRO 5 es una señal que proporciona un marcador de tiempo exacto para las transiciones de R-P-TRAINING 2 a R-P-MEDLEY (el principio de la fase de análisis e intercambio de canal).

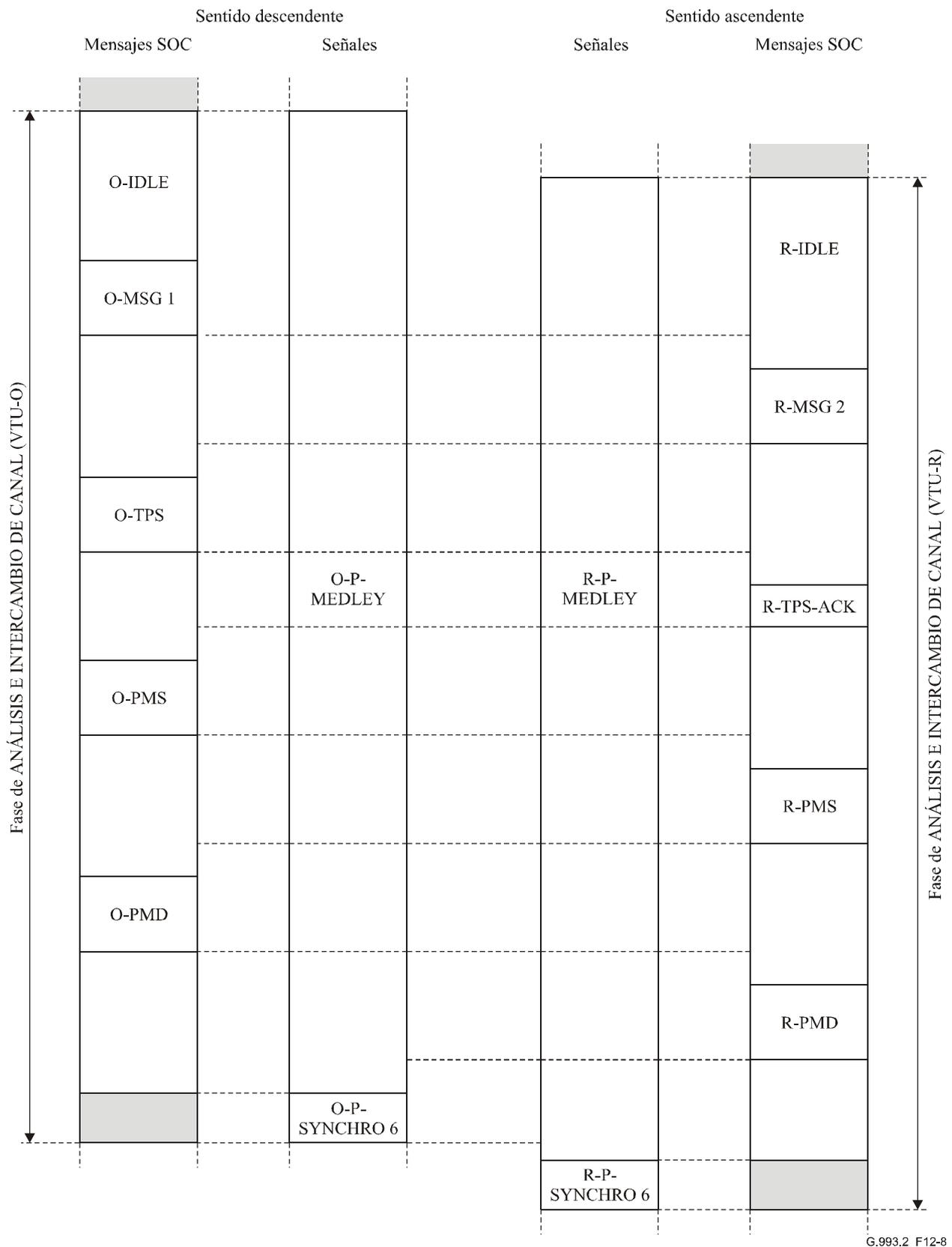
R-P-SYNCHRO 5 será idéntica a R-P-SYNCHRO 4.

12.3.5 Fase de análisis e intercambio de canal

12.3.5.1 Visión general

Durante la fase de análisis e intercambio de canal se realiza una estimación de la SNR. Ambos módems intercambian sus capacidades, y su configuración final tanto en el sentido de transmisión ascendente como en el descendente se selecciona basándose en estas capacidades.

La figura 12-8 presenta el diagrama de tiempos para las etapas de la fase de análisis e intercambio de canal. Ofrece una visión general de la secuencia de señales transmitida y de la secuencia de mensajes SOC enviados por la VTU-O y la VTU-R durante la fase de análisis e intercambio de canal. Las dos columnas intermedias muestran las secuencias de señales que se transmiten (véase 12.3.5.3). Las dos columnas exteriores muestran los mensajes enviados por el SOC (véase 12.3.5.2). Las zonas sombreadas corresponden a periodos de tiempo en los que el SOC está en su estado inactivo.



G.993.2_F12-8

Figura 12-8/G.993.2 – Diagrama de tiempos de las etapas de la fase de análisis e intercambio de canal

NOTA – En el intercambio de mensajes SOC identificado en la figura 12-8 se aplican las reglas del protocolo de comunicación de 12.2.2. Algunos mensajes enviados por el SOC pueden requerir segmentación; aunque no se muestra en la figura 12-8, los elementos del mensaje segmentado y sus correspondientes acuses de recibo se envían por el SOC según el protocolo de comunicación de 12.2.2.

La fase de análisis e intercambio de canal implica las etapas siguientes que se muestran en la figura 12-8:

- 1) La VTU-O envía el mensaje O-MSG 1, que contiene sus capacidades y algunos parámetros de configuración (en sentido descendente).
- 2) La VTU-R contesta enviando el mensaje R-MSG 2, que indica sus capacidades.
- 3) La VTU-O envía el mensaje O-TPS para indicar la configuración, los canales portadores y las capacidades requeridas tanto en el sentido ascendente como en el descendente.
- 4) La VTU-R acusa recibo del mensaje O-TPS con el mensaje R-TPS-ACK.
- 5) La VTU-O transfiere los parámetros PMS-TC (entramado) en sentido ascendente enviando el mensaje O-PMS.
- 6) La VTU-R transfiere los parámetros PMS-TC (entramado) en sentido descendente enviando el mensaje R-PMS.
- 7) La VTU-O envía el mensaje O-PMD que contiene los bits, las ganancias y las tablas de ordenamiento de tonos para la PMD en sentido ascendente.
- 8) La VTU-R envía el mensaje R-PMD que contiene los bits, las ganancias y las tablas de ordenamiento de tonos para la PMD en sentido descendente.

Tras enviar R-PMD, los módems están dispuestos para pasar al estado de transmisión. La señal para pasar al estado de transmisión provendrá de O-P-SYNCHRO 6 y de R-P-SYNCHRO 6 para los sentidos ascendente y descendente, respectivamente. R-P-SYNCHRO 6 se transmitirá en los 64 símbolos posteriores a la detección de O-P-SYNCHRO 6.

El primer símbolo DMT después de O-P-SYNCHRO 6 será el primer símbolo en sentido descendente del estado de transmisión. De la misma forma, el primer símbolo DMT después de R-P-SYNCHRO 6 será el primer símbolo del estado de transmisión en sentido ascendente. Los valores de PMD, PMS-TC y TPS-TC se fijarán empezando por el primer símbolo del estado de transmisión.

Las señales y mensajes SOC enviados por la VTU-O durante la fase de análisis e intercambio de canal se resumen en el cuadro 12-38, y las señales y los mensajes SOC enviados por la VTU-R durante la fase de análisis e intercambio de canal se resumen en el cuadro 12-39. El protocolo utilizado para los mensajes SOC se proporciona, cuando procede, entre paréntesis en la columna indicada como "Estado del SOC".

**Cuadro 12-38/G.993.2 – Señales y mensajes SOC de la VTU-O
en la fase de análisis e intercambio de canal**

Señal	Tipo de señal	Duración de la señal en símbolos DMT con CE	Mensajes SOC	Estado del SOC
O-P-MEDLEY	No periódica	Variable	O-MSG 1, O-TPS, O-PMS, O-PMD	Activo (RQ)
O-P-SYNCHRO 6	No periódica	15	Ninguno	Inactivo

**Cuadro 12-39/G.993.2 – Señales y mensajes SOC de la VTU-R
en la fase de análisis e intercambio de canal**

Señal	Tipo de señal	Duración de la señal en símbolos DMT con CE	Mensajes SOC	Estado del SOC
R-P-MEDLEY	No periódica	Variable	R-MSG 2, R-TPS-ACK, R-PMS, R-PMD	Activo (RQ)
R-P-SYNCHRO 6	No periódica	15	Ninguno	Inactivo

12.3.5.2 Intercambio de mensajes SOC durante la fase de análisis e intercambio de canal

La figura 12-9 ilustra el intercambio de mensajes SOC entre la VTU-O y la VTU-R durante la fase de análisis e intercambio de canal. También resume el contenido de cada mensaje.

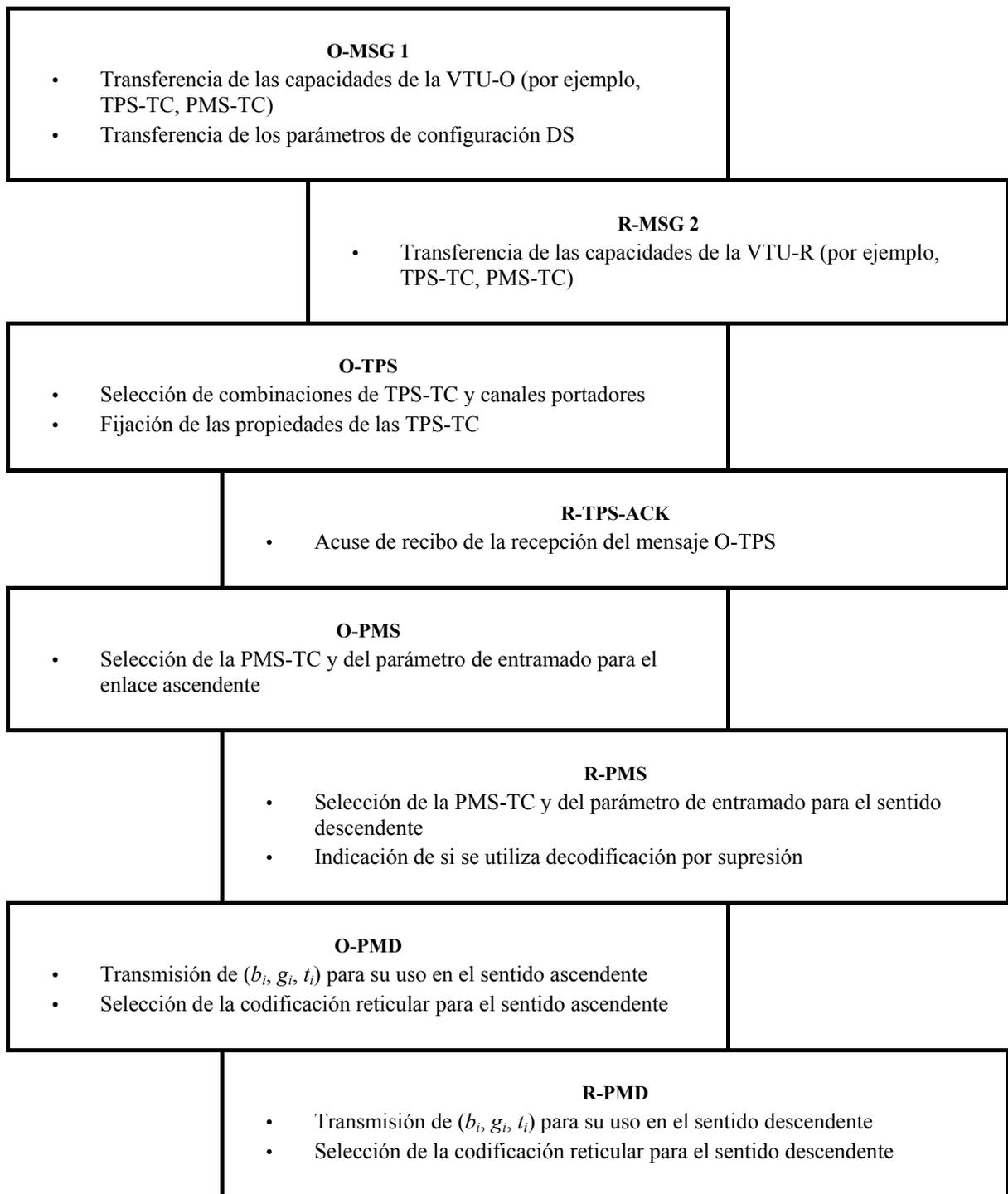


Figura 12-9/G.993.2 – Mensajes SOC intercambiados durante la fase de análisis e intercambio de canal

12.3.5.2.1 Mensajes de la VTU-O enviados durante la fase de análisis e intercambio de canal

12.3.5.2.1.1 O-MSG 1

El mensaje O-MSG 1 contiene las capacidades de la VTU-O y los requisitos para la transmisión en sentido descendente (como el margen). La lista completa de los parámetros transferidos en el mensaje O-MSG 1 se muestra en el cuadro 12-40.

Cuadro 12-40/G.993.2 – Descripción del mensaje O-MSG 1

	Nombre del campo	Formato
1	Descriptor de mensaje	Código de mensaje
2	Margen de SNR objetivo en sentido descendente (TARSNRMds)	2 bytes
3	Margen de SNR mínimo en sentido descendente (MINSNRMds)	2 bytes
4	Margen de SNR máximo en sentido descendente (MAXSNRMds)	2 bytes
5	Modo RA	1 byte
6	NTR	1 byte
7	Capacidades de TPS-TC	Véase el cuadro 12-41
8	Capacidades de PMS-TC	Véase el cuadro 12-43

El campo #1 "Descriptor de mensaje" es un código único de un byte que identifica el mensaje. Para una lista completa de códigos véase el cuadro 12-2.

El campo #2 "Margen de SNR objetivo en sentido descendente (TARSNRMds)" indica el margen de la SNR objetivo del receptor de la VTU-R. La definición y el uso de este parámetro serán los mismos que para el parámetro "margen de ruido objetivo en sentido descendente (TARSNRMds)" especificado en la Rec. UIT-T G.997.1 [4]. El valor y formato de este parámetro serán los mismos que los del campo #12 de O-SIGNATURE (véase 12.3.3.2.1.1).

El campo #3 "Margen de SNR mínimo en sentido descendente (MINSNRMds)" es el margen mínimo de la SNR que debe tolerar la VTU-R. La definición y el uso de este parámetro serán los mismos que para el parámetro "margen de ruido mínimo en sentido descendente (MINSNRMds)" especificado en la Rec. UIT-T G.997.1 [4]. El campo tendrá un formato de número entero sin signo de 16 bits con un LSB de peso 0,1 dB y una gama válida entre 0 y 31 dB.

Campo #4 "Margen de SNR máximo en sentido descendente (MAXSNRMds)". El valor y formato de este parámetro serán los mismos que los del campo #11 de O-SIGNATURE (véase 12.3.3.2.1.1).

NOTA – La fijación inadecuada de uno o más de los parámetros siguientes – velocidad de datos neta máxima, margen de SNR máximo en sentido descendente, protección contra el ruido impulsivo, retardo de entrelazado máximo (en SNR_MODE=1) y TXREFVN (en SNRM_MODE=2) – puede generar niveles altos de potencia transmitida que pueden producir una diafonía elevada en las DSL y en otros pares del mismo mazo. En particular, se trata de valores altos de la velocidad de datos neta máxima, del margen de SNR máximo en sentido descendente, de la protección contra el ruido impulsivo, valores bajos del retardo de entrelazado máximo (en SNR_MODE=1) y valores altos de TXREFVN (en SNRM_MODE=2).

El campo #5 "RA-MODE" especifica el modo de operación de una VTU-O con adaptación de velocidad en sentido descendente como se define en la Rec. UIT-T G.997.1 [4]. Este campo se codificará como un número entero de 8 bits con valores válidos 01_{16} , 02_{16} y 03_{16} para RA-MODE 1, 2 y 3, respectivamente.

El campo #6 "NTR" se fijará a 01_{16} si la VTU-O transporta la señal NTR en sentido descendente, en otro caso, se fijará a 00_{16} .

El campo #7 "Capacidades de TPS-TC" indica las capacidades de TPS-TC de la VTU-O como se muestra en el cuadro 12-41.

El campo #8 "Capacidades de PMS-TC" indica las capacidades de PMS-TC de la VTU-O que incluye los trayectos de latencia soportados en la VTU-O (en sentido ascendente y descendente) y las capacidades por trayecto (tales como la codificación y los parámetros de entrelazado soportados) como se muestra en el cuadro 12-43.

Cuadro 12-41/G.993.2 – Capacidades TPS-TC de la VTU-O

Nombre del campo	Formato	Descripción
Número máximo de TPS-TC de cada tipo en sentido descendente	1 byte: [ssaapp00]	Indica el número máximo de TPS-TC de cada tipo que la VTU-O soporta en el sentido descendente: <ul style="list-style-type: none"> • ss=número máximo de TPS-TC del STM en sentido descendente (0,1,2); • aa=número máximo de TPS-TC del ATM en sentido descendente (0,1,2); y • pp=número máximo de TPS-TC del PTM en sentido descendente (0,1,2)
Número máximo de TPS-TC de cada tipo en sentido ascendente	1 byte: [ssaapp00]	Indica el número máximo de TPS-TC de cada tipo que la VTU-O soporta en el sentido ascendente: <ul style="list-style-type: none"> • ss=número máximo de TPS-TC del STM en sentido ascendente (0,1,2); • aa=número máximo de TPS-TC del ATM en sentido ascendente (0,1,2); y • pp=número máximo de TPS-TC del PTM en sentido ascendente (0,1,2)
Combinaciones soportadas de canales portadores y TPS-TC en sentido descendente	1 byte: [s ₀ a ₀ p ₀ 0 s ₁ a ₁ p ₁ 0]	s ₀ : igual a 1 si STM se puede soportar en el canal portador 0 a ₀ : igual a 1 si ATM se puede soportar en el canal portador 0 p ₀ : igual a 1 si PTM se puede soportar en el canal portador 0 s ₁ : igual a 1 si STM se puede soportar en el canal portador 1 a ₁ : igual a 1 si ATM se puede soportar en el canal portador 1 p ₁ : igual a 1 si PTM se puede soportar en el canal portador 1
Combinaciones soportadas de canales portadores y TPS-TC en sentido ascendente	1 byte: [s ₀ a ₀ p ₀ 0 s ₁ a ₁ p ₁ 0]	s ₀ : igual a 1 si STM se puede soportar en el canal portador 0 a ₀ : igual a 1 si ATM se puede soportar en el canal portador 0 p ₀ : igual a 1 si PTM se puede soportar en el canal portador 0 s ₁ : igual a 1 si STM se puede soportar en el canal portador 1 a ₁ : igual a 1 si ATM se puede soportar en el canal portador 1 p ₁ : igual a 1 si PTM se puede soportar en el canal portador 1

Cuadro 12-41/G.993.2 – Capacidades TPS-TC de la VTU-O

Nombre del campo	Formato	Descripción
Para cada TPS-TC soportada, se anexará al mensaje un descriptor de canal portador (véase el cuadro 12-42).		
Capacidades TPS-TC de STM en sentido descendente	0, 1 ó 2 descriptores de canal portador	Contiene las capacidades de las TPS-TC de STM en sentido descendente soportadas.
Capacidades TPS-TC de ATM en sentido descendente	0, 1 ó 2 descriptores de canal portador	Contiene las capacidades de las TPS-TC de ATM en sentido descendente soportadas.
Capacidades TPS-TC de PTM en sentido descendente	0, 1 ó 2 descriptores de canal portador	Contiene las capacidades de las TPS-TC de PTM en sentido descendente soportadas.
Capacidades TPS-TC de STM en sentido ascendente	0, 1 ó 2 descriptores de canal portador	Contiene las capacidades de las TPS-TC de STM en sentido ascendente soportadas.
Capacidades TPS-TC de ATM en sentido ascendente	0, 1 ó 2 descriptores de canal portador	Contiene las capacidades de las TPS-TC de ATM en sentido ascendente soportadas.
Capacidades TPS-TC de PTM en sentido ascendente	0, 1 ó 2 descriptores de canal portador	Contiene las capacidades de las TPS-TC de PTM en sentido ascendente soportadas.
NOTA – El número de descriptores de canal portador para las capacidades TPS-TC depende de los campos "número máximo de TPS-TC en sentido descendente/ascendente".		

Cuadro 12-42/G.993.2 – Descriptor de canal portador

Octeto	Contenido del campo
1-2	Velocidad de datos neta mínima (<i>net_min_n</i>)
3-4	Velocidad de datos neta máxima (<i>net_max_n</i>)
5-6	Velocidad de datos neta reservada (<i>net_reserve_n</i>) (nota)
7	Retardo de entrelazado máximo
8	Protección contra el ruido impulsivo
9	Opciones de TPS-TC
NOTA – Este parámetro no se utiliza en esta versión de esta Recomendación y se debe fijar al valor de la velocidad de datos neta mínima en los octetos 1 y 2. Los procedimientos OLR que utiliza este parámetro se definirán en una futura revisión de esta Recomendación.	

En los campos "velocidad de datos neta mínima", "velocidad de datos neta máxima" y "velocidad de datos neta reservada", los valores de parámetro para *net_min_n*, *net_max_n* y *net_reserve_n*, respectivamente, se codificarán como números enteros sin signo que representan la velocidad de datos como un múltiplo de 8 kbit/s.

Los campos "retardo de entrelazado máximo" y "protección contra el ruido impulsivo" no se aplican en O-MSG 1 (que comunica capacidades) y los valores de los octetos 7 y 8 en cada descriptor de canal portador serán ignorados por el receptor de la VTU-R.

El campo "opciones TPS-TC" contendrá un octeto para negociar y seleccionar las opciones para este portador. El contenido depende del tipo de TPS-TC con correspondencia en este portador.

Para un portador que tenga correspondencia con una TPS-TC de PTM, el octeto se codificará como sigue:

- Bit 0: Si la VTU-O soporta prioridades en este portador (N.3.1.2/G.992.3 [10]), el bit se fijará a UNO.

- Bit 1: Si la VTU-O soporta paquetes cortos en este portador (N.3.1.3/G.992.3 [10]), el bit se fijará a UNO.
- Los bits 2-7 están reservados por el UIT-T y se fijan a CERO.

Para un portador que tenga correspondencia con una TPS-TC de ATM o de STM, el campo opciones de TPS-TC está reservado por el UIT-T y se fijará a 00₁₆.

Cuadro 12-43/G.993.2 – Capacidades PMS-TC de la VTU-O

Nombre del campo	Formato	Descripción
Entrelazador dinámico en sentido descendente	1 byte	Soporta el cambio dinámico de la profundidad del entrelazador en sentido descendente (véase 9.4.1). Un valor 00 ₁₆ indica que no se soporta. Los demás valores quedan en estudio.
Entrelazador dinámico en sentido ascendente	1 byte	Soporta el cambio dinámico de la profundidad del entrelazador en sentido ascendente (véase 9.4.1). Un valor 00 ₁₆ indica que no se soporta. Los demás valores quedan en estudio.
Velocidad de datos de tara de mensaje en sentido descendente	1 byte	Velocidad de datos de tara de mensaje mínima que necesita la VTU-O en el sentido descendente. El valor de 8 bits sin signo es la velocidad de datos de tara de mensaje dividida por 1000 bits por segundo menos 1 (que cubre la gama de 1 a 256 kbit/s).
Velocidad de datos de tara de mensaje en sentido ascendente	1 byte	Velocidad de datos de tara de mensaje mínima que necesita la VTU-O en el sentido ascendente. El valor de 8 bits sin signo es la velocidad de datos de tara de mensaje dividida por 1000 bits por segundo menos 1 (que cubre la gama de 1 a 256 kbit/s).
Velocidad de datos neta máxima DS para el trayecto de latencia 0	2 bytes	Bloque de parámetros de 2 octetos que describe la velocidad de datos neta en sentido descendente máxima soportada en el trayecto de latencia #0. El valor de 2 bits sin signo es la velocidad de datos neta dividida por 8000 bits por segundo.
Velocidad de datos neta máxima US para el trayecto de latencia 0	2 bytes	Bloque de parámetros de 2 octetos que describe la velocidad de datos neta en sentido ascendente máxima soportada en el trayecto de latencia #0. El valor de 16 bits sin signo es la velocidad de datos neta dividida por 8000 bits por segundo.
Velocidad de datos neta máxima DS para el trayecto de latencia 1	2 bytes	Bloque de parámetros de 2 octetos que describe la velocidad de datos neta en sentido descendente máxima soportada en el trayecto de latencia #1. El valor de 16 bits sin signo es la velocidad de datos neta dividida por 8000 bits por segundo.
Velocidad de datos neta máxima US para el trayecto de latencia 1	2 bytes	Bloque de parámetros de 2 octetos que describe la velocidad de datos neta en sentido ascendente máxima soportada en el trayecto de latencia #1. El valor de 16 bits sin signo es la velocidad de datos neta dividida por 8000 bits por segundo.
DS (1/S) _{max}	1 byte	Bloque de parámetros de 1 octeto que describe el valor máximo de 1/S soportado por la VTU-O en el sentido descendente como se define en 9.5.5. El valor de 8 bits sin signo se codifica de 1 a 64 en pasos de 1.
US (1/S) _{max}	1 byte	Bloque de parámetros de 1 octeto que describe el valor máximo de 1/S soportado por la VTU-O en el sentido ascendente como se define en 9.5.5. El valor de 8 bits sin signo se codifica de 1 a 64 en pasos de 1.
NOTA – Si sólo se soporta un trayecto de latencia, los valores para el trayecto de latencia 1 se fijarán a CERO.		

12.3.5.2.1.2 O-TPS

El mensaje O-TPS transporta la configuración TPS-TC tanto para el sentido ascendente como para el descendente. Se basa en las capacidades que se indicaron en O-MSG 1 y R-MSG 2. La lista completa de los parámetros transportados por el mensaje O-TPS se muestra en el cuadro 12-44.

Cuadro 12-44/G.993.2 – Descripción del mensaje O-TPS

	Nombre del campo	Formato
1	Descriptor de mensaje	Código de mensaje
2	Corrección del avance de temporización	Véase el cuadro 12-45

El campo #1 "Descriptor de mensaje" es un código único de un byte que identifica el mensaje. Para una lista completa de códigos véase el cuadro 12-2.

El campo #2 "Configuración TPS-TC" especifica la configuración TPS-TC en los sentidos ascendente y descendente, y se estructura como se muestra en el cuadro 12-45.

Cuadro 12-45/G.993.2 – Configuración TPS-TC

Nombre del campo	Formato	Descripción
Configuraciones con correspondencia de los canales portadores en sentido descendente y tipos de TPS-TC (Nota 1)	1 byte: [aaaa bbbb]	<p>aaaa = tipo de TPS-TC que se hace corresponder con el canal portador DS 0</p> <ul style="list-style-type: none"> • aaaa=1000: STM-TC • aaaa=0100: ATM-TC • aaaa=0010: PTM-TC • aaaa =0000: canal portador inactivo <p>bbbb = tipo de TPS-TC que se hace corresponder con el canal portador DS 1</p> <ul style="list-style-type: none"> • bbbb =1000: STM-TC • bbbb =0100: ATM-TC • bbbb =0010: PTM-TC • bbbb =0000: canal portador inactivo
Configuraciones con correspondencia de los canales portadores en sentido ascendente y tipos de TPS-TC (Nota 1)	1 byte: [cccc dddd]	<p>cccc = tipo de TPS-TC que se hace corresponder con el canal portador US 0</p> <ul style="list-style-type: none"> • cccc =1000: STM-TC • cccc =0100: ATM-TC • cccc =0010: PTM-TC • cccc =0000: canal portador inactivo <p>dddd = tipo de TPS-TC que se hace corresponder con el canal portador US 1</p> <ul style="list-style-type: none"> • dddd =1000: STM-TC • dddd =0100: ATM-TC • dddd =0010: PTM-TC • dddd =0000: canal portador inactivo

Cuadro 12-45/G.993.2 – Configuración TPS-TC

Nombre del campo	Formato	Descripción
Relación de adaptación de velocidad en sentido descendente	1 byte	Este campo contiene la relación de adaptación de velocidad del canal portador 0 en sentido descendente como se especifica en la Rec. UIT-T G.997.1 [4]. Este campo se codificará como un número entero sin signo en la gama de 0 a 100. Un valor 100 significa que toda la capacidad excedente se asigna al canal portador 0.
Para cada canal portador activo en cada dirección, se anexará al mensaje un descriptor de canal portador (véase el cuadro 12-42):		
Configuración del canal portador 0 en sentido descendente	0 ó 1 descriptor de canal portador	Contiene la configuración requerida del portador 0 en sentido descendente
Configuración del canal portador 1 en sentido descendente	0 ó 1 descriptor de canal portador	Contiene la configuración requerida del portador 1 en sentido descendente
Configuración del canal portador 0 en sentido ascendente	0 ó 1 descriptor de canal portador	Contiene la configuración requerida del portador 0 en sentido ascendente
Configuración del canal portador 1 en sentido ascendente	0 ó 1 descriptor de canal portador	Contiene la configuración requerida del portador 1 en sentido ascendente
NOTA 1 – Algunas correspondencias simultáneas de las TPS-TC no son válidas (véase 8.1.3.1). NOTA 2 – El número de descriptores de canal portador para las configuraciones de canal portador depende del número de canales portadores activos en cada sentido.		

En cada descriptor de canal portador, los campos "velocidad de datos neta mínima", "velocidad de datos neta máxima" y "velocidad de datos neta reservada" contendrán los valores para net_min_n , net_max_n y $net_reserve_n$, respectivamente, seleccionados por la VTU-O. Cada uno de ellos se codificará como un número entero sin signo que representa a la velocidad de datos como un múltiplo de 8 kbit/s.

En el campo "retardo de entrelazado máximo", el parámetro $delay_max_n$ se codificará como un número entero sin signo que expresa el retardo en ms de la forma siguiente:

- Los valores válidos son $0 \leq delay_max_n \leq 63$ y $delay_max_n = 255$.
- El valor $delay_max_n = 1$ es un valor especial que indica que la profundidad del entrelazador D_p se debe fijar a $D_p = 1$, lo que corresponde al retardo menor posible.
- El valor $delay_max_n = 0$ es un valor especial que indica que no se ha impuesto ningún límite al retardo máximo.
- El valor $delay_max_n = 255$ es un valor especial que indica un retardo de entrelazado de 1 ms.

El campo "protección contra el ruido impulsivo" se codificará de la forma siguiente:

- Los bits 0-5 contendrán el valor INP_min_n requerido, expresado en símbolos DMT.
- Los valores válidos son $0 \leq INP_min_n \leq 16$.
- El valor $INP_min_n = 0$ es un valor especial que indica que no se requiere ningún nivel mínimo de protección contra el ruido impulsivo.
- El bit 6 se reserva y se fijará a CERO.

- El bit 7: INP_no_erasure_required (véase 9.6)
 - Cuando se fija a UNO, indica que el receptor de la VTU-R debe fijar $INP_p = INP_no_erasure_p$.
 - Cuando se fija a CERO, indica que el receptor de la VTU-R no precisa fijar $INP_p = INP_no_erasure_p$.

NOTA – La fijación inadecuada de uno o más de los parámetros siguientes – velocidad de datos neta máxima, margen de SNR máximo en sentido descendente, protección contra el ruido impulsivo, retardo de entrelazado máximo (en SNR_MODE=1) y TXREFVN (en SNRM_MODE=2) – puede dar lugar a niveles altos de potencia transmitida que pueden producir una diafonía elevada en las DSL y en otros pares del mismo mazo. En particular, se trata de valores altos de la velocidad de datos neta máxima, del margen de SNR máximo en sentido descendente y de la protección contra el ruido impulsivo, valores bajos del retardo de entrelazado máximo (en SNR_MODE=1) y valores altos de TXREFVN (en SNRM_MODE=2).

El campo "opciones TPS-TC" se codificará como sigue:

- Bit 0: El bit se fijará a UNO para permitir las prioridades en este portador, si y sólo si el bit se fijó a UNO para este portador tanto en O-MSG 1 como en O-MSG 2.
- Bit 1: El bit se fijará a UNO para permitir paquetes cortos en este portador, si y sólo si el bit se fijó a UNO para este portador tanto en O-MSG 1 como en O-MSG 2.
- Bits 2-7: Los bits 2-7 están reservados por el UIT-T y se fijan a CERO.

Para un portador que tenga correspondencia con las TPS-TC de ATM o de STM, el campo opciones de TPS-TC está reservado por el UIT-T y se debe fijar a 00_{16} .

12.3.5.2.1.3 O-PMS

El mensaje O-PMS transporta los valores de los parámetros PMS-TC iniciales que se utilizarán en el sentido ascendente durante el estado de transmisión. También especifica la parte de la memoria del entrelazador compartida que la VTU-R puede utilizar para desentrelazar el tren de datos en sentido descendente. La lista completa de parámetros transportados por el mensaje O-PMS se muestra en el cuadro 12-46.

Cuadro 12-46/G.993.2 – Descripción del mensaje O-PMS

	Nombre del campo	Formato
1	Descriptor de mensaje	Código de mensaje
2	MSGLP	1 byte
3	Correspondencia de canales portadores con trayectos de latencia	1 byte
4	B_{x0}	1 byte
5	B_{x1}	1 byte
6	LP_0	Descriptor de trayecto de latencia
7	LP_1	Descriptor de trayecto de latencia
8	$MaxD_0$	3 bytes
9	$MaxD_1$	3 bytes

El campo #1 "Descriptor de mensaje" es un código único de un byte que identifica el mensaje. Para una lista completa de códigos véase el cuadro 12-2.

El campo #2 "MSGLP" es un campo de un byte que indica qué trayecto de latencia se selecciona para tramas OH de tipo 1 (que transporta la tara de mensaje) en sentido ascendente. Los siete MSB del byte siempre se fijarán a CERO. El LSB se fijará a CERO para indicar el trayecto de latencia #0 o a 1 para indicar el trayecto de latencia #1.

El campo #3 "Correspondencia de canales portadores con trayectos de latencia" es un campo de un byte que indica qué canales portadores se deben transportar en cada trayecto de latencia en sentido ascendente. El byte se indica como [cccc dddd]. Los bits cccc se fijarán a 0000 si hay que transportar el canal #0 en el trayecto de latencia #0 y a 0001 si hay que transportar el canal #0 en el trayecto de latencia #1. Los bits cccc se fijarán a 1111 si el canal portador #0 está inhabilitado. Los bits dddd indican qué trayecto de latencia transporta el canal portador #1 utilizando el método de codificación utilizado para cccc.

El campo #4 " B_{x0} " es un campo de un byte que indica el número de octetos del canal portador #0 que se transportarán en cada MDF. El valor será cero o un valor distinto de cero del conjunto $\{B_{00}, B_{10}\}$.

El campo #5 " B_{x1} " es un campo de un byte que indica el número de octetos del canal portador #1 que se transportarán en cada MDF. El valor será cero o un valor distinto de cero del conjunto $\{B_{01}, B_{11}\}$.

El campo #6 " LP_0 " es un campo de 10 bytes que contiene los parámetros PMS-TC para el trayecto de latencia #0 en sentido ascendente. Se utilizará el formato de "descriptor de trayecto de latencia" especificado en el cuadro 12-47.

El campo #7 " LP_1 " es un campo de 10 bytes que contiene los parámetros PMS-TC para el trayecto de latencia #1 en sentido ascendente. Se utilizará el formato de "descriptor de trayecto de latencia" especificado en el cuadro 12-47. Si el trayecto de latencia #1 no se utiliza, todos los bytes de LP_1 se fijarán a CERO.

El campo #8 " $MaxD_0$ " es un campo de 3 bytes que especifica el retardo de entrelazador máximo que se permitirá a la VTU-R para desentrelazar el tren de datos en el trayecto de latencia #0 en sentido ascendente. El retardo de entrelazador máximo se especificará en bytes como un número entero sin signo.

El campo #9 " $MaxD_1$ " es un campo de 3 bytes que especifica el retardo de entrelazador máximo que se permitirá a la VTU-R para desentrelazar el tren de datos en el trayecto de latencia #1 en sentido ascendente. El retardo de entrelazador máximo se especificará en bytes como un número entero sin signo. Si el valor de este campo es $FFFFFF_{16}$, la VTU-R distribuirá de forma autónoma el retardo de entrelazador especificado en el campo #8 ($MaxD_0$) entre ambos trayectos de latencia en sentido descendente.

El descriptor de trayecto de latencia se describe en el cuadro 12-47. Contiene los parámetros primarios del entramador, como se especifica en el cuadro 9-6 y los valores del entrelazador para un trayecto de latencia. Todos los valores son números enteros sin signo.

Cuadro 12-47/G.993.2 – Descriptor de trayecto de latencia

Octeto	Campo	Formato	Descripción
1	T	1 byte	Número de MDF en una subtrama OH para el trayecto de latencia; $T = k \times M$, donde k es un número entero. El valor de T no será superior a 64.
2	G	1 byte	Número total de octetos de tara en una subtrama OH para el trayecto de latencia; $1 \leq G \leq 32$.
3	F	1 byte	Número de tramas OH en la supertrama OH para el trayecto de latencia; $1 \leq F \leq 255$.
4	M	1 byte	Número de MDF en una palabra de código RS para el trayecto de latencia. Sólo están permitidos los valores 1, 2, 4, 8, 16.
5 y 6	L	2 bytes	Contiene el valor de L para el trayecto de latencia.
7	R	1 byte	Contiene el valor de R para el trayecto de latencia.
8	I	1 byte	Contiene el valor de I para el trayecto de latencia.
9 y 10	D	2 bytes	Profundidad de entrelazador D para el trayecto de latencia.

12.3.5.2.1.4 O-PMD

El mensaje O-PMD transporta los valores de los parámetros O-PMD iniciales que se deben utilizar en el sentido ascendente durante la etapa de transmisión. La lista completa de los parámetros transportados por el mensaje O-PMD se muestra en el cuadro 12-48.

Cuadro 12-48/G.993.2 – Descripción del mensaje O-PMD

	Nombre del campo	Formato
1	Descriptor de mensaje	Código de mensaje
2	Retícula	1 byte
3	Tabla de bits y de ganancias	$2 \times NSC_{us}$ bytes
4	Tabla de ordenamiento de tonos	$3 \times \lceil NSC_{us}/2 \rceil$ bytes codificados como sigue: <ul style="list-style-type: none"> • Bits 0-11: t_{2n-1} • Bits 12-23: t_{2n}
NOTA – La notación $\lceil x \rceil$ representa el redondeo al número entero superior más próximo.		

El campo #1 "Descriptor de mensaje" es un código único de un byte que identifica el mensaje. Para una lista completa de códigos véase el cuadro 12-2.

El campo #2 "Retícula" indica si hay que utilizar codificación reticular en el sentido ascendente (00_{16} = retícula inhabilitada, 01_{16} = retícula habilitada).

El campo #3 "Tabla de bits y de ganancias" contiene los valores b_i y g_i para cada subportadora en MEDLEYus. Los b_i indicarán el número de bits que la VTU-R hará corresponder con la subportadora i . Los g_i indicarán el factor de escala que se debe aplicar a la subportadora i relativo a la ganancia que se utilizó para esa subportadora durante la transmisión de R-P-MEDLEY.

Los valores b_i y g_i sólo se definirán para subportadoras del conjunto MEDLEYus (como se indica en R-PRM) y se enviarán en orden ascendente de índices i de subportadoras.

Cada valor b_i estará representado como un número entero de 4 bits sin signo. Cada valor g_i estará representado como una cantidad con punto fijo de 12 bits sin signo, considerando el punto binario inmediatamente a la derecha del tercer bit más significativo. Por ejemplo, un g_i con una representación binaria (con el MSB en primer lugar) 001.01000000_2 indicaría a la VTU-R que

adapte la constelación para la subportadora i con una ganancia de 1,25, de forma que la potencia de esa subportadora sería 1,94 dB superior a la que tuvo durante R-P-MEDLEY.

Cada par de valores b_i y g_i se harán corresponder con un campo de 16 bits de la forma siguiente: $[b_M b b b b g_M g g g g g g g g g g]$, donde b_M y g_M son los MSB de las representaciones binarias de b_i y g_i respectivamente.

El campo #4 "Tabla de ordenamiento de tonos" contiene la tabla de ordenamiento de tonos t para el sentido ascendente. La tabla de ordenamiento de tonos contiene el orden en el que se asignarán bits a las subportadoras en el sentido ascendente. La tabla incluirá todas las subportadoras del conjunto MEDLEYus y sólo esas subportadoras. Se harán corresponder pares de índices de subportadora con un campo de 3 bytes como se muestra en el cuadro 12-48. Por ejemplo, si el valor del campo n ésimo es 400200_{16} , $t_{2n-1} = 200_{16} = 512$ y $t_{2n} = 400_{16} = 1024$. Si el número de subportadoras en el conjunto MEDLEYus es impar, los últimos 12 bits del campo se fijarán a CERO (y serán ignorados por el receptor). El valor del primer índice enviado debe ser igual al índice del primer dato de entrada en el cuadro de ordenamiento de tonos (t_1 , véase 10.3.1). Los restantes índices se enviarán en orden creciente de los datos de entrada t de la tabla de ordenamiento de tonos ($t_2, t_3, \dots t_{NSCus}$).

12.3.5.2.2 Mensajes VTU-R enviados durante la fase de análisis e intercambio de canal

12.3.5.2.2.1 R-MSG 2

El mensaje R-MSG 2 transfiere información de la VTU-R a la VTU-O. La lista completa de los parámetros transferidos en el mensaje R-MSG 2 se muestra en el cuadro 12-49.

Cuadro 12-49/G.993.2 – Descripción del mensaje R-MSG 2

	Nombre del campo	Formato
1	Descriptor de mensaje	Código de mensaje
2	Capacidades TPS-TC	Véase el cuadro 12-50
3	Capacidades PMS-TC	Véase el cuadro 12-51

El campo #1 "Descriptor de mensaje" es un código único de un byte que identifica el mensaje. Para una lista completa de códigos véase el cuadro 12-2.

El campo #2 "Capacidades TPS-TC" indica las capacidades TPS-TC de la VTU-R como se muestra en el cuadro 12-50.

El campo #3 "Capacidades PMS-TC" indica las capacidades PMS-TC de la VTU-R. Esto incluye los trayectos de latencia soportados en la VTU-R (en sentido descendente y ascendente) y las capacidades por trayecto (tales como la codificación y los parámetros de entrelazado soportados) como se muestra en el cuadro 12-51.

Cuadro 12-50/G.993.2 – Capacidades TPS-TC de la VTU-R

Nombre del campo	Formato	Descripción
Número máximo de TPS-TC de cada tipo en sentido descendente	1 byte: [ssaapp00]	Indica el número máximo de TPS-TC de cada tipo que la VTU-R soporta en el sentido descendente: <ul style="list-style-type: none"> • ss=número máximo de TPS-TC de STM en sentido descendente (0,1,2); • aa=número máximo de TPS-TC de ATM en sentido descendente (0,1,2); y • pp=número máximo de TPS-TC de PTM en sentido descendente (0,1,2)
Número máximo de TPS-TC de cada tipo en sentido ascendente	1 byte: [ssaapp00]	Indica el número máximo de TPS-TC de cada tipo que la VTU-R soporta en el sentido ascendente: <ul style="list-style-type: none"> • ss=número máximo de TPS-TC de STM en sentido ascendente (0,1,2); • aa=número máximo de TPS-TC de ATM en sentido ascendente (0,1,2); y • pp=número máximo de TPS-TC de PTM en sentido ascendente (0,1,2)
Combinaciones soportadas de canales portadores y TPS-TC en sentido descendente	1 byte: [s ₀ a ₀ p ₀ 0 s ₁ a ₁ p ₁ 0]	s ₀ : igual a 1 si STM se puede soportar en el canal portador 0 a ₀ : igual a 1 si ATM se puede soportar en el canal portador 0 p ₀ : igual a 1 si PTM se puede soportar en el canal portador 0 s ₁ : igual a 1 si STM se puede soportar en el canal portador 1 a ₁ : igual a 1 si ATM se puede soportar en el canal portador 1 p ₁ : igual a 1 si PTM se puede soportar en el canal portador 1
Combinaciones soportadas de canales portadores y TPS-TC en sentido ascendente	1 byte: [s ₀ a ₀ p ₀ 0 s ₁ a ₁ p ₁ 0]	s ₀ : igual a 1 si STM se puede soportar en el canal portador 0 a ₀ : igual a 1 si ATM se puede soportar en el canal portador 0 p ₀ : igual a 1 si PTM se puede soportar en el canal portador 0 s ₁ : igual a 1 si STM se puede soportar en el canal portador 1 a ₁ : igual a 1 si ATM se puede soportar en el canal portador 1 p ₁ : igual a 1 si PTM se puede soportar en el canal portador 1

Cuadro 12-50/G.993.2 – Capacidades TPS-TC de la VTU-R

Nombre del campo	Formato	Descripción
Para cada TPS-TC soportada, se anexará al mensaje un descriptor de canal portador (véase el cuadro 12-42).		
Capacidades TPS-TC de STM en sentido descendente	0, 1 ó 2 descriptores de canal portador	Contiene las capacidades de las TPS-TC de STM en sentido descendente soportadas.
Capacidades TPS-TC de ATM en sentido descendente	0, 1 ó 2 descriptores de canal portador	Contiene las capacidades de las TPS-TC de ATM en sentido descendente soportadas.
Capacidades TPS-TC del PTM en sentido descendente	0, 1 ó 2 descriptores de canal portador	Contiene las capacidades de las TPS-TC de PTM en sentido descendente soportadas.
Capacidades TPS-TC de STM en sentido ascendente	0, 1 ó 2 descriptores de canal portador	Contiene las capacidades de las TPS-TC de STM en sentido ascendente soportadas.
Capacidades TPS-TC de ATM en sentido ascendente	0, 1 ó 2 descriptores de canal portador	Contiene las capacidades de las TPS-TC de ATM en sentido ascendente soportadas.
Capacidades TPS-TC de PTM en sentido ascendente	0, 1 ó 2 descriptores de canal portador	Contiene las capacidades de las TPS-TC de PTM en sentido ascendente soportadas.
NOTA – El número de descriptores de canal portador para las capacidades TPS-TC depende de los campos "número máximo de TPS-TC en sentido descendente/ascendente".		

Cada descriptor de canal portador (véase el cuadro 12-42) se codificará de la manera siguiente.

En los campos "velocidad de datos neta mínima", "velocidad de datos neta máxima" y "velocidad de datos neta reservada", los valores de parámetro para net_min_n , net_max_n y $net_reserve_n$, respectivamente, se codificarán como números enteros sin signo que representan la velocidad de datos como un múltiplo de 8 kbit/s.

Los campos "retardo de entrelazado máximo" y "protección contra el ruido impulsivo" no se aplican en R-MSG 2 (que comunica capacidades) y los valores de los octetos 7 y 8 en cada descriptor de canal portador serán ignorados por el receptor de la VTU-O.

El campo "opciones TPS-TC" se codificará como sigue:

- Bit 0: Si la VTU-R soporta prioridades en este portador (N.3.1.2/G.992.3 [10]), el bit se fijará a UNO.
- Bit 1: Si la VTU-R soporta paquetes cortos en este portador (N.3.1.3/G.992.3 [10]), el bit se fijará a UNO.
- Los bits 2-7 están reservados por el UIT-T y se fijan a CERO.

Para un portador que tenga correspondencia con una TPS-TC de ATM o de STM, el campo opciones TPS-TC está reservado por el UIT-T y se fijará a 00₁₆.

Cuadro 12-51/G.993.2 – Capacidades PMS-TC de la VTU-R

Nombre del campo	Formato	Descripción
Entrelazador dinámico en sentido descendente	1 byte	Soporta el cambio dinámico de la profundidad del entrelazador en sentido descendente (véase 9.4.1). Un valor 00_{16} indica que no se soporta. Los demás valores quedan en estudio.
Entrelazador dinámico en sentido ascendente	1 byte	Soporta el cambio dinámico de la profundidad del entrelazador en sentido ascendente (véase 9.4.1). Un valor de 00_{16} indica que no se soporta. Los demás valores quedan en estudio.
Velocidad de datos de tara de mensaje en sentido descendente	1 byte	Velocidad de datos de tara de mensaje mínima que necesita la VTU-R en sentido descendente. El valor de 8 bits sin signo es la velocidad de datos de tara de mensaje dividida por 1000 bits por segundo menos 1 (que cubre la gama de 1 a 256 kbit/s).
Velocidad de datos de tara de mensaje en sentido ascendente	1 byte	Velocidad de datos de tara de mensaje mínima que necesita la VTU-R en sentido ascendente. El valor de 8 bits sin signo es la velocidad de datos de tara de mensaje dividida por 1000 bits por segundo menos 1 (que cubre la gama de 1 a 256 kbit/s).
Velocidad de datos neta máxima DS para el trayecto de latencia 0	2 bytes	Velocidad de datos neta en sentido descendente máxima soportada en el trayecto de latencia #0. El valor de 2 bits sin signo es la velocidad de datos neta dividida por 8000 bits por segundo.
Velocidad de datos neta máxima US para el trayecto de latencia 0	2 bytes	Velocidad de datos neta en sentido ascendente máxima soportada en el trayecto de latencia #0. El valor de 2 bits sin signo es la velocidad de datos neta dividida por 8000 bits por segundo.
Velocidad de datos neta máxima DS para el trayecto de latencia 1	2 bytes	Bloque de parámetros de 2 octetos que describe la velocidad de datos neta en sentido descendente máxima soportada en el trayecto de latencia #1. El valor de 16 bits sin signo es la velocidad de datos neta dividida por 8000 bits por segundo.
Velocidad de datos neta máxima US para el trayecto de latencia 1	2 bytes	Bloque de parámetros de 2 octetos que describe la velocidad de datos neta en sentido ascendente máxima soportada en el trayecto de latencia #1. El valor de 16 bits sin signo es la velocidad de datos neta dividida por 8000 bits por segundo.
$DS (1/S)_{max}$	1 byte	Bloque de parámetros de 1 octeto que describe el valor máximo de $1/S$ soportado por la VTU-R en el sentido descendente como se define en 9.5.5. El valor de 8 bits sin signo se codifica de 1 a 64 en pasos de 1.
$US (1/S)_{max}$	1 byte	Bloque de parámetros de 1 octeto que describe el valor máximo de $1/S$ soportado por la VTU-R en el sentido ascendente como se define en 9.5.5. El valor de 8 bits sin signo se codifica de 1 a 64 en pasos de 1.
NOTA – Si sólo se soporta un trayecto de latencia, los valores para el trayecto de latencia 1 se fijarán a CERO.		

12.3.5.2.2.2 R-TPS-ACK

R-TPS-ACK es un mensaje que acusa recibo de la recepción correcta del mensaje O-TPS. El contenido será como se especifica en el cuadro 12-52.

Cuadro 12-52/G.993.2 – Descripción del mensaje R-TPS-ACK

	Nombre del campo	Formato
1	Descriptor de mensaje	Código de mensaje

El campo #1 "Descriptor de mensaje" es un código único de un byte que identifica el mensaje. Para una lista completa de códigos véase el cuadro 12-2.

12.3.5.2.2.3 R-PMS

El mensaje R-PMS transporta los valores de los parámetros PMS-TC iniciales que hay que utilizar en el sentido descendente durante la etapa de transmisión. La lista completa de los parámetros transportados por el mensaje R-PMS se muestra en el cuadro 12-53.

Cuadro 12-53/G.993.2 – Descripción del mensaje R-PMS

	Nombre del campo	Formato
1	Descriptor de mensaje	Código de mensaje
2	MSGLP	1 byte
3	Correspondencia de canales portadores con trayectos de latencia	1 byte
4	B _{x0}	1 byte
5	B _{x1}	1 byte
6	LP ₀	Descriptor de trayecto de latencia
7	LP ₁	Descriptor de trayecto de latencia
8	Decodificación por supresión utilizada	1 byte

El campo #1 "Descriptor de mensaje" es un código único de un byte que identifica el mensaje. Para una lista completa de códigos véase el cuadro 12-2.

El campo #2 "MSGLP" es un campo de un byte que indica qué trayecto de latencia se selecciona para tramas OH de tipo 1 (que transporta la tara de mensaje) en el sentido descendente. Los siete MSB del byte siempre se fijarán a CERO. El LSB se fijará a CERO para indicar el trayecto de latencia #0 ó a 1 para indicar el trayecto de latencia #1.

El campo #3 "Correspondencia de canales portadores con trayectos de latencia" es un campo de un byte que indica qué canales portadores se deben transportar en cada trayecto de latencia en sentido descendente. El byte se indica como [cccc dddd]. Los bits cccc se fijarán a 0000 si hay que transportar el canal #0 en el trayecto de latencia #0 y a 0001 si hay que transportar el canal #0 en el trayecto de latencia #1. Los bits dddd se fijarán a 1111 si el canal portador #0 está inhabilitado. Los bits dddd indican qué trayecto de latencia transporta el canal portador #1 utilizando el método de codificación usado para cccc.

El campo #4 "B_{x0}" es un campo de un byte que indica el número de octetos del canal portador #0 que se deben transportar en cada MDF en el sentido descendente. El valor será cero o un valor distinto de cero del conjunto {B₀₀, B₁₀}.

El campo #5 "B_{x1}" es un campo de un byte que indica el número de octetos del canal portador #1 que se deben transportar en cada MDF en el sentido descendente. El valor será cero o un valor distinto de cero del conjunto {B₀₁, B₁₁}.

El campo #6 "LP₀" es un campo de 10 bytes que contiene los parámetros PMS-TC para el trayecto de latencia #0 en el sentido descendente. Se utilizará el formato de "descriptor de trayecto de latencia" especificado en el cuadro 12-47.

El campo #7 "LP₁" es un campo de 10 bytes que contiene los parámetros PMS-TC para el trayecto de latencia #1 en el sentido descendente. Se utilizará el formato de "descriptor de trayecto de latencia" especificado en el cuadro 12-47. Si el trayecto de latencia #1 no se utiliza, todos los bytes de LP₁ se fijarán a CERO.

El campo #8 "Decodificación por supresión utilizada" es un campo de un byte que indica si la VTU-R está utilizando decodificación por supresión. El valor será:

- 00₁₆ si no se utiliza decodificación por supresión en ningún trayecto de latencia en sentido descendente;
- 01₁₆ si se utiliza decodificación por supresión en el trayecto de latencia #0 en sentido descendente;
- 10₁₆ si se utiliza decodificación por supresión en el trayecto de latencia #1 en sentido descendente; o
- 11₁₆ si se utiliza decodificación por supresión en ambos trayectos de latencia en sentido descendente;

12.3.5.2.2.4 R-PMD

El mensaje R-PMD transporta los valores de los parámetros PMD iniciales que se deben utilizar en el sentido descendente durante la etapa de transmisión. El contenido de R-PMD se muestra en el cuadro 12-54.

Cuadro 12-54/G.993.2 – Descripción del mensaje R-PMD

	Nombre del campo	Formato
1	Descriptor de mensaje	Código de mensaje
2	Retícula	1 byte
3	Tabla de bits y de ganancias	$2 \times NSC_{ds}$ bytes
4	Tabla de ordenamiento de tonos	$3 \times \lceil NSC_{ds}/2 \rceil$ bytes codificados como sigue: <ul style="list-style-type: none"> • Bits 0-11: t_{2n-1} • Bits 12-23: t_{2n}
5	Tonos piloto de la etapa de transmisión	Descriptor de tono
NOTA – La notación $\lceil x \rceil$ representa el redondeo al número entero superior más próximo.		

El campo #1 "Descriptor de mensaje" es un código único de un byte que identifica el mensaje. Para una lista completa de códigos véase el cuadro 12-2.

El campo #2 "Retícula" indica si hay que utilizar codificación reticular en el sentido descendente (00₁₆ = retícula inhabilitada, 01₁₆ = retícula habilitada).

El campo #3 "Tabla de bits y de ganancias" contiene los valores b_i y g_i para cada subportadora en MEDLEYds. Los b_i indicarán el número de bits que la VTU-O hará corresponder con la subportadora i . Los g_i indicarán el factor de escala que se debe aplicar a la subportadora i relativo a la ganancia que se utilizó para esa subportadora durante la transmisión de O-P-MEDLEY.

Los valores b_i y g_i sólo se definirán para subportadoras del conjunto MEDLEYds (como se indica en O-PRM) y se enviarán en orden ascendente de índices i de subportadoras.

Cada valor b_i estará representado como un número entero de 4 bits sin signo. Cada valor g_i estará representado como una cantidad con punto fijo de 12 bits sin signo, considerando el punto binario inmediatamente a la derecha del tercer bit más significativo. Por ejemplo, un g_i con una representación binaria (con el MSB en primer lugar) 001.01000000₂ indicaría a la VTU-O que

ajuste la constelación para la subportadora i con una ganancia de 1,25, de forma que la potencia de esa subportadora sería 1,94 dB superior a la que tuvo durante O-P-MEDLEY.

Cada par de valores b_i y g_i se harán corresponder con un campo de 16 bits de la forma siguiente: $[b_M b_{bbb} g_M g_{ggg} g_{ggg} g_{ggg}]$, donde b_M y g_M son los MSB de las representaciones binarias de b_i y g_i respectivamente.

El campo #4 "Tabla de ordenamiento de tonos" contiene la tabla de ordenamiento de tonos t para el sentido descendente. La tabla de ordenamiento de tonos contiene el orden en el que se asignarán bits a las subportadoras en el sentido descendente. La tabla incluirá todas las subportadoras del conjunto MEDLEYds y sólo esas subportadoras. Cada índice de subportadora se representará mediante un valor de 12 bits. Se harán corresponder pares de índices de subportadora con un campo de 3 bytes como se muestra en el cuadro 12-54. Por ejemplo, si el valor del campo n ésimo es 400200_{16} , $t_{2n-1} = 200_{16} = 512$ y $t_{2n} = 400_{16} = 1024$. Si el número de subportadoras en el conjunto MEDLEYds es impar, los últimos 12 bits del campo se fijarán a CERO (y serán ignorados por el receptor). El valor del primer índice enviado será igual al índice del primer dato de entrada en el cuadro de ordenamiento de tonos (t_1 , véase 10.3.1). Los restantes índices se enviarán en orden creciente de los datos de entrada t de la tabla de ordenamiento de tonos ($t_2, t_3, \dots, t_{NSCds}$).

El campo #5 "Tonos piloto de la etapa de transmisión" indica la selección de tonos piloto que la VTU-R pretende utilizar durante la etapa de transmisión. El campo tendrá el formato de un descriptor de tono, como se muestra en el cuadro 12-25. El primer octeto del descriptor de tono contendrá el número de tonos piloto seleccionado por la VTU-R. Si este número es cero, no habrá más octetos en el descriptor. Si el número de tonos es distinto de cero, cada grupo de tres octetos consecutivos en el descriptor describirán la ubicación (es decir, el índice de subportadora) de dos tonos piloto. Si el número de tonos piloto es impar, se ignorarán los últimos 12 bits.

La VTU-R sólo seleccionará un tono como tono piloto si la carga de bits para ese tono, que se indica en la tabla de bits y de ganancias (campo #3), es igual a cero. Los tonos piloto de la etapa de transmisión se modularán como se especifica en 10.4.5.1. El número total de tonos piloto de la etapa de transmisión no será superior a 16.

12.3.5.3 Señales transmitidas durante la fase de análisis e intercambio de canal

Todas las señales transmitidas durante la fase de análisis e intercambio de canal utilizarán únicamente subportadoras del conjunto MEDLEYds en el sentido descendente y subportadoras del conjunto MEDLEYus en el sentido ascendente.

La PSD en transmisión de las señales en sentido descendente debe cumplir la máscara de PSD de referencia MEDLEY en sentido descendente (MREFMASKds) que se estableció al final de la fase de búsqueda de canal tanto en la banda de paso como en las bandas suprimidas. Los valores de $2N_{ds}$ y CE serán los determinados al final de la fase de búsqueda de canal e indicados en los campos #7 y #4 en O-PRM, respectivamente. Los valores de β_{ds} y de la longitud del prefijo cíclico serán como se indica en los campos #6 y #5 de O-PRM, respectivamente.

La PSD en transmisión de todas las señales en sentido ascendente debe cumplir la máscara de PSD de referencia MEDLEY en sentido ascendente (MREFMASKus) que se estableció al final de la fase de búsqueda de canal tanto en la banda de paso como en las bandas suprimidas. Los valores de $2N_{us}$ y CE serán los determinados al final de la fase de búsqueda de canal e indicados en el campo #6 de R-PRM y en el campo #4 en O-PRM, respectivamente. Los valores de β_{us} y de la longitud del prefijo cíclico serán los que se indican en los campos #5 y #4 de R-PRM, respectivamente.

12.3.5.3.1 Señales transmitidas por la VTU-O

12.3.5.3.1.1 O-P-MEDLEY

La VTU-R utiliza O-P-MEDLEY para estimar la SNR en sentido descendente y para comunicar los mensajes SOC especificados en 12.3.5.2.1. Durante la transmisión de O-P-MEDLEY, el SOC está en su estado activo.

La duración de O-P-MEDLEY es variable. La VTU-O finaliza O-P-MEDLEY transmitiendo O-P-SYNCHRO 6.

O-P-MEDLEY utilizará todas las subportadoras de MEDLEYds moduladas mediante 4-QAM. O-P-MEDLEY transportará un byte ($b_7 b_6 \dots b_0$) o dos bytes ($b_{15} b_{14} \dots b_0$) de información por símbolo DMT. Los bits se harán corresponder con las subportadoras como se describe en el cuadro 12-55 para dos bytes por símbolo DMT y en el cuadro 12-56 para un byte por símbolo DMT. El número de bytes por símbolo DMT será el menor de los valores de $B_{\text{ex-ds-O}}$ y $B_{\text{ex-ds-R}}$ solicitados por la VTU-O y la VTU-R en O-TA_UPDATE y en R-TA_UPDATE, respectivamente.

Se hará una rotación de los puntos de constelación en todas las subportadoras basándose en el número de 2 bits proporcionado por el aleatorizador de cuadrante descrito en 12.3.6.2. El aleatorizador se utilizará en el modo funcionamiento libre (véase 12.3.6.2.2). El aleatorizador se reiniciará cuando la VTU-O pasa a la fase de análisis e intercambio de canal.

Los símbolos se generarán como se describe en 10.4.4. La longitud de símbolo será de $2N_{ds} + L_{CE}$ muestras. La longitud total de la ventana será β_{ds} .

Cuadro 12-55/G.993.2 – Correspondencia de bits para O-P-MEDLEY con 2 bytes por símbolo DMT

Índice de subportadora	Punto de constelación
5, 10, 15, ..., $5n$, ...	00
1, 11, 21, ..., $10n + 1$, ...	Bits 0 y 1 del mensaje SOC
2, 12, 22, ..., $10n + 2$, ...	Bits 2 y 3 del mensaje SOC
3, 13, 23, ..., $10n + 3$, ...	Bits 4 y 5 del mensaje SOC
4, 14, 24, ..., $10n + 4$, ...	Bits 6 y 7 del mensaje SOC
6, 16, 26, ..., $10n + 6$, ...	Bits 8 y 9 del mensaje SOC
7, 17, 27, ..., $10n + 7$, ...	Bits 10 y 11 del mensaje SOC
8, 18, 28, ..., $10n + 8$, ...	Bits 12 y 13 del mensaje SOC
9, 19, 29, ..., $10n + 9$, ...	Bits 14 y 15 del mensaje SOC

Cuadro 12-56/G.993.2 – Correspondencia de bits para O-P-MEDLEY con 1 byte por símbolo DMT

Índice de subportadora	Punto de constelación
Par	00
1, 11, 21, ..., $10n + 1$, ...	Bits 0 y 1 del mensaje SOC
3, 13, 23, ..., $10n + 3$, ...	Bits 2 y 3 del mensaje SOC
5, 15, 25, ..., $10n + 5$, ...	Bits 4 y 5 del mensaje SOC
7, 17, 27, ..., $10n + 7$, ...	Bits 6 y 7 del mensaje SOC
9, 19, 29, ..., $10n + 9$, ...	00

La PSD en transmisión para las subportadoras MEDLEYds en O-P-MEDLEY será igual a la PSD de referencia MEDLEY en sentido descendente (MREFPSDs) indicada en el campo #2 de O-PRM.

12.3.5.3.1.2 O-P-SYNCHRO 6

O-P-SYNCHRO 6 proporciona un marcador de tiempo exacto para las transiciones de O-P-MEDLEY a la etapa de transmisión. Durante la transmisión de O-P-SYNCHRO 6, el SOC está en su estado inactivo.

La duración de O-P-SYNCHRO 6 es de 15 símbolos DMT.

O-P-SYNCHRO 6 utilizará todas las subportadoras del conjunto MEDLEYds moduladas mediante 4-QAM. El valor 11 se hará corresponder a todas las subportadoras MEDLEYds para los primeros 5 y los últimos 5 símbolos DMT. El valor 00 se hará corresponder con todas las subportadoras MEDLEYds para los 5 símbolos DMT intermedios. Los puntos de constelación en todas las subportadoras se rotarán basándose en el número de 2 bits proporcionado por el aleatorizador de cuadrante descrito en 12.3.6.2. El aleatorizador se utilizará en el modo reinicialización (véase 12.3.6.2.1).

Los símbolos se generarán como se describe en 10.4.4. La longitud de símbolo será de $2N_{ds}+L_{CE}$ muestras. La longitud total de la ventana será igual a β_{ds} .

La PSD en transmisión de las subportadoras MEDLEYds en O-P-SYNCHRO 6 será la misma que para O-P-MEDLEY.

12.3.5.3.2 Señales transmitidas por la VTU-R

12.3.5.3.2.1 R-P-MEDLEY

La VTU-O utiliza R-P-MEDLEY para estimar la SNR en sentido ascendente y para comunicar los mensajes SOC especificados en 12.3.5.2.2. Durante la transmisión de R-P-MEDLEY, el SOC está en su estado activo.

La duración de R-P-MEDLEY es variable. La VTU-R finaliza R-P-MEDLEY transmitiendo R-P-SYNCHRO 6.

R-P-MEDLEY utilizará todas las subportadoras de MEDLEYus moduladas mediante 4-QAM. R-P-MEDLEY transportará un byte ($b_7 b_6 \dots b_0$) o dos bytes ($b_{15} b_{14} \dots b_0$) de información por símbolo DMT. Los bits se harán corresponder con las subportadoras como se describe en el cuadro 12-57 para dos bytes por símbolo DMT y en el cuadro 12-58 para un byte por símbolo DMT. El número de bytes por símbolo DMT será el menor de los valores de $B_{ex-us-O}$ y $B_{ex-us-R}$ solicitados por la VTU-O y la VTU-R en O-TA_UPDATE y en R-TA_UPDATE, respectivamente.

Se hará una rotación de los puntos de constelación en todas las subportadoras basándose en el número de 2 bits proporcionado por el aleatorizador de cuadrante descrito en 12.3.6.2. El aleatorizador se utilizará en el modo funcionamiento libre (véase 12.3.6.2.2). El aleatorizador se reiniciará cuando la VTU-R pasa a la fase de análisis e intercambio de canal.

Los símbolos se generarán como se describe en 10.4.4. La longitud de símbolo será de $2N_{us}+L_{CE}$ muestras. La longitud total de la ventana será β_{us} .

Cuadro 12-57/G.993.2 – Correspondencia de bits para R-P-MEDLEY con 2 bytes por símbolo DMT

Índice de subportadora	Punto de constelación
5, 10, 15, ..., 5 n, ...	00
1, 11, 21, ..., 10 n + 1, ...	Bits 0 y 1 del mensaje SOC
2, 12, 22, ..., 10 n + 2, ...	Bits 2 y 3 del mensaje SOC
3, 13, 23, ..., 10 n + 3, ...	Bits 4 y 5 del mensaje SOC
4, 14, 24, ..., 10 n + 4, ...	Bits 6 y 7 del mensaje SOC
6, 16, 26, ..., 10 n + 6, ...	Bits 8 y 9 del mensaje SOC
7, 17, 27, ..., 10 n + 7, ...	Bits 10 y 11 del mensaje SOC
8, 18, 28, ..., 10 n + 8, ...	Bits 12 y 13 del mensaje SOC
9, 19, 29, ..., 10 n + 9, ...	Bits 14 y 15 del mensaje SOC

Cuadro 12-58/G.993.2 – Correspondencia de bits para R-P-MEDLEY con 1 byte por símbolo DMT

Índice de subportadora	Punto de constelación
Par	00
1, 11, 21, ..., 10 n + 1, ...	Bits 0 y 1 del mensaje SOC
3, 13, 23, ..., 10 n + 3, ...	Bits 2 y 3 del mensaje SOC
5, 15, 25, ..., 10 n + 5, ...	Bits 4 y 5 del mensaje SOC
7, 17, 27, ..., 10 n + 7, ...	Bits 6 y 7 del mensaje SOC
9, 19, 29, ..., 10 n + 9, ...	00

La PSD en transmisión para las subportadoras MEDLEY_{us} en R-P-MEDLEY será igual a la PSD de referencia MEDLEY en sentido ascendente (MREFPSD_{us}) indicada en el campo #2 de R-PRM.

12.3.5.3.2.2 R-P-SYNCHRO 6

R-P-SYNCHRO 6 proporciona un marcador de tiempo exacto para las transiciones de R-P-MEDLEY a la etapa de transmisión. Durante la transmisión de R-P-SYNCHRO 6, el SOC está en su estado inactivo.

La duración de R-P-SYNCHRO 6 es de 15 símbolos DMT.

R-P-SYNCHRO 6 utilizará todas las subportadoras del conjunto MEDLEY_{us} moduladas mediante 4-QAM. El valor 11 se hará corresponder a todas las subportadoras MEDLEY_{us} para los primeros 5 y los últimos 5 símbolos DMT. El valor 00 se hará corresponder con todas las subportadoras MEDLEY_{us} para los 5 símbolos DMT intermedios. Los puntos de constelación en todas las subportadoras se rotarán basándose en el número de 2 bits proporcionado por el aleatorizador de cuadrante descrito en 12.3.6.2. El aleatorizador se utilizará en el modo reinicialización (véase 12.3.6.2.1).

Los símbolos se generarán como se describe en 10.4.4. La longitud de símbolo será de $2N_{us} + L_{CE}$ muestras. La longitud total de la ventana será igual a β_{us} .

La PSD en transmisión de las subportadoras MEDLEY_{us} en R-P-SYNCHRO 6 será la misma que para R-P-MEDLEY.

12.3.6 Requisitos generales de la señal de inicialización

12.3.6.1 Requisitos de las señales periódicas

Las señales periódicas utilizadas en la inicialización (O-P-PERIODIC 1, R-P-PERIODIC 1 y otras) deben cumplir los requisitos especificados en esta cláusula.

Los responsables de la implementación pueden elegir generar señales periódicas utilizando símbolos ampliados cíclicamente o directamente utilizando las $2N$ muestras que se obtienen de la IDFT. La duración de cada señal periódica la seleccionará la VTU de forma que contenga un número entero de símbolos ampliados cíclicamente y un múltiplo entero de $2N$ muestras. En particular, $N_{\text{Sym_CE}} \times (2N + L_{\text{CE}}) = k \times 2N$, donde $N_{\text{Sym_CE}}$ es el número de símbolos ampliados cíclicamente necesarios para construir la señal periódica y k es el número de símbolos periódicos en la señal periódica.

Para garantizar una transición suave de una señal de inicialización con símbolos ampliados cíclicamente a una que sea periódica, el primer símbolo de cada señal periódica estará precedido por un prefijo cíclico de β muestras, donde $\beta = \beta_{ds}$ para las señales en sentido descendente y $\beta = \beta_{us}$ para las señales en sentido ascendente. Estas β muestras se agruparán y solaparán con las últimas β muestras del último símbolo de la señal anterior, como se describe en 10.4.4. De la misma forma, para garantizar una transición suave de una señal periódica a una señal que utilice símbolos ampliados cíclicamente, las últimas β muestras del último símbolo en la señal periódica se agruparán y solaparán con las primeras β muestras del primer símbolo de la señal siguiente.

12.3.6.2 Aleatorizador de cuadrante

El punto de constelación de cada subportadora se rotará pseudo-aleatoriamente un ángulo de $0, \pi/2, \pi$ o $3\pi/2$ en función del valor del número pseudoaleatorio de 2 bits. La subportadora con índice 0 (DC) no se rotará. La rotación se realizará transformando las coordenadas (X, Y) del punto de constelación como se muestra en el cuadro 12-59, en el que X e Y son las coordenadas antes de la aleatorización.

Cuadro 12-59/G.993.2 – Transformación pseudo-aleatoria

d_{2n}, d_{2n+1}	Ángulo de rotación	Coordenadas finales
0 0	0	(X, Y)
0 1	$\pi/2$	$(-Y, X)$
1 1	π	$(-X, -Y)$
1 0	$3\pi/2$	$(Y, -X)$

Los valores de 2 bits mostrados en la primera columna del cuadro 12-59 serán los datos de salida de un generador PRBS definido por la ecuación:

$$d_n = d_{n-9} \oplus d_{n-11}$$

El generador de bits se ilustra en la figura 12-10.

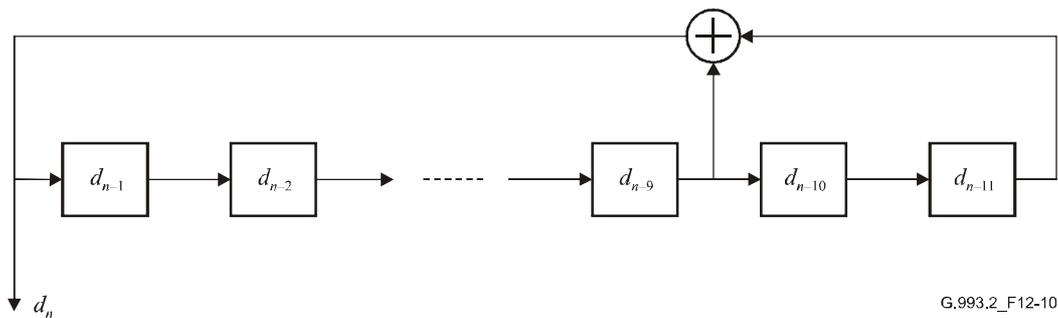


Figura 12-10/G.993.2 – Generador de bits

Dos bits del aleatorizador se harán corresponder con cada subportadora, incluida la DC. Los dos bits correspondientes a DC se sobrescribirán con 00.

Para un sistema VDSL2 que utilice un tamaño de IDFT = $2N$, el aleatorizador generará $2N$ bits por cada símbolo DMT ($b_0 b_1 b_2 \dots b_{2N-2} b_{2N-1}$) en cada sentido de transmisión. Los primeros dos bits ($b_0 b_1$) corresponderán a la subportadora 0, los siguientes dos bits ($b_2 b_3$) a la subportadora 1 y así sucesivamente; los bits ($b_{2i} b_{2i+1}$) corresponderán a la subportadora i . Se deben generar bits para todas las subportadoras y no sólo para las que se estén transmitiendo. Los bits generados para subportadoras que no estén en uso se descartarán.

Al principio de la inicialización, todos los registros del aleatorizador se fijarán a UNO. Se utilizan dos modos de operación del aleatorizador: el modo reinicialización y el modo funcionamiento libre.

12.3.6.2.1 Modo reinicialización

En el modo reinicialización, el aleatorizador se reiniciará al principio de cada periodo de símbolo. Por lo tanto, se generarán los mismos $2N$ bits para cada símbolo y se asignará a cada subportadora el mismo número pseudoaleatorio de dos bits para la rotación de su punto de constelación en símbolos sucesivos.

12.3.6.2.2 Modo funcionamiento libre

En el modo funcionamiento libre, el aleatorizador no se reiniciará al principio de cada periodo de símbolo, en cambio seguirá funcionando entre un símbolo y el siguiente. Por consiguiente, no debería existir correlación entre los dos bits que corresponden a la subportadora i durante el símbolo s y los dos bits que corresponden a la subportadora i durante el símbolo $s+1$. Para garantizar que los bits en una determinada subportadora no tienen correlación de un símbolo DMT al siguiente, para todos los valores del tamaño de IDFT, se asignan al símbolo s cuatro bits de aleatorizador. Los siguientes cuatro bits generados por el aleatorizador no se utilizan. Los $2N$ bits siguientes del aleatorizador se asignan entonces al símbolo $s+1$.

12.3.7 Prioridades de servicio

El método utilizado por el receptor para seleccionar los valores de los parámetros del transceptor descritos en esta cláusula depende de la implementación. No obstante, dentro de los límites de la velocidad de datos total proporcionada por el PMD local, los valores seleccionados deben cumplir todas las restricciones comunicadas por el transmisor antes de la fase de análisis e intercambio de canal, incluidas:

- velocidad de datos de tara de mensaje \geq velocidad de datos de tara de mensaje mínima;
- velocidad de datos neta \geq velocidad de datos neta mínima para todos los canales portadores;
- protección contra el ruido impulsivo \geq protección contra el ruido impulsivo mínimo para todos los canales portadores;
- retardo \leq retardo máximo para todos los canales portadores.

Entre estas restricciones, el receptor seleccionará valores para su optimización con las prioridades siguientes:

- 1) Optimizar la velocidad de datos neta para todos los canales portadores, según la asignación de velocidad de datos neta, que superen la suma de las velocidades de datos netas mínimas en todos los canales portadores (véase 12.3.5).
- 2) Reducir al mínimo el margen excesivo con respecto al margen de SNR máximo (MAXSNRM) mediante ajustes de ganancia (véase 10.3.4.2). Se pueden utilizar otros parámetros de control para lograrlo (por ejemplo, MAXMASK, véase 7.2.3).

12.4 Procedimientos del modo diagnóstico de bucle

12.4.1 Visión general

La función integrada diagnóstico de bucle definida en esta cláusula permite las mediciones inmediatas de las condiciones del canal en ambos extremos del bucle sin tener que desplazar técnicos de mantenimiento para conectar equipos de prueba al bucle. La información resultante ayuda a encontrar la ubicación (en las propias instalaciones, cerca del extremo de cliente del bucle o cerca del extremo de red del bucle) y las causas de la perturbación (diafonía, interferencia radioeléctrica y cortocircuitos).

El modo diagnóstico de bucle se introducirá una vez finalizada la fase de toma de contacto G.994.1, cuando se fija el punto de código del modo diagnóstico de bucle en el mensaje MS (véase 12.3.2.1.2 y 12.3.2.2.2). El modo diagnóstico de bucle se introducirá a petición de cualquier VTU. Ambas VTU deben soportar el modo diagnóstico de bucle.

La secuencia de etapas en el modo diagnóstico de bucle será la misma que para la inicialización (definida en 12.3) hasta la fase de análisis e intercambio de canal, cuando se intercambian los parámetros de prueba enumerados en el cuadro 12-60 y definidos en 11.4.1. Sin embargo, los parámetros de prueba para el ruido de línea en silencio (QLN) y para la función características del canal (Hlog) se medirán e intercambiarán durante la fase de búsqueda de canal, como se describe en 12.4.3.

Las temporizaciones especificadas en 12.3.1 no aplican al modo diagnóstico de bucle. Los valores de las temporizaciones quedan en estudio.

Cuadro 12-60/G.993.2 – Parámetros de prueba intercambiados durante el modo diagnóstico de bucle

Abreviatura	Nombre
$H_{lin}(k \times G \times \Delta f)$	Características del canal por grupo de subportadoras, lineal
$H_{log}(k \times G \times \Delta f)$	Características del canal por grupo de subportadoras, \log_{10}
$QLN(k \times G \times \Delta f)$	Ruido de línea en silencio por grupo de subportadora
$SNR(k \times G \times \Delta f)$	Relación señal/ruido por grupo de subportadoras
LATN-pb	Atenuación del bucle por banda
SATN-pb	Atenuación de la señal por banda
SNRM-pb	Margen de la relación señal/ruido por banda
ATTNDR	Velocidad de datos neta alcanzable
ACTATP	Potencia transmitida combinada real (extremo lejano)

Los parámetros de prueba se hacen corresponder con mensajes utilizando un número entero de octetos para cada valor de parámetro. En el caso de que el valor del parámetro, como se define en 11.4.1, se represente mediante un número de bits que no sea un número entero de octetos, el

valor del parámetro se hará corresponder con los LSB de los octetos del mensaje. Los bits más significativos no utilizados se fijarán a CERO para valores de parámetro sin signo y se fijarán al bit de signo para valores de parámetro con signo.

12.4.2 Fases de búsqueda de canal y de acondicionamiento para el modo diagnóstico de bucle

12.4.2.1 Mensajes SOC intercambiados durante las fases de búsqueda de canal y de acondicionamiento para el modo diagnóstico de bucle

Salvo para O-PRM y R-PRM, los mensajes SOC para la fase de búsqueda de canal y la fase de acondicionamiento en el modo diagnóstico de bucle serán los mismos que para el procedimiento de inicialización descrito en 12.3.3 y 12.3.4, respectivamente. Los parámetros de prueba para el ruido de línea en silencio (QLN) y para la función características del canal (Hlog) se medirán e intercambiarán durante la fase de búsqueda de canal en los mensajes O-PRM-LD y R-PRM-LD, que sustituyen a O-PRM y R-PRM. Los parámetros de prueba se muestran en el cuadro 12-61 y se definen en 11.4.1.

Cuadro 12-61/G.993.2 – Parámetros de prueba intercambiados durante la fase de búsqueda de canal en el modo diagnóstico de bucle

Abreviatura	Nombre
$Hlog(k \times G \times \Delta f)$	Características del canal por grupo de subportadoras, dB
$QLN(k \times G \times \Delta f)$	Ruido de línea en silencio por grupo de subportadoras, dBm/Hz

12.4.2.1.1 Mensaje O-PRM-LD de la VTU-O

Cuadro 12-62/G.993.2 – Descripción del mensaje O-PRM-LD

	Nombre del campo	Formato
1	Descriptor de mensaje	Código de mensaje
2	PSD de referencia MEDLEY en sentido descendente (MREFPSDs)	Descriptor de PSD
3	Conjunto MEDLEYds	Descriptor de bandas
4	Longitud de extensión cíclica	1 byte
5	Longitud del prefijo cíclico en sentido descendente	2 bytes
6	Longitud de la ventana en transmisión en sentido descendente (β_{ds})	1 byte
7	Tamaño de IDFT de la VTU-O	1 byte
8	Duración del periodo de acondicionamiento de EC de la VTU-O	1 byte
9	Duración requerida del periodo de acondicionamiento del TEQ de la VTU-O	1 byte
10	Duración requerida del periodo de acondicionamiento del TEQ de la VTU-R	1 byte
11	Duración mínima requerida de la señal periódica	1 byte
12	Conformación del espectro en el dominio de la frecuencia en el sentido descendente	Descriptor de Log _{tss}
13	Ruido de línea en silencio por grupo de subportadoras, $QLN(k \times G \times \Delta f)$	512 bytes
14	Función características del canal Hlog por grupo de subportadoras, $Hlog(k \times G \times \Delta f)$	2 × 512 bytes

Los campos #1 a #12 tendrán el mismo formato que O-PRM (véase 12.3.3.2.1.3).

El campo #13 "Ruido de línea en silencio por grupo de subportadoras, $QLN(k \times G \times \Delta f)$ " indica el parámetro QLN para 512 grupos de subportadoras en el sentido ascendente (medidas en el receptor de la VTU-O). El parámetro QLN para cada grupo se representará como un valor de 8 bits como se especifica en 11.4.1.1.2, y se corresponde con un único octeto. Los octetos que representan valores QLN para los diferentes grupos se harán corresponder con el campo #13 de forma que se transmitan en orden ascendente del índice de grupo k , para k entre 0 y 511. Los grupos se formarán como se especifica en 11.4.1. Los valores de QLN para grupos que contengan por lo menos una subportadora que no se encuentre en el conjunto MEDLEY_{us} se fijarán a FF₁₆.

El campo #14 "Función de características del canal Hlog por grupo de subportadoras, $Hlog(k \times G \times \Delta f)$ " indica el parámetro Hlog para 512 grupos de subportadoras en sentido ascendente. El parámetro Hlog para cada grupo se representará como un valor de 10 bits como se especifica en 11.4.1.1.1 y se hará corresponder con 2 octetos añadiendo seis MSB iguales a 0. Los pares de octetos que representen valores Hlog para los diferentes grupos se harán corresponder con el campo #14 de forma que se transmitan en orden ascendente del índice de grupo k , para k entre 0 y 511. Los grupos se formarán como se especifica en 11.4.1. Los campos que representen valores de Hlog para grupos que contengan por lo menos una subportadora que no esté en el conjunto MEDLEY_{us} se fijarán a FFFF₁₆.

12.4.2.1.1 Mensaje R-PRM-LD de la VTU-R

Cuadro 12-63/G.993.2 – Descripción del mensaje R-PRM-LD

	Nombre del campo	Formato
1	Descriptor de mensaje	Código de mensaje
2	PSD de referencia MEDLEY en sentido ascendente (MREFPSD _{us})	Descriptor de PSD
3	Conjunto MEDLEY _{ds}	Descriptor de bandas
4	Longitud del prefijo cíclico en sentido ascendente	2 bytes
5	Longitud de la ventana en transmisión en sentido ascendente (β_{us})	1 byte
6	Tamaño de IDFT de la VTU-R	1 byte
7	Duración del periodo de acondicionamiento de EC de la VTU-R	1 byte
8	Duración requerida del periodo de acondicionamiento del TEQ de la VTU-R	1 byte
9	Duración requerida del periodo de acondicionamiento del TEQ de la VTU-O	1 byte
10	Duración mínima requerida de la señal periódica	1 byte
11	Duración mínima de la señal ($T_{MIN-R-P-Train}$) de R-P-TRAINING 1	1 byte
12	Conformación del espectro en el dominio de la frecuencia en el sentido ascendente	Descriptor de Log _{tss_i}
13	Ruido de línea en silencio por subportadora, $QLN(k \times G \times \Delta f)$	512 bytes
14	Función características del canal Hlog por subportadora, $Hlog(k \times G \times \Delta f)$	2 × 512 bytes

Los campos #1 a #12 tendrán el mismo formato que R-PRM (véase 12.3.3.2.2.3).

El campo #13 "Ruido de línea en silencio por grupo de subportadoras, $QLN(k \times G \times \Delta f)$ " indica el parámetro QLN para 512 grupos de subportadoras en el sentido descendente (medidas en el receptor de la VTU-R). El parámetro QLN para cada grupo se representará como un valor de 8 bits como se especifica en 11.4.1.1.2, y se corresponde con un único octeto. Los octetos que representan valores QLN para los diferentes grupos se harán corresponder con el campo #13 de forma que se transmitan

en orden ascendente del índice de grupo k , para k entre 0 y 511. Los grupos se formarán como se especifica en 11.4.1. Los valores de QLN para grupos que contengan por lo menos una subportadora que no se encuentre en el conjunto MEDLEYds se fijarán a FF_{16} .

El campo #14 "Función características del canal Hlog por subportadora, $Hlog(k \times G \times \Delta f)$ " indica el parámetro Hlog para 512 grupos de subportadoras en sentido descendente. El parámetro Hlog para cada grupo se representará como un valor de 10 bits como se especifica en 11.4.1.1.1 y se hará corresponder con 2 octetos añadiendo seis MSB iguales a 0. Los pares de octetos que representen valores Hlog para los diferentes grupos se harán corresponder con el campo #14 de forma que se transmitan en orden ascendente del índice de grupo k , para k entre 0 y 511. Los grupos se formarán como se especifica en 11.4.1. Los campos que representen valores de Hlog para grupos que contengan por lo menos una subportadora que no esté en el conjunto MEDLEYds se fijarán a $FFFF_{16}$.

12.4.2.2 Señales transmitidas durante las fases de búsqueda de canal y de acondicionamiento

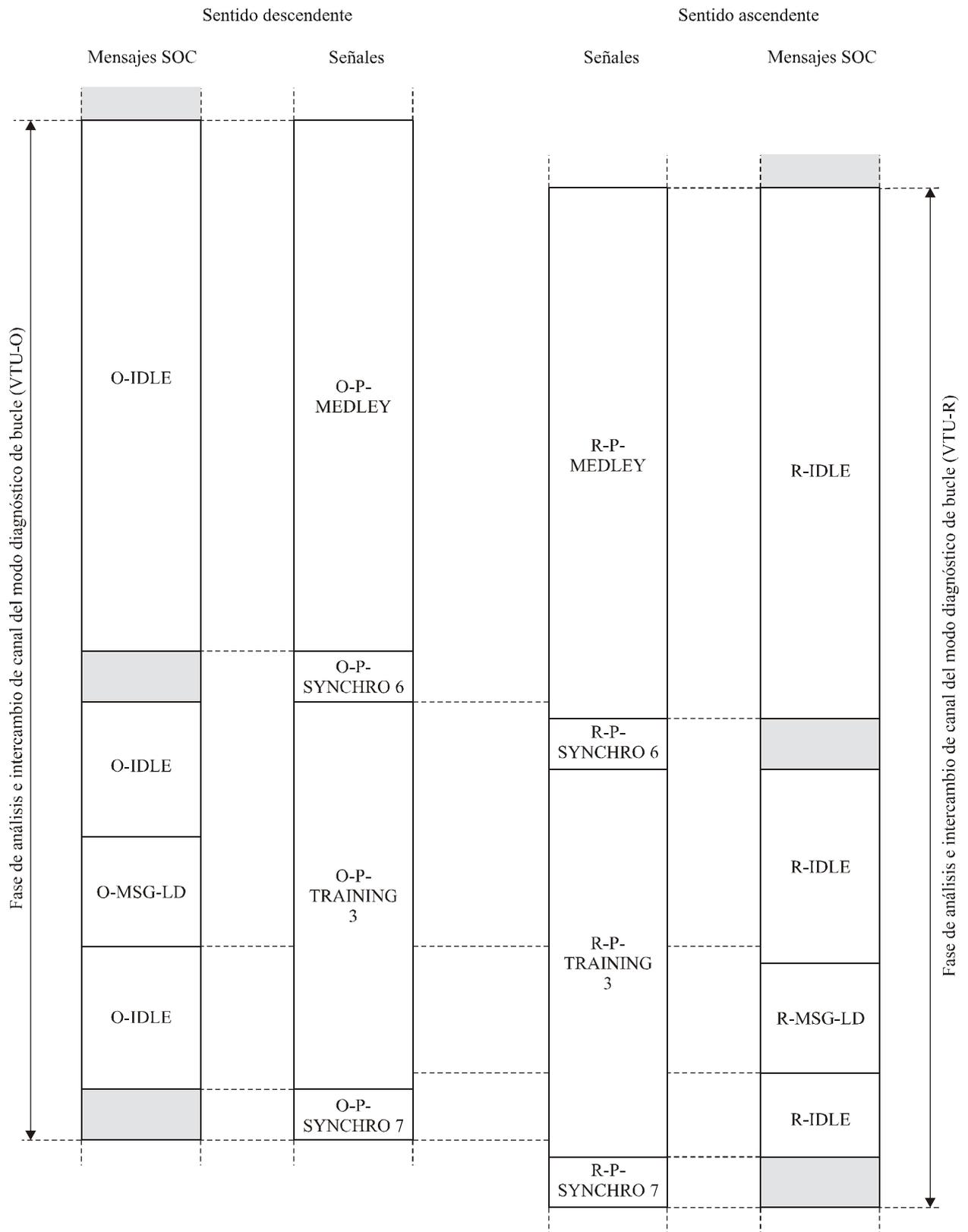
Las señales transmitidas durante las fases de búsqueda de canal y de acondicionamiento son las mismas que se definen en la inicialización (véanse 12.3.3 y 12.3.4).

No obstante, con el fin de aumentar la robustez de los mensajes intercambiados durante las fases de búsqueda de canal y de acondicionamiento del modo diagnóstico de bucle, todos los mensajes SOC se enviarán utilizando 1 bit de información por símbolo DMT, en el que cada bit se envía 5 veces en 5 símbolos DMT consecutivos. Para un valor 1 del bit de información, se hará corresponder el valor 11 con todas las subportadoras permitidas que utilicen 4-QAM. Para un valor 0 del bit de información, se hará corresponder el valor 00 con todas las subportadoras permitidas que utilicen 4-QAM. Esto aplica a todos los mensajes SOC enviados durante O-P-CHANNEL DISCOVERY 1, O-P-CHANNEL DISCOVERY 2, R-P-CHANNEL DISCOVERY 1, R-P-CHANNEL DISCOVERY 2, O-P-TRAINING 2 y R-P-TRAINING 2.

Los puntos de constelación de todas las subportadoras se rotarán basándose en el número de 2 bits proporcionado por el aleatorizador de cuadrante. El aleatorizador se utilizará en el modo inicialización, como se describe en 12.3.6.2.1.

12.4.3 Fase de análisis e intercambio de canal del modo diagnóstico de bucle

La figura 12-11 presenta el diagrama de tiempos para las etapas de la fase de análisis e intercambio de canal del modo diagnóstico de bucle. Ofrece una visión general de la secuencia de las señales transmitidas y de la secuencia de los mensajes SOC enviados por la VTU-O y la VTU-R durante la fase de análisis e intercambio de canal del modo diagnóstico de bucle. Las zonas sombreadas corresponden a periodos de tiempo en los que el SOC está en su estado inactivo.



G.993.2_F12-11

Figura 12-11/G.993.2 – Diagrama de tiempos para las etapas de la fase de análisis e intercambio de canal del modo diagnóstico de bucle

Al entrar en esta fase, la VTU-O transmitirá 32256 símbolos DMT de O-P-MEDLEY enviando O-IDLE por el SOC. Al entrar en esta fase, la VTU-R transmitirá 32256 símbolos DMT de R-P-MEDLEY enviando R-IDLE por el SOC. O-P-MEDLEY y R-P-MEDLEY serán como se define en 12.3.5.3.

O-P-MEDLEY y R-P-MEDLEY irán seguidos por O-P-SYNCHRO 6 y R-P-SYNCHRO 6, respectivamente. O-P-SYNCHRO 6 y R-P-SYNCHRO 6 serán como se define en 12.3.5.3.

Después de transmitir O-P-SYNCHRO 6, la VTU-O transmitirá O-P-TRAINING 3. Mientras transmite O-P-TRAINING 3, la VTU-O enviará O-IDLE por el SOC durante por lo menos 256 símbolos DMT y después enviará O-MSG-LD. De la misma manera, después de transmitir R-P-SYNCHRO 6, la VTU-R transmitirá R-P-TRAINING 3. Mientras transmite R-P-TRAINING 3, la VTU-R enviará R-IDLE por el SOC. La VTU-R acusará recibo de la recepción de O-MSG-LD enviando R-MSG-LD. Ambas VTU utilizarán el modo RQ, como se especifica en 12.2.2.2.

La VTU-O acusará recibo de la recepción de R-MSG-LD transmitiendo O-P-SYNCHRO 7, que también indica que la VTU-O ha completado la fase de análisis e intercambio de canal. La VTU-R acusa recibo de la recepción de O-P-SYNCHRO 7 transmitiendo R-P-SYNCHRO 7, indicando la finalización completa del modo diagnóstico de bucle.

Cuadro 12-64/G.993.2 – Señales y mensajes SOC de la VTU-O en la fase de análisis e intercambio de canal del modo diagnóstico de bucle

Señal	Tipo de señal	Duración de la señal en símbolos DMT con CE	Mensajes SOC y banderas IDLE	Estado del SOC
O-P-MEDLEY	No periódica	32256	O-IDLE	Activo
O-P-SYNCHRO 6	No periódica	15	Ninguno	Inactivo
O-P-TRAINING 3	No periódica	Variable	O-MSG-LD	Activo (RQ)
O-P-SYNCHRO 7	No periódica	15	Ninguno	Inactivo

Cuadro 12-65/G.993.2 – Señales y mensajes SOC de la VTU-R en la fase de análisis e intercambio de canal del modo diagnóstico de bucle

Señal	Tipo de señal	Duración de la señal en símbolos DMT con CE	Mensajes SOC y banderas IDLE	Estado del SOC
R-P-MEDLEY	No periódica	32256	R-IDLE	Activo
R-P-SYNCHRO 6	No periódica	15	Ninguno	Inactivo
R-P-TRAINING 3	No periódica	Variable	R-MSG-LD	Activo (RQ)
R-P-SYNCHRO 7	No periódica	15	Ninguno	Inactivo

12.4.3.1 Mensajes SOC intercambiados durante la fase de análisis e intercambio de canal del modo diagnóstico de bucle

12.4.3.1.1 Mensajes de la VTU-O

En el modo diagnóstico de bucle, la VTU-O enviará el mensaje O-MSG-LD con los parámetros de prueba en sentido ascendente definidos en 11.4.1.

Los campos de información de O-MSG-LD serán los que se muestran en el cuadro 12-66.

Cuadro 12-66/G.993.2 – Descripción del mensaje O-MSG-LD

	Nombre del campo	Formato
1	Descriptor de mensaje	Código de mensaje
2	$Hlin(k \times G \times \Delta f)$	6×512
3	$SNR(k \times G \times \Delta f)$	512
4	LATN-pb	(2×5) bytes
5	SATN-pb	(2×5) bytes
6	SNRM y SNRM-pb	$2 + (2 \times 5)$ bytes
7	ATTNDR	4 bytes
8	ACTATP	2 bytes

El campo #1 "Descriptor de mensaje" es un código único de un byte que identifica el mensaje. Para una lista completa de códigos véase el cuadro 12-2.

El campo #2 " $Hlin(k \times G \times \Delta f)$ " indica el parámetro Hlin para 512 grupos de subportadoras en el sentido ascendente. El parámetro Hlin para cada grupo se hará corresponder con 6 octetos como $[s \ a \ b]$, donde s , a y b son valores de 16 bits que representan, respectivamente, el factor de escala s y los parámetros a y b de Hlin que se especifican en 11.4.1.1.1. Los 6 octetos que representan valores Hlin para diferentes grupos se harán corresponder con el campo #2 de forma que se transmitan en orden ascendente del índice k de grupo, para k entre 0 y 511. Los grupos se formarán como se especifica en 11.4.1. Los valores de 16 bits para s , a y b para los grupos que contengan al menos una subportadora que no esté en el conjunto MEDLEYus se fijarán a $FFFF_{16}$.

El campo #3 " $SNR(k \times G \times \Delta f)$ " indica el parámetro SNR para 512 grupos de subportadoras en el sentido ascendente. La SNR para cada grupo se especificará como un valor de 8 bits como se especifica en 11.4.1.1.3, y se hace corresponder con 1 octeto. Los octetos que representen valores SNR para diferentes grupos se harán corresponder con el campo #3 de forma que se transmitan en orden ascendente del índice de grupo k , para k entre 0 y 511. Los grupos se formarán como se especifica en 11.4.1. Los valores de SNR para los grupos que contengan al menos una subportadora que no esté en el conjunto MEDLEYus se fijarán a FF_{16} .

El campo #4 "LATN-pb" indicará el parámetro $LATN_U(m)$ para cada 5 posibles bandas disponibles en sentido ascendente. El parámetro $LATN_U(m)$ se representará como un valor de 10 bits como se especifica en 11.4.1.1.4 y se hará corresponder con 2 octetos añadiendo seis MSB iguales a 0. Los pares de octetos que representen valores de $LATN_U(m)$ para diferentes bandas se harán corresponder con el campo #4 descrito en el cuadro 11-28. El valor 0000_{16} se utilizará para indicar bandas inhabilitadas. Los octetos indicados como reservados en el cuadro 11-28 se fijarán a CERO en el transmisor y serán ignorados por el receptor.

El campo #5 "SATN-pb" indicará el parámetro $SATN_U(m)$ para cada 5 posibles bandas disponibles en sentido ascendente. El parámetro $SATN_U(m)$ se representará como un valor de 10 bits como se especifica en 11.4.1.1.5 y se hará corresponder con 2 octetos añadiendo seis MSB iguales a 0. Los pares de octetos que representen valores $SATN_U(m)$ para diferentes bandas se harán corresponder con el campo #4 descrito en el cuadro 11-28. El valor 0000_{16} se utilizará para indicar bandas inhabilitadas. Los octetos indicados como reservados en el cuadro 11-28 se fijarán a CERO en el transmisor y serán ignorados por el receptor.

El campo #6 "SNRM y SNRM-pb" indicará el valor total de SNRM en sentido ascendente, como se especifica en 11.4.1.1.6.2 y el parámetro $SNRM_U(m)$ como se especifica en 11.4.1.1.6.3. Los primeros dos octetos indicarán el parámetro SNRM y el resto de los octetos indicarán el parámetro $SNRM_U(m)$ para cada una de las 5 posibles bandas disponibles en sentido ascendente. El valor de SNRM se representará como un valor de 10 bits como se especifica en 11.4.1.1.6.2. El parámetro $SNRM_U(m)$ para cada banda se representará como un valor de 10 bits como se especifica

en 11.4.1.1.6.3. Tanto SNRM como SNRM_{U(m)} se harán corresponder con dos octetos añadiendo seis MSB iguales al bit de signo de las representaciones de 10 bits de SNRM o de SNRM_{U(m)}, respectivamente. Los pares de octetos que representen valores de SNRM_{U(m)} para diferentes bandas se harán corresponder con el campo #6 que se describe en el cuadro 11-28. El valor 0000₁₆ se utilizará para indicar bandas inhabilitadas. Los octetos indicados como reservados en el cuadro 11-28 se fijarán a CERO en el transmisor y serán ignorados por el receptor.

El campo #7 "ATTNDR" indicará el parámetro ATTNDR en el sentido ascendente calculado como se especifica en 11.4.1.1.7 para todas las subportadoras del conjunto MEDLEYus. El parámetro se representará como un valor de 32 bits como se define en 11.4.1.1.7.

El campo #8 "ACTATP" indicará el parámetro ACTATP en el sentido ascendente calculado como se especifica en 11.4.1.1.8 para todas las subportadoras del conjunto MEDLEYus. El parámetro se representará como un valor de 10 bits como se define en 11.4.1.1.8 y se hará corresponder con el campo #8 de 2 bytes añadiendo seis MSB iguales al bit de signo de la representación de ACTATP.

12.4.3.1.2 Mensajes de la VTU-R

En el modo diagnóstico de bucle, la VTU-R enviará el mensaje R-MSG-LD con los parámetros de prueba en sentido descendente definidos en 11.4.1.

Los campos de información de R-MSG-LD serán los que se muestran en el cuadro 12-67.

Cuadro 12-67/G.993.2 – Descripción del mensaje R-MSG-LD

	Nombre del campo	Formato
1	Descriptor de mensaje	Código de mensaje
2	Hlin($k \times G \times \Delta f$)	6×512
3	SNR($k \times G \times \Delta f$)	512
4	LATN-pb	(2×5) bytes
5	SATN-pb	(2×5) bytes
6	SNRM y SNRM-pb	$2 + (2 \times 5)$ bytes
7	ATTNDR	4 bytes
8	ACTATP	2 bytes

El campo #1 "Descriptor de mensaje" es un código único de un byte que identifica el mensaje. Para una lista completa de códigos véase el cuadro 12-2.

El campo #2 "Hlin($k \times G \times \Delta f$)" indica el parámetro Hlin para 512 grupos de subportadoras en el sentido descendente. El parámetro Hlin para cada grupo se hará corresponder con 6 octetos como [$s a b$], donde s , a y b son valores de 16 bits que representan, respectivamente, el factor de escala s y los parámetros a y b de Hlin que se especifican en 11.4.1.1.1. Los 6 octetos que representan valores Hlin para diferentes grupos se harán corresponder con el campo #2 de forma que se transmitan en orden ascendente del índice k de grupo, para k entre 0 y 511. Los grupos se formarán como se especifica en 11.4.1. Los valores de 16 bits para s , a y b para los grupos que contengan al menos una subportadora que no esté en el conjunto MEDLEYds se fijarán a FFFF₁₆.

El campo #3 "SNR($k \times G \times \Delta f$)" indica el parámetro SNR para 512 grupos de subportadoras en el sentido descendente. La SNR para cada grupo se especificará como un valor de 8 bits como se especifica en 11.4.1.1.3, y se hace corresponder con 1 octeto. Los octetos que representen valores SNR para diferentes grupos se harán corresponder con el campo #3 de forma que se transmitan en orden ascendente del índice de grupo k , para k entre 0 y 511. Los grupos se formarán como se especifica en 11.4.1. Los valores de SNR para los grupos que contengan al menos una subportadora que no esté en el conjunto MEDLEYds se fijarán a FF₁₆.

El campo #4 "LATN-pb" indicará el parámetro $LATN_D(m)$ para cada 5 posibles bandas disponibles en sentido descendente. El parámetro $LATN_D(m)$ se representará como un valor de 10 bits como se especifica en 11.4.1.1.4 y se hará corresponder con 2 octetos añadiendo seis MSB iguales a 0. Los pares de octetos que representen valores de $LATN_D(m)$ para diferentes bandas se harán corresponder con el campo #4 descrito en el cuadro 11-28. El valor 0000_{16} se utilizará para indicar bandas inhabilitadas. Los octetos indicados como reservados en el cuadro 11-28 se fijarán a CERO en el transmisor y serán ignorados por el receptor.

El campo #5 "SATN-pb" indicará el parámetro $SATN_D(m)$ para cada 5 posibles bandas disponibles en sentido descendente. El parámetro $SATN_D(m)$ se representará como un valor de 10 bits como se especifica en 11.4.1.1.5 y se hará corresponder con 2 octetos añadiendo seis MSB iguales a 0. Los pares de octetos que representen valores $SATN_D(m)$ para diferentes bandas se harán corresponder con el campo #4 descrito en el cuadro 11-28. El valor 0000_{16} se utilizará para indicar bandas inhabilitadas. Los octetos indicados como reservados en el cuadro 11-28 se fijarán a CERO en el transmisor y serán ignorados por el receptor.

El campo #6 "SNRM y SNRM-pb" indicará el valor total de SNRM en sentido descendente, como se especifica en 11.4.1.1.6.2 y el parámetro $SNRM_D(m)$ como se especifica en 11.4.1.1.6.3. Los primeros dos octetos indicarán el parámetro SNRM y el resto de los octetos indicarán el parámetro $SNRM_D(m)$ para cada una de las 5 posibles bandas disponibles en sentido ascendente. El valor de SNRM se representará como un valor de 10 bits como se especifica en 11.4.1.1.6.2. El parámetro $SNRM_D(m)$ para cada banda se representará como un valor de 10 bits como se especifica en 11.4.1.1.6.3. Tanto SNRM como $SNRM_D(m)$ se harán corresponder con dos octetos añadiendo seis MSB iguales al bit de signo de las representaciones de 10 bits de SNRM o de $SNRM_D(m)$, respectivamente. Los pares de octetos que representen valores de $SNRM_D(m)$ para diferentes bandas se harán corresponder con el campo #6 que se describe en el cuadro 11-28. El valor 0000_{16} se utilizará para indicar bandas inhabilitadas. Los octetos indicados como reservados en el cuadro 11-28 se fijarán a CERO en el transmisor y serán ignorados por el receptor.

El campo #7 "ATTNDR" indicará el parámetro ATTNDR en el sentido descendente calculado como se especifica en 11.4.1.1.7 para todas las subportadoras del conjunto MEDLEYds. El parámetro se representará como un valor de 32 bits como se define en 11.4.1.1.7.

El campo #8 "ACTATP" indicará el parámetro ACTATP en el sentido descendente calculado como se especifica en 11.4.1.1.8 para todas las subportadoras del conjunto MEDLEYds. El parámetro se representará como un valor de 10 bits como se define en 11.4.1.1.8 y se hará corresponder con el campo #8 de 2 bytes añadiendo seis MSB iguales al bit de signo de la representación de ACTATP.

12.4.3.2 Señales transmitidas durante la fase de análisis e intercambio de canal del modo diagnóstico de bucle

Las señales O-P-MEDLEY, R-P-MEDLEY, O-P-SYNCHRO 6, R-P-SYNCHRO 6, O-P-SYNCHRO 7 y R-P-SYNCHRO 7 serán como se define en 12.3.5.3 para la inicialización.

12.4.3.2.1 O-P-TRAINING 3

La señal O-P-TRAINING 3 se utiliza para enviar el mensaje SOC O-MSG-LD. Durante la transmisión de O-P-TRAINING 3, el SOC está en su estado activo.

La duración de O-P-TRAINING 3 es variable. La VTU-O finaliza O-P-TRAINING 3 transmitiendo O-P-SYNCHRO 7.

O-P-TRAINING 3 estará compuesta por todas las subportadoras del conjunto MEDLEYds. Estas subportadoras se modularán mediante 4-QAM. Estas subportadores transportarán un bit de información por símbolo DMT, en el que cada bit se envía 5 veces en 5 símbolos DMT consecutivos. Para un valor 1 del bit de información, se hará corresponder el valor 11 con todas las subportadoras permitidas que utilicen 4-QAM. Para un valor 0 del bit de información, se hará corresponder el valor 00 con todas las subportadoras permitidas que utilicen 4-QAM.

Los puntos de constelación en todas las subportadoras se rotarán basándose en el número de 2 bits proporcionado por el aleatorizador de cuadrante descrito en 12.3.6.2. El aleatorizador se utilizará en el modo reinicialización (véase 12.3.6.2.1).

La longitud de símbolo será de $2N_{ds}+L_{CE}$ muestras. Se debe aplicar la función de ventana al transmisor y la longitud total de la ventana será igual a β_{ds} (véase 10.4.4). Los valores de $2N_{ds}+L_{CE}$, β_{ds} y la longitud del prefijo cíclico se fijarán a los valores comunicados por la VTU-O en O-PRM-LD.

La PSD en transmisión de las subportadoras MEDLEYds en O-P-TRAINING 3 será la misma que para O-P-TRAINING 2.

12.4.3.2.2 R-P-TRAINING 3

La señal R-P-TRAINING 3 se utiliza para enviar el mensaje SOC R-MSG-LD. Durante la transmisión de R-P-TRAINING 3, el SOC está en su estado activo.

La duración de R-P-TRAINING 3 es variable. La VTU-O finaliza R-P-TRAINING 3 transmitiendo R-P-SYNCHRO 7.

R-P-TRAINING 3 estará compuesta por todas las subportadoras del conjunto MEDLEYus. Estas subportadoras se modularán mediante 4-QAM. Estas subportadores transportarán un bit de información por símbolo DMT, en el que cada bit se envía 5 veces en 5 símbolos DMT consecutivos. Para un valor 1 del bit de información, se hará corresponder el valor 11 con todas las subportadoras permitidas que utilicen 4-QAM. Para un valor 0 del bit de información, se hará corresponder el valor 00 con todas las subportadoras permitidas que utilicen 4-QAM.

Los puntos de constelación en todas las subportadoras se rotarán basándose en el número de 2 bits proporcionado por el aleatorizador de cuadrante descrito en 12.3.6.2. El aleatorizador se utilizará en el modo reinicialización (véase 12.3.6.2.1).

La longitud de símbolo será de $2N_{us}+L_{CE}$ muestras. Se debe aplicar la función de ventana al transmisor y la longitud total de la ventana será igual a β_{us} (véase 10.4.4). Los valores de $2N_{us}$, β_{us} y la longitud del prefijo cíclico se fijarán a los valores comunicados por la VTU-R en R-PRM-LD. El valor de L_{CE} lo comunicará la VTU-O en O-PRM-LD.

La PSD en transmisión de las subportadoras MEDLEYus en R-P-TRAINING 3 será la misma que para R-P-TRAINING 2.

12.5 Arranque rápido

Queda en estudio.

13 Reconfiguración en línea (OLR)

La reconfiguración en línea permite cambios a la PMD sin interrumpir el servicio y sin errores. Los procedimientos definidos para la reconfiguración en línea de la función PMD proporcionan medios para adaptarse a condiciones del canal con variaciones lentas. Estos aportan transparencia a la PMS-TC, la TPS-TC y a capas superiores proporcionando medios para modificar los parámetros de configuración sin introducir errores de transporte, cambios de latencia ni interrupciones del servicio.

13.1 Tipos de reconfiguración en línea

Los tipos de OLR incluyen el intercambio de bits, el reparto dinámico de velocidades (DRR, *dynamic rate repartitioning*) y la adaptación de velocidad sin discontinuidades (SRA, *seamless rate adaptation*).

El intercambio de bits reasigna bits y potencia (es decir, margen) entre las subportadoras permitidas sin modificar las características de la capa superior de la capa física. El intercambio de bits

reconfigura los parámetros de bits y de ganancias (b_i , g_i) sin cambiar ningún otro parámetro de PMD o de control de PMS-TC. Tras una reconfiguración del intercambio de bits, la velocidad de datos total (ΣL_p) $\times f_s$ no sufre cambios y la velocidad de datos total en cada trayecto de latencia ($L_p \times f_s$) tampoco.

El reparto dinámico de velocidades (DRR) queda en estudio.

La adaptación de velocidad sin discontinuidades (SRA) queda en estudio.

En esta versión de la Recomendación, sólo se define el intercambio de bits. Debido a que el intercambio de bits se utiliza de forma autónoma para mantener las condiciones de funcionamiento del módem durante condiciones de entorno cambiantes, el intercambio de bits es una capacidad obligatoria. El procedimiento para el intercambio de bits se define en 11.2.3.3 (instrucciones de OLR) y se implementará utilizando mensajes OLR de tipo 1 como se muestra en los cuadros 11-5 y en el cuadro 11-6.

13.2 Parámetros de control

La reconfiguración en línea PMD se logra mediante un cambio coordinado de los valores de bits y de ganancias en dos o más subportadoras. Los parámetros de bits y de ganancias descritos en el cuadro 13-1 se pueden modificar mediante la reconfiguración en línea dentro de los límites indicados.

Cuadro 13-1/G.993.2 – Parámetros de control reconfigurables de la función PMD

Parámetro	Definición
b_i	El número de bits por subportadora puede aumentar o disminuir en la gama [0 ... 15]. Los cambios de los valores b_i se realizarán sin modificar el valor L (es decir, intercambio de bits).
g_i	Los ajustes de ganancia de las subportadoras pueden aumentar o disminuir la ganancia en la gama [-14,5 ... +2,5].

La tabla de bits y de ganancias actualizada debe cumplir los requisitos de la tabla de bits y de ganancias enumerados en 10.3.1 y 10.3.4.

13.3 Temporización de los cambios en la configuración de subportadoras

Tanto en el sentido ascendente como en el descendente la reconfiguración de las funciones PMD empezará al principio del décimo símbolo que sigue al transporte de Syncflag. Como se define en 10.2, el símbolo de sincronismo se transmite después de 256 símbolos de datos. La reconfiguración de la función PMD entrará en vigor con el símbolo 9 del cómputo de símbolos en la siguiente supertrama DMT, en la que el primer símbolo en cada supertrama DMT es el símbolo 0 del cómputo de símbolos.

13.4 Procedimiento iniciado por el receptor

Un receptor de VTU puede iniciar una reconfiguración. Al hacerlo, calcula el cambio necesario en la tabla de bits y de ganancias y solicita este cambio en la función PMD en transmisión de la VTU en el otro extremo de la línea. Después de recibir un acuse de recibo positivo, como se especifica en 11.2.3.3, la VTU modificará la tabla de bits y de ganancias en su propia función PMD en recepción en el instante especificado en 13.3. Una petición de intercambio de bits sólo cambiará la tabla de bits y de ganancias. No debe modificar el valor L . Las reconfiguraciones del intercambio de bits implican cambios sólo de los parámetros de configuración de la subcapa PMD. No modifican los parámetros de configuración de las subcapas TPS-TC y PMS-TC.

La función PMD en transmisión soportará los intercambios de bits solicitados por la función PMD en recepción.

14 Requisitos eléctricos

14.1 Modelo de impedancia de terminación

El modelo de impedancia de terminación queda en estudio.

NOTA – El modelo de impedancia de referencia se utilizará únicamente para pruebas del separador y no impondrá requisitos sobre los valores de impedancia de entrada que se han de implementar en el tranceptor.

14.2 Separadores de servicio

Queda en estudio.

Anexo A

Región A (América del Norte)

A.1 Plan de bandas

El plan de bandas para América del Norte se muestra en la figura A.1. La banda US0, si está presente, tiene una frecuencia inferior, f_{0L} , que puede variar entre 4 kHz (sin POTS) y 25 kHz (con POTS), y una frecuencia superior, f_{0H} , que puede variar entre 138 y 276 kHz.



Figura A.1/G.993.2 – Plan de bandas para América del Norte

A.2 Especificaciones de la PSD

Las frecuencias de los puntos críticos y los valores de PSD en los cuadros A.1 a A.6 son exactos. Las pendientes indicadas en las correspondientes figuras A.2 a A.4 son aproximadas.

NOTA 1 – La especificación fuera de banda por encima de 1 MHz se rige por la especificación de la banda suprimida del cuadro 7-2.

NOTA 2 – Se espera que los organismos regionales definan los métodos para verificar el cumplimiento de la máscara de PSD límite en transmisión.

A.2.1 Especificación de la PSD en la VTU-R

La máscara de PSD límite entre los puntos críticos se determina utilizando las reglas de interpolación siguientes:

- Para frecuencias inferiores a (3750-175) kHz, los puntos críticos en los cuadros A.1 a A.6 se conectarán linealmente en un diagrama con $\log_{10}(f)$ en el eje de abscisas y con la máscara de PSD límite en dBm/Hz en el eje de ordenadas.
- Para frecuencias superiores a (3750-175) kHz, los puntos críticos en los cuadros A.1 a A.6 se conectarán linealmente en un diagrama con f en el eje de abscisas y con la máscara de PSD límite en dBm/Hz en el eje de ordenadas.

A.2.1.1 Operación de la VTU-R en POTS

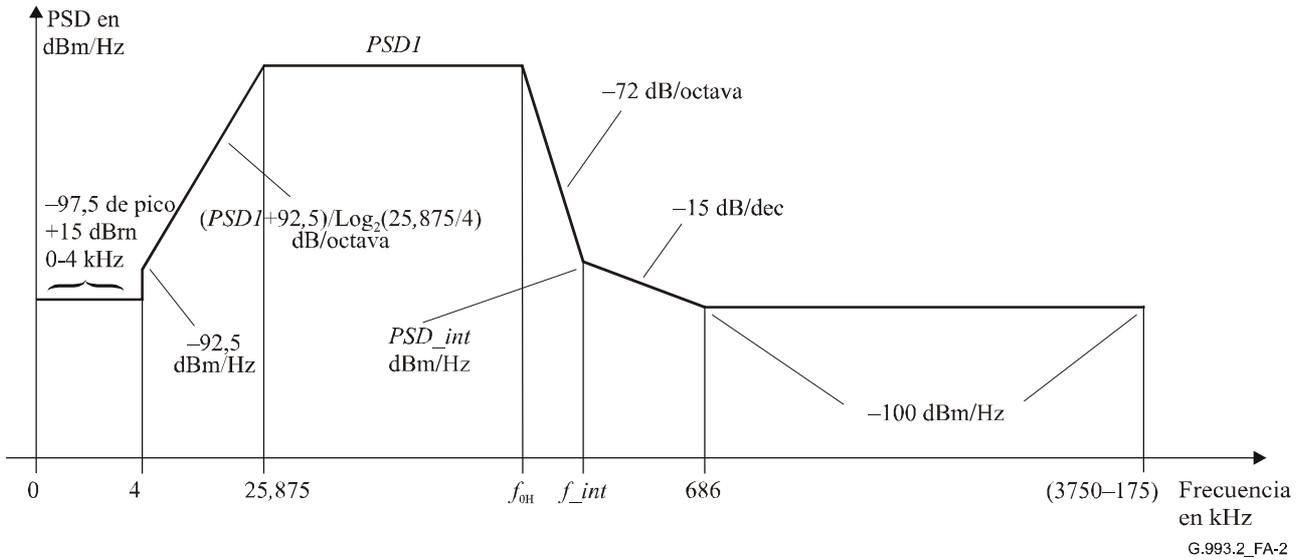


Figura A.2/G.993.2 – Máscara de PSD del transmisor US0 de la VTU-R para la operación en el POTS

Cuadro A.1/G.993.2 – Máscara de PSD del transmisor de la VTU-R para la operación en el POTS

Frecuencia (kHz)	Nivel de la máscara de PSD límite (dBm/Hz)
0	-97,5
4	-97,5
4	-92,5
25,875	<i>PSDI</i>
f_{0H}	<i>PSDI</i>
f_{int}	<i>PSD_{int}</i>
686	-100
1104	-100
3750 – 175	-100
3750	-80
3750	-53 + 3,5
5200	-53 + 3,5
5200	-80
5200 + 175	-100
8500 – 175	-100
8500	-80
8500	-54 + 3,5
12000	-54 + 3,5
12000	-80
12000 + 175	-100
30000	-100

Cuadro A.2/G.993.2 – PSD1, PSD_int y las frecuencias f_{0H} y f_{int}

Número de máscara en sentido ascendente	Designador	PSD1 (dBm/Hz)	Frecuencia f_{0H} (kHz)	Frecuencia de interceptación f_{int} (kHz)	Nivel de PSD de interceptación PSD_{int} (dBm/Hz)
1	EU-32	-34,5	138,00	242,92	-93,2
2	EU-36	-35,0	155,25	274,00	-94,0
3	EU-40	-35,5	172,50	305,16	-94,7
4	EU-44	-35,9	189,75	336,40	-95,4
5	EU-48	-36,3	207,00	367,69	-95,9
6	EU-52	-36,6	224,25	399,04	-96,5
7	EU-56	-36,9	241,50	430,45	-97,0
8	EU-60	-37,2	258,75	461,90	-97,4
9	EU-64	-37,5	276,00	493,41	-97,9

A.2.1.2 Operación en el modo totalmente digital de la VTU-R

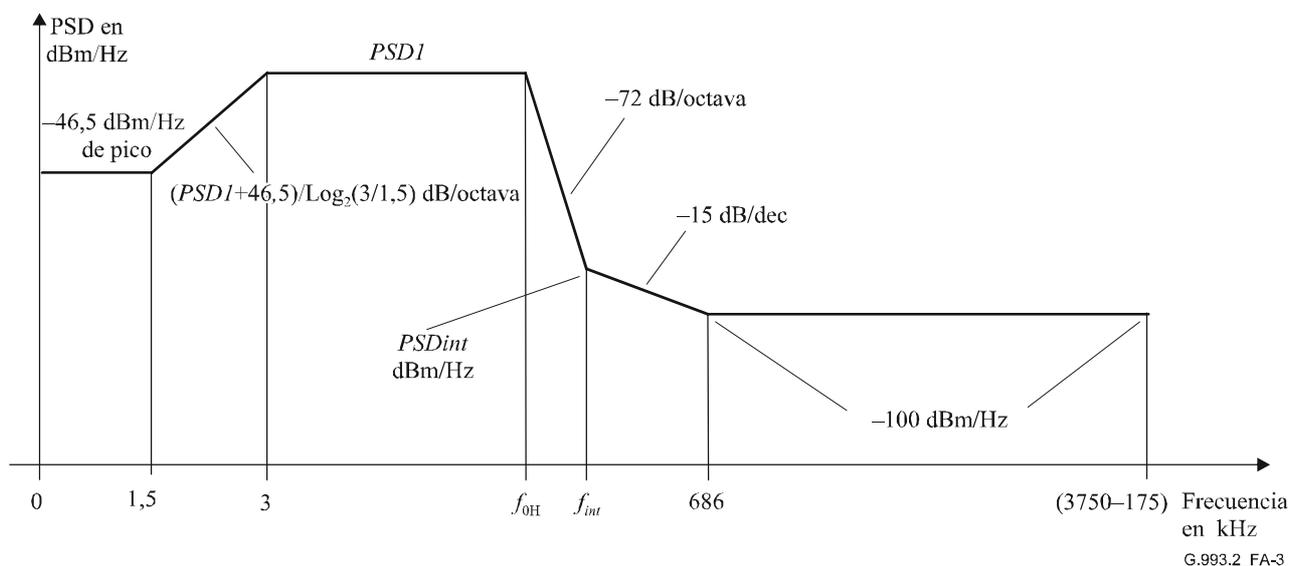


Figura A.3/G.993.2 – Máscara de PSD del transmisor US0 de la VTU-R para la operación en el modo totalmente digital

**Cuadro A.3/G.993.2 – Máscara de PSD del transmisor de la VTU-R
para la operación en el modo totalmente digital**

Frecuencia (kHz)	<i>PSD1</i> (dBm/Hz)
0	-46,5
1,5	-46,5
3	<i>PSD1</i>
f_{0H}	<i>PSD1</i>
f_{int}	<i>PSDint</i>
686	-100
1104	-100
3750 – 175	-100
3750	-80
3750	-53 + 3,5
5200	-53 + 3,5
5200	-80
5200 + 175	-100
8500 – 175	-100
8500	-80
8500	-54 + 3,5
12000	-54 + 3,5
12000	-80
12000 + 175	-100
30000	-100

Cuadro A.4/G.993.2 – *PSD1*, *PSD_int* y las frecuencias f_{0H} y f_{int}

Número de máscara en sentido ascendente	Designador	<i>PSD1</i> (dBm/Hz)	Frecuencia f_{0H} (kHz)	Frecuencia de interceptación f_{int} (kHz)	Nivel de PSD de interceptación <i>PSDint</i> (dBm/Hz)
1	ADLU-32	-34,5	138,00	242,92	-93,2
2	ADLU-36	-35,0	155,25	274,00	-94,0
3	ADLU-40	-35,5	172,50	305,16	-94,7
4	ADLU-44	-35,9	189,75	336,40	-95,4
5	ADLU-48	-36,3	207,00	367,69	-95,9
6	ADLU-52	-36,6	224,25	399,04	-96,5
7	ADLU-56	-36,9	241,50	430,45	-97,0
8	ADLU-60	-37,2	258,75	461,90	-97,4
9	ADLU-64	-37,5	276,00	493,41	-97,9

A.2.2 Especificación de PSD en la VTU-O

La máscara de PSD límite entre los puntos críticos se determina utilizando las reglas de interpolación siguientes:

- Para frecuencias inferiores a f_1 , los puntos críticos en los cuadros A.1 a A.6 se conectarán linealmente en un diagrama con $\log_{10}(f)$ en el eje de abscisas y con la máscara de PSD límite en dBm/Hz en el eje de ordenadas.
- Para frecuencias superiores a f_1 , los puntos críticos en los cuadros A.1 a A.6 se conectarán linealmente en un diagrama con f en el eje de abscisas y con la máscara de PSD límite en dBm/Hz en el eje de ordenadas.

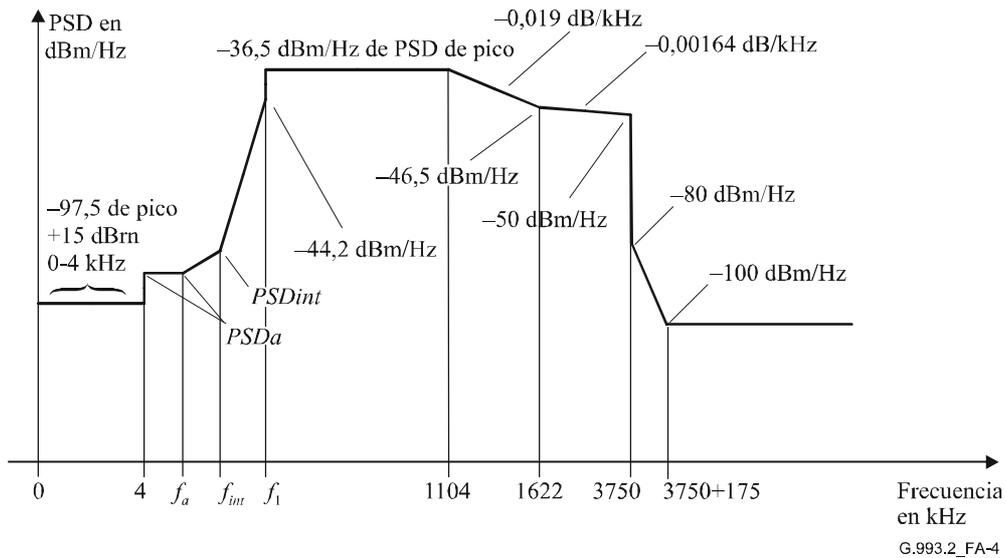


Figura A.4/G.993.2 – Máscara de PSD del transmisor DS1 de la VTU-O

Cuadro A.5/G.993.2 – Máscara de PSD del transmisor de la VTU-O

Frecuencia (kHz)	Nivel de la máscara de PSD límite (dBm/Hz)
0	-97,5
4	-97,5
4	<i>PSDa</i>
f_a	<i>PSDa</i>
f_{int}	<i>PSDint</i>
f_1	-44,2
f_1	-36,5
1104	- 36,5
1622	-50 + 3,5
3750	-53,5 + 3,5
3750	-80
3750 + 175	-100
5200 – 175	-100
5200	-80
5200	-55 + 3,5
8500	-55 + 3,5
8500	-80
8500 + 175	-100
30000	-100

Cuadro A.6/G.993.2 – *PSD_{int}*, *PSDa* y las frecuencias f_1 , f_{int} y f_a

Número de máscara en sentido descendente	Designador	f_1 (kHz)	f_{int} (kHz)	<i>PSDint</i> (dBm/Hz)	f_a (kHz)	<i>PSDa</i> (dBm/Hz)
1	D-32	138,00	80	-72,5	4	-92,5
9	D-64	276,00	227,1	-62	101,2	-90

A.2.3 PSD de referencia con UPBO

La especificación de los parámetros 'a' y 'b' queda en estudio.

Anexo B

Región B (Europa)¹

B.1 Plan de bandas

En este anexo se definen dos planes de bandas diferentes. Están basados en los planes de bandas A y B de la Rec. UIT-T G.993.1 [1], conocidos anteriormente como plan 998 y plan 997, respectivamente. Se definen en el cuadro B.1 siguiente. Para el plan de bandas 997 se definen dos variantes y cuatro para el plan 998, para incluir diferentes servicios subyacentes (POTS y RDSI) y diferentes anchuras de banda de US0.

Quedan en estudio los planes de bandas adicionales para explotar frecuencias superiores a 12 MHz.

Cuadro B.1/G.993.2 – Planes de bandas

Plan de bandas	Frecuencias en los extremos de la banda (como se define en el plan de bandas genérico de la figura 7-1)						
	f_{0L} kHz	f_{0H} kHz	f_1 kHz	f_2 kHz	f_3 kHz	f_4 kHz	f_5 kHz
997	25	138	138	3000	5100	7050	12000
	25	276	276				
998	25	138	138	3750	5200	8500	12000
	25	276	276				
	120	276	276				
	N/A	N/A	138				

NOTA 1 – En ETSI TC-TM6 se está estudiando la flexibilidad en la anchura de banda utilizada para US0.
NOTA 2 – N/A en las columnas f_{0L} y f_{0H} designa una variante del plan de bandas que no utiliza US0.

B.2 Opciones de la máscara de PSD límite

Las opciones de la máscara de PSD límite definidas en este anexo se muestran en los cuadros B.2 y B.3 para los planes de bandas 997 y 998, respectivamente.

¹ Este anexo no considera todos los requisitos europeos y se esperan enmiendas al mismo.

Cuadro B.2/G.993.2 – Opciones europeas para la máscara de PSD límite del plan de bandas 997

Nombre abreviado	Plan de bandas (Nombre completo)	Frecuencia	
		Tipo de US0 A/B/M (véase nota)	Frecuencia más elevada utilizada en el sentido ascendente o descendente (kHz)
B7-1	997-M1c-A-7	A	7050
B7-2	997-M1x-M-8	M	8832
B7-3	997-M1x-M	M	12000
B7-4	997-M2x-M-8	M	8832
B7-5	997-M2x-A	A	12000
B7-6	997-M2x-M	M	12000

NOTA – Los tipos de US0 son para:

- US0 tipo A corresponde al anexo A/G.992.5.
- US0 tipo B corresponde al anexo B/G.992.5.
- US0 tipo M corresponde al anexo M/G.992.3/G.992.5.
- US0 tipo N/A designa una variante del plan de bandas que no utiliza US0.

Cuadro B.3/G.993.2 – Opciones europeas para la máscara de PSD límite del plan de bandas 998

Nombre abreviado	Plan de bandas (Nombre completo)	Frecuencia	
		Tipo de US0 A/B/M (véase nota)	Frecuencia más elevada utilizada en el sentido ascendente o descendente (kHz)
B8-1	998-M1x-A	A	12000
B8-2	998-M1x-B	B	12000
B8-3	998-M1x-NUS0	N/A	12000
B8-4	998-M2x-A	A	12000
B8-5	998-M2x-M	M	12000
B8-6	998-M2x-B	B	12000

NOTA – Los tipos de US0 son para:

- Uso tipo A corresponde al anexo A/G.992.5.
- US0 tipo B corresponde al anexo B/G.992.5.
- US0 tipo M corresponde al anexo M/G.992.3/G.992.5.
- US0 tipo N/A designa una variante del plan de bandas que no utiliza US0.

B.2.1 Requisitos generales dentro de la banda por debajo de 4 kHz

Queda en estudio un límite de medición ponderado sofométrico para la PSD en la banda de 0 a 4 kHz, lo que requiere medir la potencia en la banda con ponderación sofométrica como se define en el anexo A/O.41.

B.2.2 Máscaras de PSD límite en sentido ascendente para el plan de bandas 997

Cuadro B.4/G.993.2 – Máscaras de PSD límite en sentido ascendente para el plan de bandas 997

Nombre	B7-1	B7-2	B7-3	B7-4	B7-5	B7-6
Nombre completo	997-M1c-A-7	997-M1x-M-8	997-M1x-M	997-M2x-M-8	997-M2x-A	997-M2x-M
kHz	dBm/Hz	dBm/Hz	dBm/Hz	dBm/Hz	dBm/Hz	dBm/Hz
0	-97,5	-97,5	-97,5	-97,5	-97,5	-97,5
4	-97,5	-97,5	-97,5	-97,5	-97,5	-97,5
4	-92,5	-92,5	-92,5	-92,5	-92,5	-92,5
25,875	-34,5	-37,5	-37,5	-37,5	-34,5	-37,5
50	-34,5	-37,5	-37,5	-37,5	-34,5	-37,5
80	-34,5	-37,5	-37,5	-37,5	-34,5	-37,5
120	-34,5	-37,5	-37,5	-37,5	-34,5	-37,5
138	-34,5	-37,5	-37,5	-37,5	-34,5	-37,5
225	Interp	-37,5	-37,5	-37,5	Interp	-37,5
243	-93,2	-37,5	-37,5	-37,5	-93,2	-37,5
276	Interp	-37,5	-37,5	-37,5	Interp	-37,5
493,41	Interp	-97,9	-97,9	-97,9	Interp	-97,9
686	-100	-100	-100	-100	-100	-100
783	-100	-100	-100	-100	-100	-100
2825	-100	-100	-100	-100	-100	-100
3000	-80	-80	-80	-80	-80	-80
3000	-56,5	-56,5	-56,5	-50,3	-50,3	-50,3
3575	-56,5	-56,5	-56,5	Interp	Interp	Interp
3750	-56,5	-56,5	-56,5	Interp	Interp	Interp
3750	-56,5	-56,5	-56,5	Interp	Interp	Interp
5100	-56,5	-56,5	-56,5	-52,6	-52,6	-52,6
5100	-80	-80	-80	-80	-80	-80
5275	-100	-100	-100	-100	-100	-100
5375	-100	-100	-100	-100	-100	-100
6875	-100	-100	-100	-100	-100	-100
7050	-100	-80	-80	-80	-80	-80
7050	-100	-56,5	-56,5	-54	-54	-54
8325	-100	-56,5	-56,5	Interp	Interp	Interp
8500	-100	-56,5	-56,5	Interp	Interp	Interp
8500	-100	-56,5	-56,5	Interp	Interp	Interp
10000	-100	-56,5	-56,5	-55,5	-55,5	-55,5
12000	-100	-56,5	-56,5	-56,5	-56,5	-56,5

Cuadro B.4/G.993.2 – Máscaras de PSD límite en sentido ascendente para el plan de bandas 997

Nombre	B7-1	B7-2	B7-3	B7-4	B7-5	B7-6
Nombre completo	997-M1c-A-7	997-M1x-M-8	997-M1x-M	997-M2x-M-8	997-M2x-A	997-M2x-M
kHz	dBm/Hz	dBm/Hz	dBm/Hz	dBm/Hz	dBm/Hz	dBm/Hz
12000	-100	-80	-80	-80	-80	-80
12175	-100	-100	-100	-100	-100	-100
14350	-100	-100	-100	-100	-100	-100
14351	-100	-100	-100	-100	-100	-100
14526	-100	-100	-100	-100	-100	-100
30000	-100	-100	-100	-100	-100	-100

NOTA 1 – Los valores de PSD entre puntos críticos, incluidos los valores marcados con "Interp", se obtendrán mediante interpolación entre los puntos críticos adyacentes de la forma siguiente:

- por debajo de $(f_2 - 175)$ kHz: en $\text{dB}/\log_{10}(f)$; y
- por encima de $(f_2 - 175)$ kHz: en dB/f y f_2 está definida en el cuadro B.1.

NOTA 2 – En las máscaras de PSD límite B7-2 y B7-4, la PSD por encima de 8832 kHz debería considerarse preliminar. Queda en estudio la reducción de la máscara en la banda de 8832 kHz a 12 000 kHz. Se debería especificar la caída mínima del filtro antialias para limitar una FEXT innecesaria para soluciones de toda la anchura de banda que compartan el mismo cable, para proteger la banda de radioaficionados (10,10 MHz a 10,15 MHz) y para proporcionar flexibilidad para la futura evolución del plan de bandas.

B.2.3 Máscaras de PSD límite en sentido descendente para el plan de bandas 997

Cuadro B.5/G.993.2 – Máscaras de PSD límite en sentido descendente para el plan de bandas 997

Nombre	B7-1	B7-2	B7-3	B7-4	B7-5	B7-6
Nombre completo	997-M1c-A-7	997-M1x-M-8	997-M1x-M	997-M2x-M-8	997-M2x-A	997-M2x-M
kHz	dBm/Hz	dBm/Hz	dBm/Hz	dBm/Hz	dBm/Hz	dBm/Hz
0	-97,5	-97,5	-97,5	-97,5	-97,5	-97,5
4	-97,5	-97,5	-97,5	-97,5	-97,5	-97,5
4	-92,5	-92,5	-92,5	-92,5	-92,5	-92,5
80	-72,5	-92,5	-92,5	-92,5	-72,5	-92,5
101,2	Interp	-92,5	-92,5	-92,5	Interp	-92,5
138	-49,5	Interp	Interp	Interp	-44,2	Interp
138	-49,5	Interp	Interp	Interp	-36,5	Interp
227,11	-49,5	-62	-62	-62	-36,5	-62
276	-49,5	-48,5	-48,5	-48,5	-36,5	-48,5

Cuadro B.5/G.993.2 – Máscaras de PSD límite en sentido descendente para el plan de bandas 997

Nombre	B7-1	B7-2	B7-3	B7-4	B7-5	B7-6
Nombre completo	997-M1c-A-7	997-M1x-M-8	997-M1x-M	997-M2x-M-8	997-M2x-A	997-M2x-M
kHz	dBm/Hz	dBm/Hz	dBm/Hz	dBm/Hz	dBm/Hz	dBm/Hz
276	-49,5	-36,5	-36,5	-36,5	-36,5	-36,5
1104	-49,5	-36,5	-36,5	-36,5	-36,5	-36,5
1622	-49,5	-46,5	-46,5	-46,5	-46,5	-46,5
2208	-49,5	-48	-48	interp	interp	interp
2236	-49,5	Interp	Interp	interp	interp	interp
2249	-49,5	-49,5	-49,5	Interp	Interp	Interp
2500	-56,5	-56,5	-56,5	Interp	Interp	Interp
3000	-56,5	-56,5	-56,5	-49,6	-49,6	-49,6
3000	-80	-80	-80	-80	-80	-80
3175	-100	-100	-100	-100	-100	-100
3750	-100	-100	-100	-100	-100	-100
3750	-100	-100	-100	-100	-100	-100
3925	-100	-100	-100	-100	-100	-100
4925	-100	-100	-100	-100	-100	-100
5100	-80	-80	-80	-80	-80	-80
5100	-56,5	-56,5	-56,5	-52,6	-52,6	-52,6
5200	-56,5	-56,5	-56,5	Interp	Interp	Interp
5200	-56,5	-56,5	-56,5	Interp	Interp	Interp
7050	-56,5	-56,5	-56,5	-54	-54	-54
7050	-80	-80	-80	-80	-80	-80
7225	-100	-100	-100	-100	-100	-100
8500	-100	-100	-100	-100	-100	-100
8500	-100	-100	-100	-100	-100	-100
8675	-100	-100	-100	-100	-100	-100
30000	-100	-100	-100	-100	-100	-100

NOTA 1 – Los valores de PSD entre puntos críticos, incluidos los valores marcados con "Interp", se obtendrán mediante interpolación entre los puntos críticos adyacentes de la forma siguiente:

- por debajo de f_1 en dB/ $\log_{10}(f)$; y
- por encima de f_1 en dB/ f y f_1 está definida en el cuadro B.1.

NOTA 2 – En las máscaras de PSD límite B7-2 y B7-4, la PSD por encima de 8832 kHz debería considerarse preliminar. Queda en estudio la reducción de la máscara en la banda de 8832 kHz a 12 000 kHz. Se debería especificar la caída mínima del filtro antialias para limitar la FEXT innecesaria para soluciones de toda la anchura de banda que compartan el mismo cable, para proteger la banda de radioaficionados de 10,05 MHz y para proporcionar flexibilidad para la futura evolución del plan de bandas.

B.2.4 Máscaras de PSD límite en sentido ascendente para el plan de bandas 998

Cuadro B.6/G.993.2 – Máscaras de PSD límite en sentido ascendente para el plan de bandas 998

Nombre	B8-1	B8-2	B8-3	B8-4	B8-5	B8-6	B8-7
Nombre completo	998-M1x-A	998-M1x-B	998-M1x-NUS0	998-M2x-A	998-M2x-M	998-M2x-B	998-M2x-NUS0
kHz	dBm/Hz	dBm/Hz	dBm/Hz	dBm/Hz	dBm/Hz	dBm/Hz	dBm/Hz
0	-97,5	-97,5	-100	-97,5	-97,5	-97,5	-100
4	-97,5	-97,5	-100	-97,5	-97,5	-97,5	-100
4	-92,5	-92,5	-100	-92,5	-92,5	-92,5	-100
25,875	-34,5	Interp	-100	-34,5	-37,5	-92,5	-100
50	-34,5	-90	-100	-34,5	-37,5	-90	-100
80	-34,5	-81,8	-100	-34,5	-37,5	-81,8	-100
120	-34,5	-34,5	-100	-34,5	-37,5	-34,5	-100
138	-34,5	-34,5	-100	-34,5	-37,5	-34,5	-100
225	Interp	-34,5	-100	Interp	-37,5	-34,5	-100
243	-93,2	-34,5	-100	-93,2	-37,5	-34,5	-100
276	Interp	-34,5	-100	Interp	-37,5	-34,5	-100
307	Interp	Interp	-100	Interp	Interp	Interp	-100
493,41	Interp	Interp	-100	Interp	-97,9	Interp	-100
508.8	Interp	-98	-100	Interp	Interp	-98	-100
686	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100
783	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100
2825	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100
3000	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100
3000	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100
3575	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100
3750	-80	-80	-80	-80	-80	-80	-80
3750	-56,5	-56,5	-56,5	-51,2	-51,2	-51,2	-51,2
5100	-56,5	-56,5	-56,5	Interp	Interp	Interp	Interp
5100	-56,5	-56,5	-56,5	Interp	Interp	Interp	Interp
5200	-56,5	-56,5	-56,5	-52,7	-52,7	-52,7	-52,7
5200	-80	-80	-80	-80	-80	-80	-80
5275	Interp	Interp	Interp	Interp	Interp	Interp	Interp
5375	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100
6875	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100
7050	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100
7050	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100
8325	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100

Cuadro B.6/G.993.2 – Máscaras de PSD límite en sentido ascendente para el plan de bandas 998

Nombre	B8-1	B8-2	B8-3	B8-4	B8-5	B8-6	B8-7
Nombre completo	998-M1x-A	998-M1x-B	998-M1x-NUS0	998-M2x-A	998-M2x-M	998-M2x-B	998-M2x-NUS0
kHz	dBm/Hz	dBm/Hz	dBm/Hz	dBm/Hz	dBm/Hz	dBm/Hz	dBm/Hz
8500	-80	-80	-80	-80	-80	-80	-80
8500	-56,5	-56,5	-56,5	-54,8	-54,8	-54,8	-54,8
10000	-56,5	-56,5	-56,5	-55,5	-55,5	-55,5	-55,5
12000	-56,5	-56,5	-56,5	-56,5	-56,5	-56,5	-56,5
12000	-80	-80	-80	-80	-80	-80	-80
12175	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100
14350	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100
14351	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100
14526	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100
30000	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100

NOTA – Los valores de PSD entre puntos críticos, incluidos los valores marcados con "Interp", se obtendrán mediante interpolación entre puntos críticos adyacentes de la forma siguiente:

- por debajo de $(f_2 - 175)$ kHz: en $\text{dB}/\log_{10}(f)$; y
- por encima de $(f_2 - 175)$ kHz: en dB/f y f_2 está definida en el cuadro B.1.

B.2.5 Máscaras de PSD límite en sentido descendente para el plan de bandas 998

Cuadro B.7/G.993.2 – Máscaras de PSD límite en sentido descendente para el plan de bandas 998

Nombre	B8-1	B8-2	B8-3	B8-4	B8-5	B8-6	B8-7
Nombre completo	998-M1x-A	998-M1x-B	998-M1x-NUS0	998-M2x-A	998-M2x-M	998-M2x-B	998-M2x-NUS0
kHz	dBm/Hz	dBm/Hz	dBm/Hz	dBm/Hz	dBm/Hz	dBm/Hz	dBm/Hz
0	-97,5	-97,5	-97,5	-97,5	-97,5	-97,5	-97,5
4	-97,5	-97,5	-97,5	-97,5	-97,5	-97,5	-97,5
4	-92,5	-92,5	-92,5	-92,5	-92,5	-92,5	-92,5
80	-72,5	-92,5	-72,5	-72,5	-92,5	-92,5	-72,5
101,2	Interp	-92,5	Interp	Interp	-92,5	-92,5	Interp
138	-44,2	Interp	-44,2	-44,2	Interp	Interp	-44,2
138	-36,5	Interp	-36,5	-36,5	Interp	Interp	-36,5
227,11	-36,5	-62	-36,5	-36,5	-62	-62	-36,5
276	-36,5	-48,5	-36,5	-36,5	-48,5	-48,5	-36,5
276	-36,5	-36,5	-36,5	-36,5	-36,5	-36,5	-36,5

Cuadro B.7/G.993.2 – Máscaras de PSD límite en sentido descendente para el plan de bandas 998

Nombre	B8-1	B8-2	B8-3	B8-4	B8-5	B8-6	B8-7
Nombre completo	998-M1x-A	998-M1x-B	998-M1x-NUS0	998-M2x-A	998-M2x-M	998-M2x-B	998-M2x-NUS0
kHz	dBm/Hz	dBm/Hz	dBm/Hz	dBm/Hz	dBm/Hz	dBm/Hz	dBm/Hz
1104	-36,5	-36,5	-36,5	-36,5	-36,5	-36,5	-36,5
1622	-46,5	-46,5	-46,5	-46,5	-46,5	-46,5	-46,5
2208	-48	-48	-48	-48	-48	-48	-48
2236	Interp	Interp	Interp	Interp	Interp	Interp	Interp
2249	-49,5	-49,5	-49,5	Interp	Interp	Interp	Interp
2500	-56,5	-56,5	-56,5	Interp	Interp	Interp	Interp
3000	-56,5	-56,5	-56,5	Interp	Interp	Interp	Interp
3000	-56,5	-56,5	-56,5	Interp	Interp	Interp	Interp
3175	-56,5	-56,5	-56,5	Interp	Interp	Interp	Interp
3750	-56,5	-56,5	-56,5	-51,2	-51,2	-51,2	-51,2
3750	-80	-80	-80	-80	-80	-80	-80
3925	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100
4925	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100
5025	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100
5100	Interp	Interp	Interp	Interp	Interp	Interp	Interp
5100	Interp	Interp	Interp	Interp	Interp	Interp	Interp
5200	-80	-80	-80	-80	-80	-80	-80
5200	-56,5	-56,5	-56,5	-52,7	-52,7	-52,7	-52,7
7050	-56,5	-56,5	-56,5	Interp	Interp	Interp	Interp
7050	-56,5	-56,5	-56,5	Interp	Interp	Interp	Interp
7225	-56,5	-56,5	-56,5	Interp	Interp	Interp	Interp
8500	-56,5	-56,5	-56,5	-54,8	-54,8	-54,8	-54,8
8500	-80	-80	-80	-80	-80	-80	-80
8675	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100
30000	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100

NOTA 1 – Los valores de PSD entre puntos críticos, incluidos los valores marcados con "Interp", se obtendrán mediante interpolación entre puntos críticos adyacentes de la forma siguiente:

- por debajo de f_i en dB/ $\log_{10}(f)$; y
- por encima de f_i en dB/ f y f_i está definida en el cuadro B.1.

NOTA 2 – En las máscaras de PSD límite B-2 y B-4, la PSD por encima de 8832 kHz debería considerarse preliminar. Queda en estudio la reducción de la máscara en la banda de 8832 kHz a 12 000 kHz. Se debería especificar la caída mínima del filtro antialias para limitar una FEXT innecesaria para soluciones de toda la anchura de banda que compartan el mismo cable, para proteger la banda de radioaficionados de 10,05 MHz y para proporcionar flexibilidad para la futura evolución del plan de bandas.

B.2.6 PSD de referencia de UPBO

La especificación de los parámetros 'a' y 'b' queda en estudio.

B.3 Opciones de la máscara de PSD en transmisión

Las opciones de la máscara de PSD en transmisión quedan en estudio.

B.4 Plantilla de PSD

B.4.1 Definición

La plantilla de PSD se fija 3,5 dB por debajo de la máscara de PSD en bandas de frecuencia en las que la PSD es igual o superior a $-96,5$ dBm/Hz. En las restantes bandas la plantilla se fija a -100 dBm/Hz por debajo de 4 MHz, a -110 dBm/Hz entre 4 MHz y 5 MHz y a -112 dBm/Hz entre 5 MHz y 30 MHz. Esto corresponde a -52 dBm en la ventana variable de 1 MHz y se especifica por coherencia con los requisitos de 7.2.2 y con la última columna del cuadro 7-2.

B.4.2 Verificación de la PSD de banda estrecha

El cumplimiento en banda estrecha con las máscaras de PSD de este anexo se verificará mediante mediciones de potencia utilizando una anchura de banda de medición de 10 kHz centrada en la frecuencia en cuestión por encima de 4 kHz y con anchuras de banda de medición de 100 Hz en frecuencias inferiores o iguales a 4 kHz.

B.4.3 Verificación de la PSD en banda ancha

La verificación de la plantilla de PSD queda en estudio.

NOTA 1 – Entre tanto, se puede utilizar el método descrito en el anexo E a la especificación técnica ETSI TS101 270-1 V1.3.1 (julio de 2003). La plantilla de PSD, como se ha indicado anteriormente, se utilizaría como "plantilla" en el método definido en esa especificación.

NOTA 2 – Los límites de PSD en banda ancha se definen para verificar la conformidad con los requisitos de PSD en la banda suprimida del cuadro 7-2 y para verificar que la PSD en la banda es coherente con la plantilla al ser lo que se espera de la PSD del transmisor, teniendo en cuenta ajustes finos de ganancia, el rizado del filtro y la variabilidad de fabricación.

B.4.4 Uso en simulaciones (para información)

La plantilla de PSD se puede utilizar en simulaciones de calidad de funcionamiento de VDSL2 que representen un transmisor medio que cumple la máscara de PSD límite asociada.

B.5 Cumplimiento

El cumplimiento requiere satisfacer las reglas de cumplimiento genéricas o específicas siguientes.

B.5.1 Cumplimiento genérico

El cumplimiento genérico requiere la conformidad con por lo menos una máscara de PSD límite.

B.5.2 Cumplimiento específico

El cumplimiento específico requiere la conformidad con por lo menos una máscara de PSD en transmisión.

Anexo C

Región C (Japón)

C.1 Plan de bandas

El plan de bandas se especificará como se muestra en la figura C.1. Se deben seleccionar, de conformidad con los perfiles definidos en el cuadro 6-1, subconjuntos adecuados de US0, DS1, US1, DS2, US2, DS3 y US3. El uso de US0 queda en estudio.

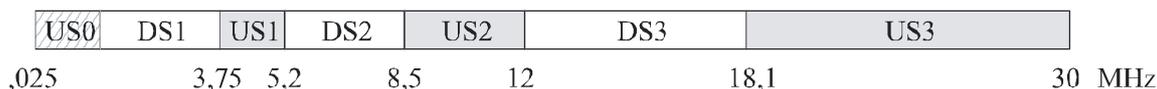


Figura C.1/G.993.2 – Plan de bandas entre 25 kHz y 30 MHz

C.2 Máscaras de PSD

C.2.1 Máscaras de PSD de la señal en transmisión

C.2.1.1 Sistema VDSL2 que funciona en frecuencias superiores a la banda del POTS

Las frecuencias superiores a 25 kHz se utilizan para VDSL2. El uso de US0 queda en estudio. Para frecuencias superiores a US0 e inferiores a 11,825 MHz, las PSD deben cumplir con F.1.2.1/G.993.1 [1]. Para frecuencias superiores a 11,825 MHz, la PSD en sentido descendente debe cumplir las máscaras de PSD definidas en el cuadro C.1 y la PSD en sentido ascendente debe cumplir las máscaras de PSD definidas en el cuadro C.2. Otras limitaciones de PSD quedan en estudio.

C.2.1.2 Sistema VDSL2 que funciona en frecuencias superiores a la banda DSL de TCM-RDSI

Para VDSL2 se utilizan las frecuencias superiores a 640 kHz. Las frecuencias por debajo de 320 kHz se utilizan para DSL de TCM-RDSI. La banda entre 320 kHz y 640 kHz es una banda de guarda. US0 no se utilizará y DS1 empezará en 640 kHz.

Las máscaras de PSD se definen en los cuadros C.1 y C.2 siguientes. Otras PSD quedan en estudio.

**Cuadro C.1/G.993.2 – Requisitos de PSD en transmisión de la VTU-O
(VDSL2 por encima de las bandas de TCM-RDSI)**

Atributo de banda	Banda de frecuencias f [MHz]	Limitación de PSD máxima (Máscara de PSD) [dBm/Hz] (Notas 1, 2 y 4)	Limitación de potencia máxima en una ventana deslizante de 1 MHz [dBm] (Notas 1, 3 y 4)
DS1	$0 < f < 0,12$	-120	
	$0,12 \leq f < 0,225$	-110	
	$0,225 \leq f < 0,465$	-100	
	$0,465 \leq f \leq 0,640$	$-60 + (40/0,175) \times (f - 0,64)$	
	$0,640 < f < 3,75$	$-60 + 3,5 (= -56,5)$	
	$3,75 \leq f \leq 3,925$	$-80 - (20/0,175) \times (f - 3,75)$	
	$3,925 < f < 5,025$	-100	-50
DS2	$5,025 \leq f \leq 5,2$	$-80 + (20/0,175) \times (f - 5,2)$	
	$5,2 < f < 8,5$	$-60 + 3,5 (= -56,5)$	
	$8,5 \leq f \leq 8,675$	$-80 - (20/0,175) \times (f - 8,5)$	
	$8,675 < f < 11,825$	-100	-52
DS3	$11,825 \leq f \leq 12$	$-80 + (20/0,175) \times (f - 12)$	
	$12 < f < 18,1$	$-60 + 3,5 (= -56,5)$	
	$18,1 \leq f \leq 18,275$	$-80 - (20/0,175) \times (f - 18,1)$	-52
	$18,275 < f < 30$	-100	
	$30 \leq f$	-110	

NOTA 1 – Todas las mediciones de PSD y de potencia son con 100 Ω .

NOTA 2 – La PSD máxima se medirá con una resolución de anchura de banda de 10 kHz.

NOTA 3 – La potencia máxima en una ventana de 1 MHz se mide con una resolución de anchura de banda de 1 MHz.

NOTA 4 – Los requisitos para la PSD en la banda suprimida cumplen 7.2.2.

NOTA 5 – La integral de la PSD no excede los 11,0 dBm en la gama de frecuencias de 30 MHz.

**Cuadro C.2/G.993.2 – Requisitos de PSD en transmisión de la VTU-R
(VDSL2 por encima de las bandas de TCM-RDSI)**

Atributo de banda	Banda de frecuencias f[MHz]	Limitación de PSD máxima (Máscara de PDS) [dBm/Hz] (Notas 1, 2 y 4)	Limitación de potencia máxima en una ventana deslizante de 1 MHz [dBm] (Notas 1, 3 y 4)
US1	$0 < f < 0,12$	-120	
	$0,12 \leq f < 0,225$	-110	
	$0,225 \leq f < 3,575$	-100	
	$3,575 \leq f \leq 3,75$	$-80 + (20/0,175) \times (f - 3,75)$	
	$3,75 < f < 5,2$	$-60 + 3,5 (= -56,5)$	
	$5,2 \leq f \leq 5,375$	$-80 - (20/0,175) \times (f - 5,2)$	
	$5,375 < f < 8,325$	-100	-52
US2	$8,325 \leq f \leq 8,5$	$-80 + (20/0,175) \times (f - 8,5)$	
	$8,5 < f < 12$	$-60 + 3,5 (= -56,5)$	
	$12 \leq f \leq 12,175$	$-80 - (20/0,175) \times (f - 12)$	
	$12,175 < f < 17,925$	-100	-52
US3	$17,925 \leq f \leq 18,1$	$-80 + (20/0,175) \times (f - 18,1)$	
	$18,1 < f < 30$	$-60 + 3,5 (= -56,5)$	
	$30 \leq f \leq 30,175$	$-80 - (30/0,175) \times (f - 30)$	
	$30,175 < f$	-110	
<p>NOTA 1 – Todas las mediciones de PSD y de potencia son con 100 Ω.</p> <p>NOTA 2 – La PSD máxima se medirá con una resolución de anchura de banda de 10 kHz.</p> <p>NOTA 3 – La potencia máxima en una ventana de 1 MHz se mide con una resolución de anchura de banda de 1 MHz.</p> <p>NOTA 4 – Los requisitos para la PSD en la banda suprimida cumplen 7.2.2.</p> <p>NOTA 5 – La integral de la PSD no excede los 12,3 dBm en la gama de frecuencias de 30 MHz.</p>			

C.2.1.3 Sistema VDSL2 con reducción de PSD en frecuencias inferiores a 2,208 MHz

Las máscaras de PSD para frecuencias inferiores a 2,208 MHz no excederán los -56,5 dBm/Hz. Las máscaras de PSD para estas frecuencias quedan en estudio. Para frecuencias entre 2,208 MHz y 11,825 MHz las PSD deben cumplir F.1.2.1/G.993.1 [1]. Para frecuencias superiores a 11,825 MHz, la PSD en sentido descendente y la PSD en sentido ascendente deben cumplir las máscaras de PSD definidas en los cuadros C.1 y C.2, respectivamente. Otras limitaciones de PSD quedan en estudio.

C.2.1.4 Máscaras de PSD con reducción de potencia (UPBO) en sentido ascendente

La VTU-R calculará la UPBO requerida y su máscara de PSD en sentido ascendente como se especifica en 7.2.1.3.2.

La PSD de referencia con UPBO, $UPBOPSD(f)$, se calcula como $-a - b \sqrt{f}$ dBm/Hz, con f expresado en MHz.

Para los valores de US1 y US2 definidos en la figura C.1, los valores de a y b se indican en el cuadro C.3. Se aplicarán estos valores cuando la máscara de PSD límite para US1 y US2 no supere los -56,5 dBm/Hz.

Cuando la máscara de PSD límite para US1 y US2 es diferente de la definida que no debe exceder los $-56,5$ dBm/Hz, los valores de a y b para UPBOPSD quedan en estudio. Para el US3 definido en la figura C.1, los valores de a y b para UPBOPSD quedan en estudio.

Cuadro C.3/G.993.2 – Parámetros de UPBOPSD

		a	b
Máscara de PSD límite $\leq -56,5$ dBm/Hz	US1	60	10,2
	US2	60	6,42
	US3	En estudio	En estudio
Otras máscaras de PSD límite	US1	En estudio	En estudio
	US2		
	US3		

C.3 Separador de servicio

Véase F.2/G.993.1 [1].

Para el funcionamiento según el anexo C los requisitos que se aplican en una banda de frecuencias de hasta 12 MHz en la Rec. UIT-T G.993.1 [1] se deben cumplir en una banda de frecuencias de hasta 30 MHz.

No obstante, las pérdidas de retorno del separador POTS en la banda entre 12 MHz y 30 MHz se medirán como se muestra en la figura C.2.

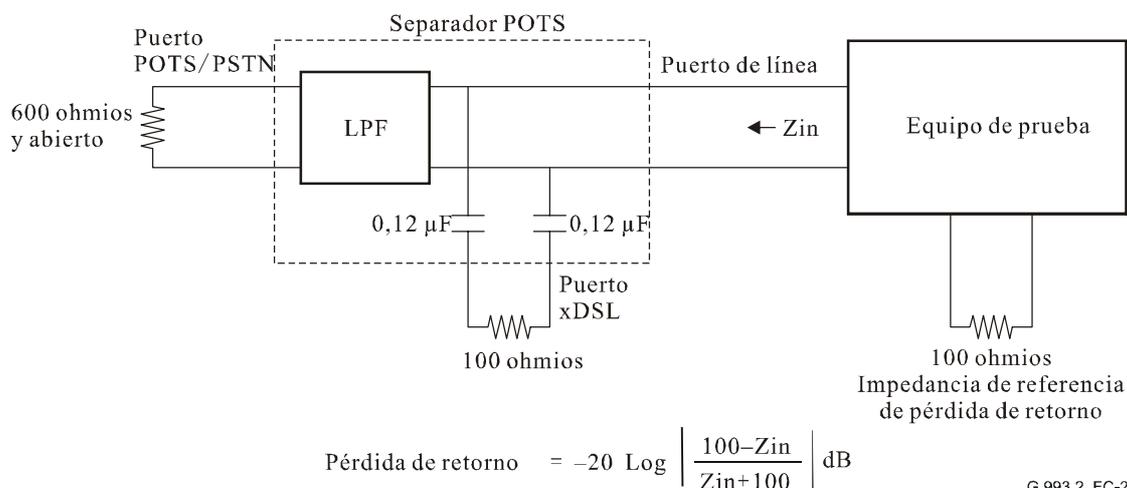


Figura C.2/G.993.2 – Medición de la impedancia en la banda entre 12 MHz y 30 MHz para los separadores CO y POTS distante

C.4 Bucles de prueba y perturbadores de diafonía

C.4.1 Bucles de prueba

C.4.1.1 Configuraciones de bucle

Para bandas de frecuencias inferiores a 12 MHz, véase F.3.1.1/G.993.1 [1]. Para VDSL2 que utilice bandas de frecuencias superiores a 12 MHz se añadirán al bucle de prueba VLOOP-J3 (véase la figura F.10/G.993.1 [1]) los valores siguientes para el parámetro Y_2 :

$$Y_2 = 1-10 \text{ m en pasos de } 1 \text{ m}$$

C.4.1.2 Constantes primarias de la línea

Véase F.3.1.2/G.993.1 [1].

Las ecuaciones de las constantes primarias de la línea se aplican hasta 30 MHz.

C.4.1.3 Función de transferencia de la línea y características del bucle de prueba

Véase F.3.1.3/G.993.1 [1].

C.4.2 Perturbadores de diafonía

C.4.2.1 Tipos de perturbadores

Véase F.3.2.1/G.993.1 [1].

Se añadirán los cinco tipos de perturbadores que se muestran a continuación y que utilizan G.992.1 (anexo I), el propio VDSL2 y PNT3 (Rec. UIT-T G.9954):

- Ruido $B_5 = 9$ NEXT y FEXT de la propia VDSL2 (véanse los cuadros C.1 y C.2 para la PSD del perturbador).
- Ruido $B_6 = 9$ NEXT y FEXT ADSL (véase la figura I.13/G.992.1 (I.4.8.1/G.992.1) en relación con la PSD del perturbador).
- Ruido $B_7 = 9$ NEXT PNT3 (máscara #1) (véase el cuadro 6-10/G.9954 (máscara #1) en 6.8.3.1/G.9954 en relación con la PSD del perturbador).
- Ruido $B_8 = 9$ NEXT PNT3 (máscara #2) (véase el cuadro 6-12/G.9954 (máscara #2) en 6.8.3.1/G.9954 en relación con la PSD del perturbador).
- Ruido $B_9 = 9$ NEXT PNT3 (máscara #3) (véase el cuadro 6-14/G.9954 (máscara #3) en 6.8.3.1/G.9954 en relación con la PSD del perturbador).

Otros perturbadores quedan en estudio.

C.4.2.2 Densidad espectral de potencia de los perturbadores

Véase F.3.2.2/G.993.1 [1].

En el anexo I/G.992.1, véase la figura I.13/G.992.1 (I.4.8.1/G.992.1). El perturbador tiene una diferencia de $-3,5$ dB con respecto a la máscara de pico definida en la figura I.13/G.992.1. Para la propia VDSL2, véanse los cuadros C.1 y C.2. En la zona dentro de la banda, el perturbador tiene una diferencia de $-3,5$ dB con respecto a la máscara de pico definida en los cuadros C.1 y C.2. Para PNT3 (Rec. UIT-T G.9954 [8]), véase el cuadro 6-10/G.9954 (máscara #1), el cuadro 6-12/G.9954 (máscara #2) y el cuadro 6-14/G.9954 (máscara #3) en 6.8.3.1/G.9954 [8].

C.4.2.3 Densidad espectral de potencia de diafonía

Véase F.3.2.3/G.993.1 [1].

Anexo D

Queda en estudio.

Anexo E

Queda en estudio.

Anexo F

Queda en estudio.

Anexo G

Queda en estudio.

Anexo H

Queda en estudio.

Anexo I

Queda en estudio.

Anexo J

Queda en estudio.

Anexo K

Descripciones funcionales de TPS-TC

Este anexo contiene las descripciones funcionales de varios tipos de TPS-TC que se pueden utilizar en los transeptores G.993.2.

K.1 Función convergencia de transmisión STM (STM-TC)

K.1.1 Ámbito

La función STM-TC proporciona procedimientos para el transporte de un tren STM-TC tanto en el sentido ascendente como en el descendente. Los límites de los octetos y la posición de los bits más significativos se mantienen explícitamente a lo largo del transporte para el tren STM-TC. El tren STM-TC se presenta de forma síncrona a través de los puntos de referencia γ_R o γ_O con respecto a las señales de sincronización en la interfaz α/β .

Está en estudio el soporte para una interfaz plesiócrona.

K.1.2 Referencias

Esta cláusula se deja intencionalmente en blanco ya que no hay referencias específicas de STM-TC.

K.1.3 Definiciones

Esta cláusula se deja intencionalmente en blanco ya que no hay definiciones específicas de STM-TC.

K.1.4 Abreviaturas

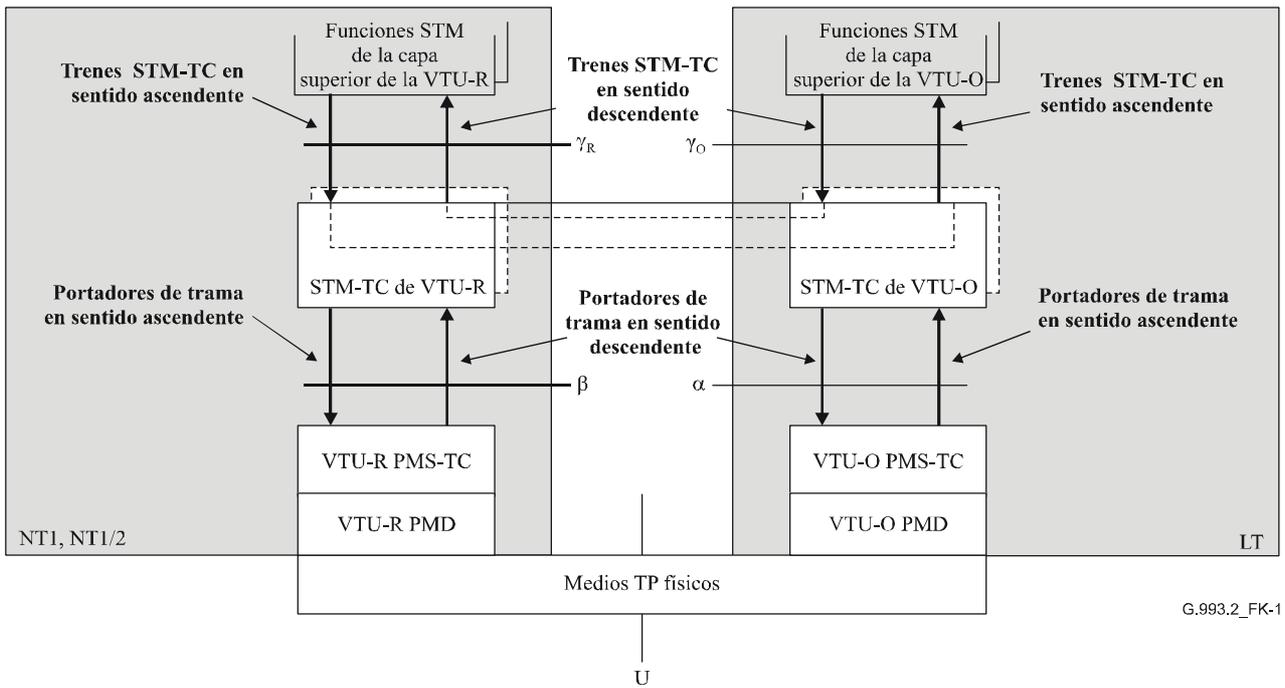
Esta cláusula se deja intencionalmente en blanco ya que no hay abreviaturas específicas de STM-TC.

K.1.5 Capacidades de transporte

La función STM-TC proporciona procedimientos para el transporte de un tren STM-TC tanto en el sentido ascendente como en el descendente. Los límites de los octetos y la posición de los bits más significativos se mantendrán explícitamente a lo largo del transporte del tren STM-TC. El tren STM-TC se presenta de forma síncrona a través de los puntos de referencia γ_R o γ_O con respecto a los relojes binarios PMD.

Después de aplicar cada procedimiento STM-TC en transmisión, se lleva a cabo el transporte del tren STM-TC a una función STM-TC en recepción en el otro extremo del enlace solapando las capas PMS-TC y PMD mediante de una serie de tramas de datos y de símbolos PMD. Las capacidades de transporte de STM-TC se configuran mediante los parámetros de control descritos en K.1.7. Los parámetros de control permiten la aplicación de las velocidades de datos y de las características adecuadas del tren STM-TC. Los valores de todos los parámetros de control se fijan durante la inicialización o reconfiguración de la VTU. La función STM-TC en recepción recupera la señal de entrada que se presentó a la función STM-TC en transmisión correspondiente y que se ha transportado mediante las funciones STM-TC, PMS-TC y PMD de un par de VTU-O y VTU-R.

La función STM-TC en transmisión acepta señales de entrada del plano de datos y del plano de control en la VTU. La función STM-TC en transmisión acepta, como elemento del plano de datos, un tren STM-TC de los puntos de referencia γ_O o γ_R . El tren está asociado con una, y solo una, función STM-TC. Estas señales de entrada se transfieren a la interfaz STM-TC como se muestra en la figura K.1. Los límites de los octetos y la posición de los bits más significativos se mantienen explícitamente a lo largo del transporte para los portadores de trama STM-TC.



G.993.2_FK-1

Figura K.1/G.993.2 – Capacidades de transporte STM-TC en el plano de usuario

Al ser un elemento del plano de gestión, no existen funciones específicas de transporte proporcionadas por la función STM-TC. No obstante, existen algunos bits indicadores específicos y definiciones de respuesta de tara para la función STM-TC como se define en este anexo.

K.1.6 Primitivas de interfaz

Cada función STM-TC de la VTU-O tiene muchas señales de interfaz como se muestra en la figura K.2. Cada señal indicada está compuesta de una o más primitivas, como se indica mediante las flechas. El tipo de primitiva asociado con cada flecha es el que se indica en la leyenda de la figura.

El diagrama está dividido mediante una línea de puntos para separar la función y las señales en el sentido descendente de las del sentido ascendente. Las señales que se muestran en la parte superior transfieren primitivas desde y hacia la función STM de capa superior. Las señales que se muestran en la parte inferior transfieren primitivas desde y hacia la función PMS-TC.

Cada función STM-TC de la VTU-R tiene señales de interfaz similares como se muestra en la figura K.3. En esta figura, las etiquetas en sentido ascendente y en sentido descendente están invertidas con respecto a la figura K.1.

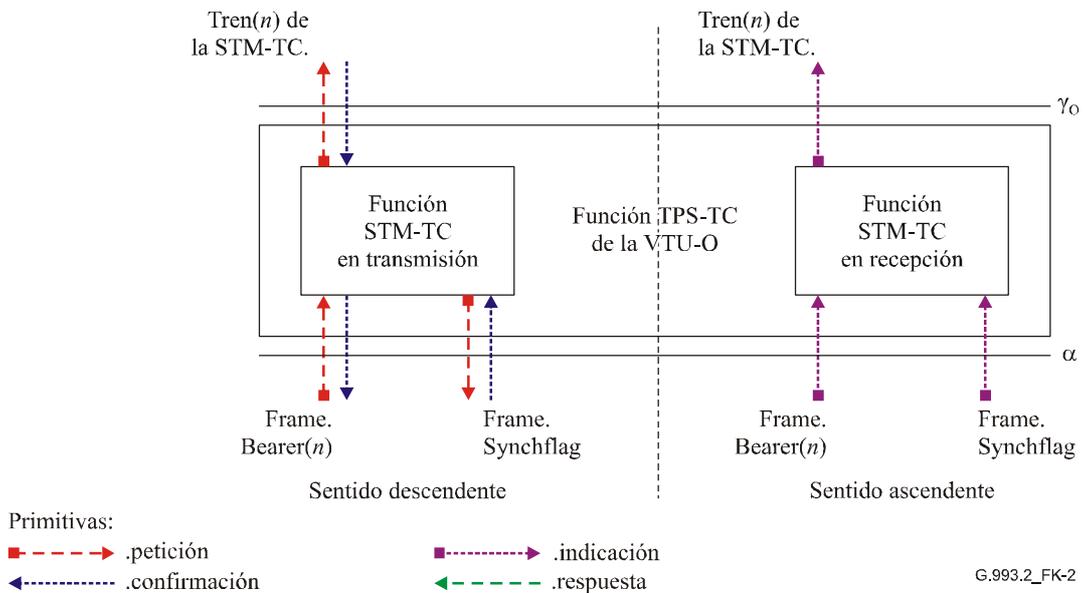


Figura K.2/G.993.2 – Señales de la función STM-TC de la VTU-O

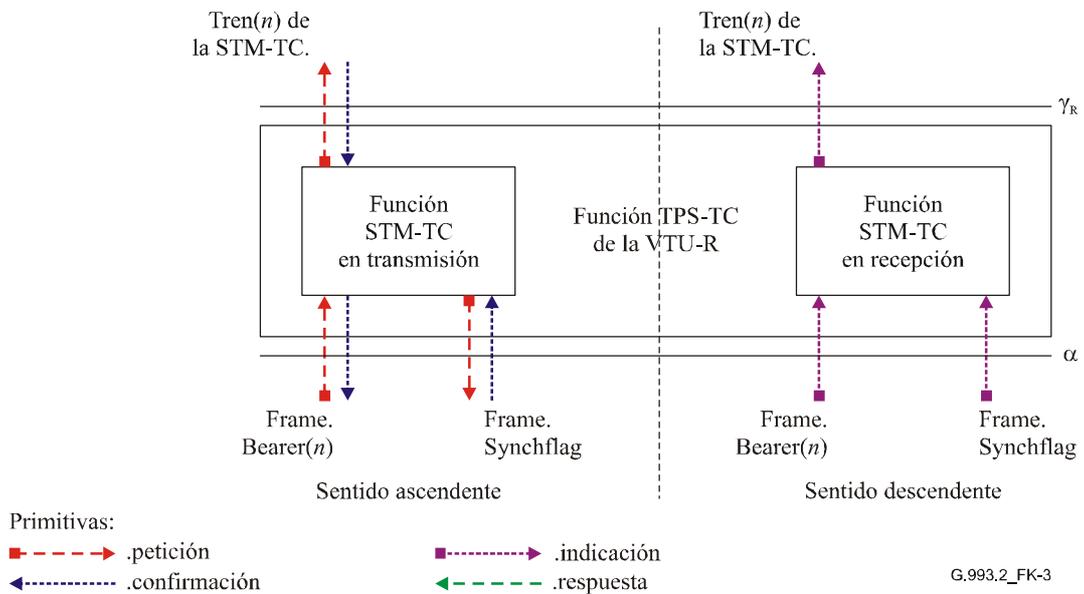


Figura K.3/G.993.2 – Señales de la función STM-TC de la VTU-R

Las señales que se muestran en las figuras K.2 y K.3 se utilizan para transportar primitivas entre funciones en esta Recomendación. Las primitivas tienen como único objetivo especificar con claridad funciones para asegurar el interfuncionamiento.

Las primitivas que se utilizan entre una función STM de capa superior y una función STM-TC se describen en el cuadro K.1. Estas primitivas soportan el intercambio de datos de portador de trama y regulan el flujo de datos para adaptarse a la configuración PMS-TC. También soportan la reconfiguración coordinada en línea de la VTU-O y la VTU-R.

Cuadro K.1/G.993.2 – Primitivas de señalización entre las funciones STM de capa superior y la función STM-TC

Señal	Primitiva	Descripción
TPS-TC.Stream(<i>n</i>).STM	.request	Esta primitiva la utiliza la función STM-TC en transmisión para solicitar uno o más octetos de la función STM de capa superior en transmisión para su transporte. Mediante el interfuncionamiento de peticiones y confirmaciones, el flujo de datos se adapta a la configuración STM-TC (y a las funciones subyacentes). Las primitivas se etiquetan con <i>n</i> , donde <i>n</i> corresponde al id de la función TPS-TC (por ejemplo, <i>n</i> = 0 para TPS-TC #0).
	.confirm	La función STM de capa superior en transmisión transfiere uno o más octetos a la función STM-TC para su transporte con esta primitiva. Al recibir esta primitiva, la función STM-TC realizará los procedimientos del plano de datos de K.1.8.
	.indicate	La función STM-TC en recepción transfiere uno o más octetos que han sido transportados con esta primitiva a la función STM de capa superior en recepción.

K.1.7 Parámetros de control

La configuración de la función STM-TC se controla mediante un conjunto de parámetros de control definidos en el cuadro K.2, además de los especificados en el texto principal de esta Recomendación. Los valores de estos parámetros de control se fijarán y comunicarán durante la inicialización o la reconfiguración (si procede) de un par de VTU. Todos los valores se determinan mediante requisitos y medios de aplicación que están fuera del ámbito de la presente Recomendación.

Cuadro K.2/G.993.2 – Parámetros STM-TC

Parámetro	Definición
Velocidad de datos neta mínima <i>net_min_n</i>	Velocidad de datos neta mínima soportada por el tren # <i>n</i> de STM-TC. La VTU implementará los procedimientos de inicialización y de reconfiguración adecuados para proporcionar la velocidad de datos <i>net_min_n</i> .
Velocidad de datos neta máxima <i>net_max_n</i>	Velocidad de datos neta máxima soportada por el tren # <i>n</i> de STM-TC. Durante los procedimientos de inicialización y de reconfiguración, la velocidad de datos neta no debe superar este valor.
Velocidad de datos reservada mínima <i>net_reserve_n</i>	Velocidad de datos reservada mínima soportada por el tren # <i>n</i> de STM-TC que siempre tiene que estar disponible cuando se solicite mediante un procedimiento adecuado de reconfiguración. El valor de <i>net_reserve_n</i> se debe limitar de forma que $net_min_n \leq net_reserve_n \leq net_max_n$. Este parámetro no se utiliza en esta versión de esta Recomendación y se debe fijar a <i>net_min_n</i> . Los procedimientos OLR que utiliza este parámetro se definirán en una futura revisión de esta Recomendación.
Retardo de latencia máximo de PMS-TC <i>delay_max_n</i>	El tren # <i>n</i> de STM-TC se transportará con funciones PMS-TC subyacentes configuradas de forma que el parámetro derivado <i>delay_p</i> no sea mayor que este parámetro de control <i>delay_max_n</i> .
Protección contra el ruido impulsivo mínima de PMS-TC <i>INP_min_n</i>	El tren # <i>n</i> de STM-TC se transportará con funciones PMS-TC subyacentes configuradas de forma que el parámetro derivado <i>INP_p</i> no sea menor que este parámetro de control <i>INP_min_n</i> .

Si los valores de net_min_n , net_max_n y $net_reserve_n$ (véase el cuadro 12-45) se fijan al mismo valor, entonces el tren STM-TC se designa como un tren STM-TC de velocidad de datos fija (es decir, RA-MODE = MANUAL, véase el cuadro 12-40). Si $net_min_n = net_reserve_n$ y $net_min_n \neq net_max_n$, entonces el tren STM-TC se designa como un tren STM-TC de velocidad de datos flexible. Si el valor de $net_min_n \neq net_max_n \neq net_reserve_{max}$, entonces el tren STM-TC se designa como un tren STM-TC de velocidad de datos flexible con una asignación de velocidad de datos reservada.

Durante los procedimientos de inicialización y de reconfiguración, la velocidad de datos neta real net_act_n para el tren #n siempre se fijará al valor del parámetro derivado NDR_{pn} de la función de trayecto de latencia PMS-TC subyacente y se limitará de forma que $net_min_n \leq net_act_n \leq net_max_n$. No obstante, en el caso de que $net_min_n = net_max_n$, net_act_n puede superar a net_max_n hasta en 8 kbit/s para permitir la granularidad de velocidad de datos neta PMS-TC (véase el cuadro 5-1). Si $net_min_n < net_max_n$, net_max_n se fijará a un valor por lo menos 8 kbit/s mayor que net_min_n para permitir que la granularidad de la velocidad de datos neta PMS-TC cumpla el requisito $net_min_n \leq net_act_n \leq net_max_n$. La latencia real para el tren #n, $delay_act_n$, siempre se fijará al valor del parámetro derivado $delay_p$ de la función de trayecto de latencia PMS-TC subyacente y se limitará de forma que $delay_act_n \leq delay_max_n$.

La protección contra el ruido impulsivo real, INP_act_n , para el transporte del tren #n siempre se fijará al valor del parámetro derivado INP_p de la función de trayecto PMS-TC subyacente y se limitará de forma que $INP_act_n \geq INP_{min_n}$. Los valores de net_act_n , $delay_act_n$ y INP_act_n no son parámetros de control. Estos valores son el resultado de procedimientos específicos de inicialización y de reconfiguración.

K.1.7.1 Configuraciones válidas

Las configuraciones enumeradas en el cuadro K.3 son válidas para la función STM-TC.

Cuadro K.3/G.993.2 – Configuraciones válidas para la función STM-TC

Parámetro	Capacidad
$type_n$	1
net_min_n	net_min_n puede soportarse para todas las configuraciones de entramado válidas.
net_max_n	net_max_n puede soportarse para todas las configuraciones de entramado válidas.
$net_reserve_n$	$net_reserve_n$ puede soportarse para todas las configuraciones de entramado válidas.
$delay_max_n$	Todos los valores válidos de $delay_max_n$ (véase el cuadro 12-42).
INP_min_n	Todos los valores válidos de INP_min_n (véase el cuadro 12-42).

K.1.7.2 Configuraciones obligatorias

Al implementar una función STM-TC, una VTU debe soportar todas las combinaciones de valores de los parámetros de control STM-TC para la función STM-TC indicada en los cuadros K.4 y K.5 en el sentido descendente y ascendente, respectivamente. El transmisor y el receptor deben soportar las características obligatorias indicadas en esos cuadros y en el cuadro K.6.

Cuadro K.4/G.993.2 – Configuraciones obligatorias en sentido descendente para la función STM-TC

Parámetro	Capacidad
<i>type_n</i>	1
<i>delay_max_n</i>	Se deben soportar todos los valores válidos.
<i>INP_min_n</i>	Se deben soportar todos los valores válidos.

Cuadro K.5/G.993.2 – Configuraciones obligatorias en sentido ascendente para la función STM-TC

Parámetro	Capacidad
<i>type_n</i>	1
<i>delay_max_n</i>	Se deben soportar todos los valores válidos.
<i>INP_min_n</i>	Se deben soportar todos los valores válidos.

Cuadro K.6/G.993.2 – Configuraciones bidireccionales obligatorias para la función STM-TC

Parámetro	Capacidad
<i>bi_net_min</i>	<i>bi_net_min</i> se debe soportar para todas las configuraciones válidas de entramado con valores iguales o inferiores a la MBDC definida en 6.2.7 para el perfil aplicable.
<i>bi_net_max</i>	<i>bi_net_max</i> se debe soportar para todas las configuraciones válidas de entramado con valores iguales o inferiores a la MBDC definida en 6.2.7 para el perfil aplicable.
<i>bi_net_reserve</i>	<i>bi_net_reserve</i> se debe soportar para todas las configuraciones válidas de entramado con valores iguales o inferiores a la MBDC definida en 6.2.7 para el perfil aplicable.

K.1.8 Procedimientos del plano de datos

Al recibir la primitiva *Frame.Bearer.request(n)*, la función STM-TC en transmisión enviará una primitiva *TPS-TC.Stream.STM.request* a la función de capa superior solicitando datos para el transporte.

Al recibir una primitiva *TPS-TC.STM.confirm(n)*, la función #*n* de STM-TC en recepción enviará una primitiva *Frame.Bearer(n).confirm* a la función PMS-TC, proporcionando datos para el transporte.

Al recibir la primitiva *Frame.Bearer.indicate(n)*, la función #*n* de STM-TC en recepción enviará una primitiva *TPS-TC.Stream.STM.indicate* a la función de capa superior STM, proporcionando los datos que han sido transportados.

K.1.9 Procedimientos del plano de gestión

K.1.9.1 Primitivas de vigilancia

Las primitivas de vigilancia para la función STM-TC están en estudio.

K.1.9.2 Bits indicadores

Los bits indicadores para TPS-TC #*n* y el canal portador #*n* (*n* = 0 ó 1) se definen en 9.5.2.2. TIB#*n*-0, TIB#*n*-1, TIB#*n*-2 y TIB#*n*-3 se fijarán a 1 para su uso en el cuadro 9-5.

K.1.9.3 Formatos de instrucciones de tara

K.1.9.3.1 Instrucción de inventario

Queda en estudio.

K.1.9.3.2 Instrucción de lectura del valor de control

Queda en estudio.

K.1.9.3.3 Instrucción de lectura del contador de gestión

Los octetos TPS-TC en la respuesta a la instrucción de lectura del contador de gestión de tara correspondientes a la función STM-TC están en estudio. El bloque de los valores de contador correspondientes a la función STM-TC devueltos en el mensaje descrito en el cuadro 11-17 tendrán una longitud cero.

K.1.10 Procedimiento de inicialización

La STM-TC se configurará durante la inicialización de la forma siguiente:

- Durante la fase de análisis e intercambio de canal (véase 12.3.5.2.1), la VTU-O utiliza el mensaje SOC O-MSG 1 (véase el cuadro 12-40) para transferir sus capacidades TPS-TC y parámetros de control de portador en sentido ascendente y descendente (véase el cuadro K.2) a la VTU-R.
- Durante la fase de análisis e intercambio de canal (véase 12.3.5.2.1), la VTU-R utiliza el mensaje SOC R-MSG 2 (véase el cuadro 12-49) para transferir sus capacidades TPS-TC y parámetros de control de portador en sentido ascendente y descendente (véase el cuadro K.2) a la VTU-R.
- Durante la fase de análisis e intercambio de canal (véase 12.3.5.2.1.2), la VTU-O utiliza el mensaje SOC O-TPS (véase el cuadro 12-44) para transferir la configuración TPS-TC en sentido ascendente y descendente a la VTU-R. Se basa en las capacidades que se indicaron en O-MSG 1 y R-MSG 2.

K.1.11 Reconfiguración en línea

La reconfiguración en línea de la STM-TC está fuera del ámbito de la presente Recomendación. No hay mecanismos especificados para modificar los valores de los parámetros de control de la función STM-TC. Los valores de *net_act* y *delay_act* se actualizan automáticamente desde la función de trayecto de latencia PMS-TC subyacente.

K.1.11.1 Cambios a un tren existente

La actualización de los parámetros *net_act* y *delay_act* de una función STM-TC solo se producirá en los límites de los octetos. La función STM-TC en transmisión utiliza los nuevos valores de *net_act* y *delay_act* para generar octetos que sigan la señalización de la primitiva `Frame.Synchflag.confirm`. Los procedimientos de la función STM-TC en recepción procesan octetos que siguen la señalización de la primitiva `Frame.Synchflag.indicate` utilizando los nuevos valores de estos parámetros.

K.2 Función convergencia de transmisión ATM (ATM-TC)

K.2.1 Ámbito

La función ATM-TC proporciona procedimientos para el transporte de un tren ATM-TC tanto en el sentido ascendente como descendente. Los límites de los octetos y la posición de los bits más significativos se mantienen explícitamente a lo largo del transporte para el tren ATM-TC. El tren ATM-TC se presenta de forma asíncrona a través de los puntos de referencia γ_R o γ_O con respecto a las señales de sincronización en la interfaz α/β .

K.2.2 Referencias

Las referencias que aplican a este anexo se encuentran en la cláusula 2.

K.2.3 Definiciones

Esta subcláusula se deja intencionalmente en blanco ya que no hay definiciones específicas de ATM-TC.

K.2.4 Abreviaturas

Las abreviaturas que aplican a este anexo se encuentran en la cláusula 4.

K.2.5 Capacidades de transporte

La función ATM-TC proporciona procedimientos para el transporte de un tren ATM-TC tanto en el sentido ascendente como descendente. Los límites de los octetos y la posición de los bits más significativos se mantendrán explícitamente a lo largo del transporte del tren ATM-TC. El tren ATM-TC se presenta de forma asíncrona a través de los puntos de referencia γ_R o γ_O con respecto a los relojes binarios de PMD.

Después de aplicar cada procedimiento ATM-TC en transmisión, se lleva a cabo el transporte del tren ATM-TC a una función ATM-TC en recepción en el otro extremo del enlace reuniendo las capas PMS-TC y PMD a través de una serie de tramas de datos y de símbolos PMD. Las capacidades de transporte de ATM-TC se configuran mediante los parámetros de control descritos en K.2.7. Los parámetros de control permiten la aplicación de las velocidades de datos y características adecuadas del tren ATM-TC. Los valores de todos los parámetros de control se fijan durante la inicialización o reconfiguración de la VTU. La función ATM-TC en recepción recupera la señal de entrada que se presentó a la función ATM-TC en transmisión correspondiente y que se ha transportado a lo largo de las funciones ATM-TC, PMS-TC y PMD de un par VTU-O y VTU-R.

La función ATM-TC en transmisión acepta las señales de entrada del plano de datos y del plano de control en la VTU. La función ATM-TC en transmisión acepta, como elemento del plano de datos, un tren ATM-TC de los puntos de referencia γ_O o γ_R . El tren está asociado con una, y solo una, función ATM-TC. Estas señales de entrada se transfieren a la interfaz ATM-TC como se muestra en la figura K.4. Los límites de los octetos y la posición de los bits más significativos se mantienen explícitamente a lo largo del transporte para los portadores de trama ATM-TC.

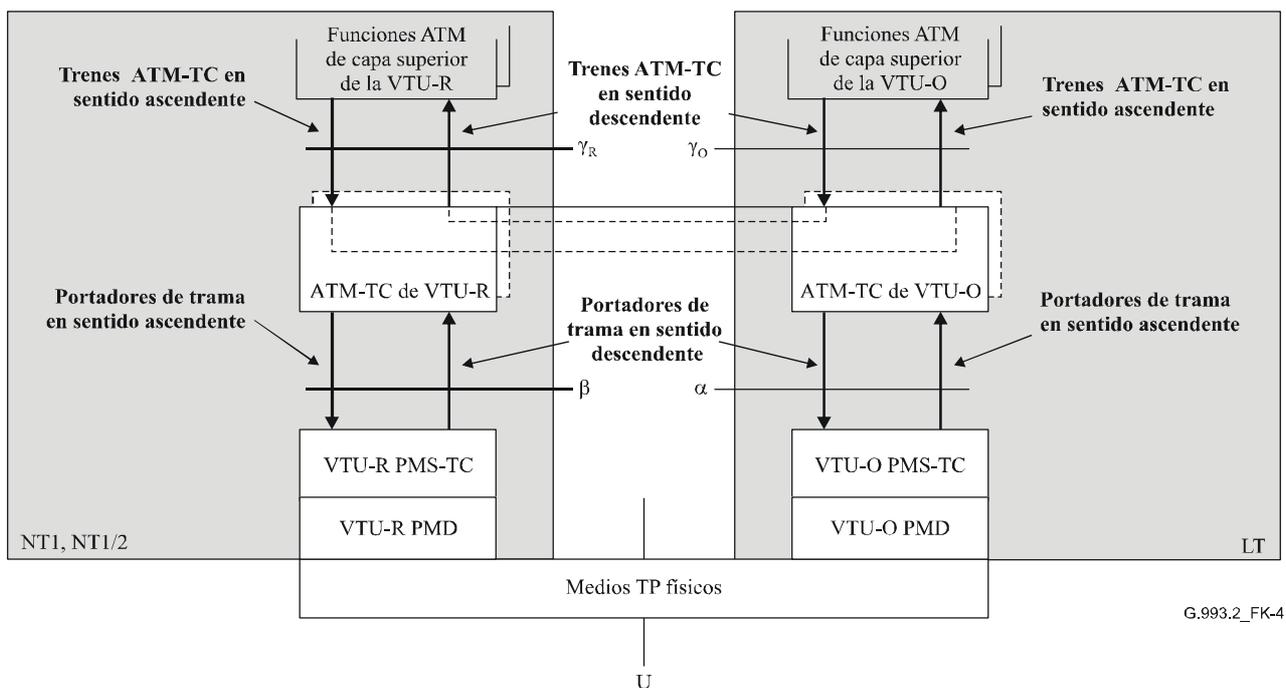


Figura K.4/G.993.2 – Capacidades de transporte ATM-TC en el plano de usuario

Al ser un elemento del plano de gestión, no existen funciones específicas de transporte proporcionadas por la función ATM-TC. No obstante, existen algunos bits indicadores específicos y definiciones de respuesta de tara para la función ATM-TC como se define en este anexo.

K.2.5.1 Funciones adicionales

Además de las funciones de transporte, la función ATM-TC en transmisión también proporciona procedimientos para el desacoplo de velocidades del tren ATM-TC y del portador de trama mediante la inserción de células ATM en reposo, la generación de control de errores de encabezamiento ATM y la aleatorización, como se describe en K.2.8.

La función ATM-TC en recepción invierte cada uno de los procedimientos enumerados de forma que se pueda recuperar la información transportada. Además, la función de entramado en recepción de la VTU proporciona diversas indicaciones de supervisión y señales de defectos asociados con algunos de estos procedimientos (por ejemplo, estado de delineación de células ATM, fallo en la comprobación de errores HEC).

K.2.6 Primitivas de interfaz

Cada función ATM-TC de la VTU-O tiene muchas señales de interfaz como se muestra en la figura K.5. Cada señal indicada está compuesta de una o más primitivas, como se indica mediante las flechas. El tipo de primitiva asociado con cada flecha es el que se indica en la leyenda de la figura.

El diagrama está dividido mediante una línea de puntos para separar la función y las señales en el sentido descendente de las del sentido ascendente. Las señales que se muestran en la parte superior transfieren primitivas desde y hacia la función ATM de capa superior. Las señales que se muestran en la parte inferior transfieren primitivas desde y hacia la función PMS-TC.

Cada función ATM-TC de la VTU-R tiene señales de interfaz similares como se muestra en la figura K.6. En esta figura, las etiquetas en sentido ascendente y en sentido descendente están invertidas con respecto a la figura K.5.

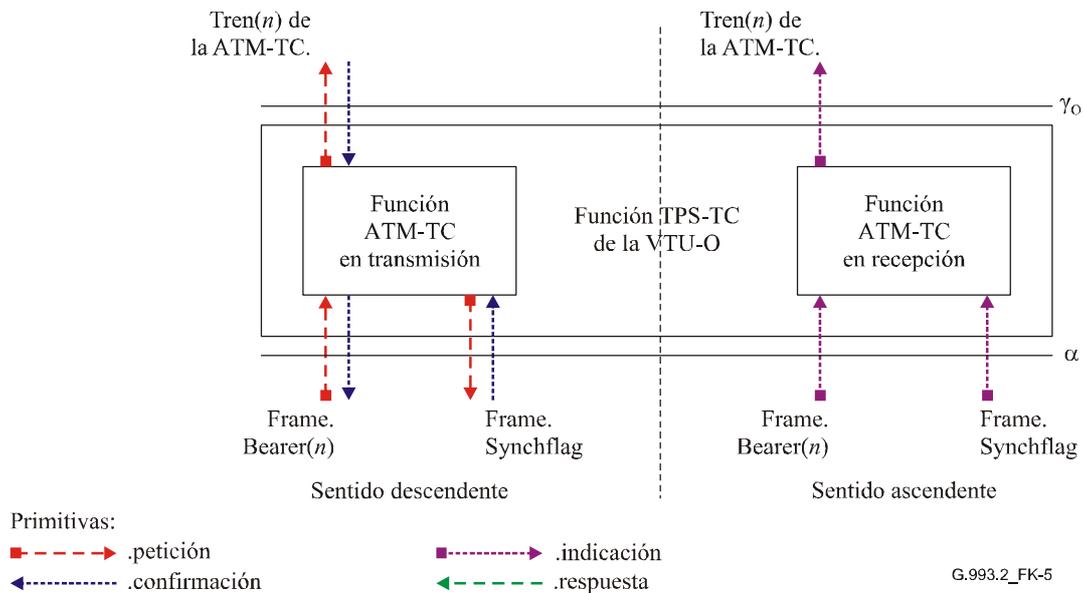


Figura K.5/G.993.2 – Señales de la función ATM-TC de la VTU-O

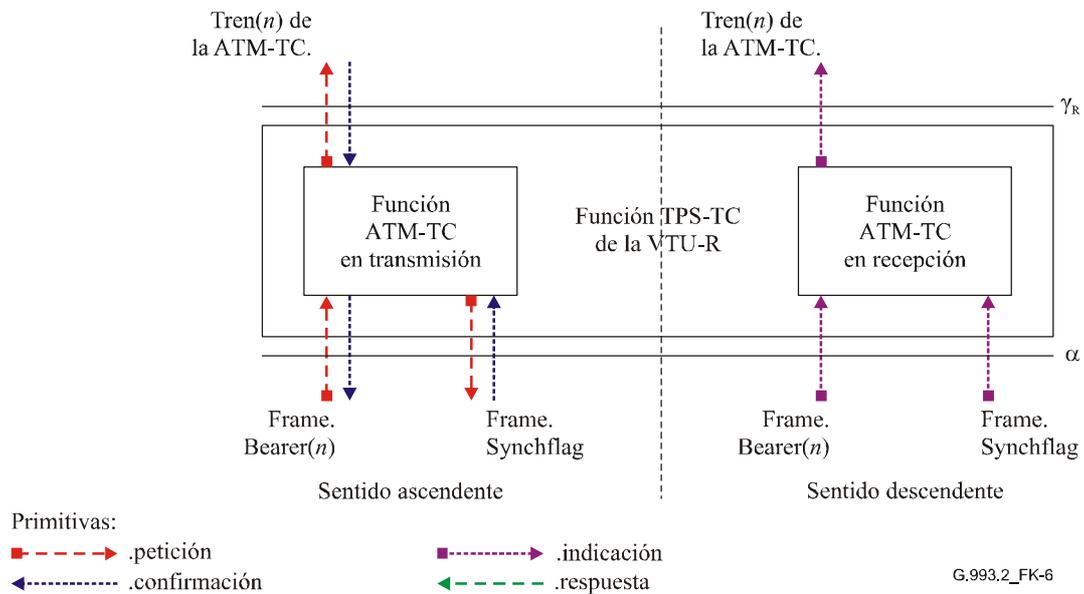


Figura K.6/G.993.2 – Señales de la función ATM-TC de la VTU-R

Las señales que se muestran en las figuras K.5 y K.6 se utilizan para transportar primitivas entre funciones en esta Recomendación. Las primitivas tienen como único objetivo especificar con claridad funciones para asegurar el interfuncionamiento.

Las primitivas que se utilizan entre una función ATM de capa superior y una función ATM-TC se describen en el cuadro K.7. Estas primitivas soportan el intercambio de datos de portador de trama y regulan el flujo de datos para adaptarse a la configuración PMS-TC. También soportan la reconfiguración coordinada en línea de la VTU-O y la VTU-R.

Cuadro K.7/G.993.2 – Primitivas de señalización entre las funciones de ATM de capa superior y la función ATM-TC

Señal	Primitiva	Descripción
TPS-TC.Stream(<i>n</i>).ATM	.request	Esta primitiva la utiliza la función ATM-TC en transmisión para solicitar una o más células ATM de la función ATM de capa superior en transmisión para su transporte. Mediante el interfuncionamiento de peticiones y confirmaciones, el flujo de datos se adapta a la configuración ATM-TC (y a las funciones subyacentes). Las primitivas se etiquetan con <i>n</i> , donde <i>n</i> corresponde al id de la función TPS-TC (por ejemplo, <i>n</i> = 0 para TPS-TC #0).
	.confirm	La función ATM de capa superior en transmisión transfiere una o más células ATM a la función ATM-TC para su transporte con esta primitiva. Al recibir esta primitiva, la función ATM-TC realizará los procedimientos de K.2.8.2.
	.indicate	La función ATM-TC en recepción transfiere una o más células ATM a la función ATM de capa superior en recepción que se han transportado con la primitiva.

K.2.7 Parámetros de control

La configuración de la función ATM-TC se controla mediante un conjunto de parámetros de control definidos en el cuadro K.8 además de los especificados en el texto principal de esta Recomendación. Los valores de estos parámetros de control se fijarán y comunicarán durante la inicialización o la reconfiguración (si procede) de un par de VTU. Todos los valores se determinan mediante requisitos y medios de aplicación que están fuera del ámbito de la presente Recomendación.

Cuadro K.8/G.993.2 – Parámetros ATM-TC

Parámetro	Definición
Velocidad de datos neta mínima <i>net_min_n</i>	Velocidad de datos neta mínima soportada por el tren # <i>n</i> de ATM-TC. La VTU implementará los procedimientos de inicialización y de reconfiguración adecuados para proporcionar la velocidad de datos <i>net_min_n</i> .
Velocidad de datos neta máxima <i>net_max_n</i>	Velocidad de datos neta máxima soportada por el tren # <i>n</i> de ATM-TC. Durante los procedimientos de activación y de reconfiguración, la velocidad de datos neta no debe superar este valor.
Velocidad de datos reservada mínima <i>net_reserve_n</i>	La velocidad de datos reservada mínima soportada por el tren # <i>n</i> de ATM-TC que siempre tiene que estar disponible cuando se solicite mediante un procedimiento adecuado de reconfiguración. El valor de <i>net_reserve_n</i> se debe limitar de forma que $net_min_n \leq net_reserve_n \leq net_max_n$. Este parámetro no se utiliza en esta versión de esta Recomendación y se debe fijar a <i>net_min_n</i> . Los procedimientos OLR que utiliza este parámetro se definirán en una futura revisión de esta Recomendación.
Retardo de latencia máximo de PMS-TC <i>delay_max_n</i>	El tren # <i>n</i> de ATM-TC se transportará con funciones PMS-TC subyacentes configuradas de forma que el parámetro derivado <i>delay_p</i> no sea mayor que este parámetro de control <i>delay_max_n</i> .
Protección de ruido impulsivo mínimo de PMS-TC <i>INP_min_n</i>	El tren # <i>n</i> de ATM-TC se transportará con funciones PMS-TC subyacentes configuradas de forma que el parámetro derivado <i>INP_p</i> no sea menor que este parámetro de control <i>INP_min_n</i> .

Si los valores de *net_min_n*, *net_max_n* y *net_reserve_n* (véase el cuadro 12-45) se fijan al mismo valor, entonces el tren ATM-TC se designa como un tren ATM-TC de velocidad de datos fija (es decir,

RA-MODE = MANUAL, véase el cuadro 12-40). Si $net_min_n = net_reserve_n$ y $net_min_n \neq net_max_n$, entonces el tren ATM-TC se designa como un tren ATM-TC de velocidad de datos flexible. Si el valor de $net_min_n \neq net_max_n \neq net_reserve_{max}$, entonces el tren ATM-TC se designa como un tren ATM-TC de velocidad de datos flexible con una asignación de velocidad de datos reservada.

Durante los procedimientos de inicialización y de reconfiguración, la velocidad de datos neta real net_act_n para el tren #n siempre se debe fijar al valor del parámetro derivado NDR_{pn} de la función de trayecto de latencia PMS-TC subyacente y se limitará de forma que $net_min_n \leq net_act_n \leq net_max_n$. No obstante, en el caso de que $net_min_n = net_max_n$, net_act_n puede superar a net_max_n hasta en 8 kbit/s, para permitir la granularidad de velocidad de datos neta PMS-TC (véase el cuadro 5-1). Si $net_min_n < net_max_n$, net_max_n se fijará por lo menos 8 kbit/s por encima de net_min_n , para permitir que la granularidad de velocidad de datos neta PMS-TC cumpla el requisito $net_min_n \leq net_act_n \leq net_max_n$. La latencia real para el tren #n, $delay_act_n$ siempre se fijará al valor del parámetro derivado $delay_p$ de la función de trayecto de latencia PMS-TC subyacente y se limitará de forma que $delay_min_n \leq delay_act_n \leq delay_max_n$. Los valores net_act_n y $delay_act_n$ no son parámetros de control; estos valores provienen de procedimientos específicos de inicialización y de reconfiguración.

Si la continuidad eléctrica ATM no se fija en el árbol de códigos de continuidad eléctrica G.994.1, $delay_min_n$ se fijará a CERO tanto en el sentido ascendente como en el descendente y $delay_max_n$ se puede fijar a cualquier valor válido. Si la continuidad eléctrica ATM está fijada, entonces el árbol de códigos de continuidad eléctrica G.994.1 incluye el valor del parámetro de control $max_delay_variation$ para la continuidad eléctrica ATM en sentido descendente y el valor $delay_min_n$ se fijará a $delay_max_n - max_delay_variation$ para el sentido descendente. Si se dispone de información relativa a $delay_min_n$ a través de la interfaz de gestión de continuidad eléctrica VTU-R por el punto de referencia γ_R , puede tener preferencia sobre el valor derivado del árbol de códigos de continuidad eléctrica G.994.1. En el sentido ascendente, la información relativa a $delay_min_n$ está disponible a través de la interfaz de gestión de continuidad eléctrica VTU-O por el punto de referencia γ_O . Tanto para el sentido ascendente como el descendente, si $delay_min_n$ es superior a 0, existen combinaciones de $delay_min_n$ y $delay_max_n$ que pueden dar lugar a un fallo en la conexión.

La protección contra el ruido impulsivo real, INP_act_n , del transporte del tren #n siempre se fijará al valor del parámetro derivado INP_p de la función de trayecto PMS-TC subyacente y se limitará de forma que $INP_act_n \geq INP_min_n$. Los valores net_act_n , $delay_act_n$ e INP_act_n no son parámetros de control. Estos valores son el resultado de procedimientos específicos de inicialización y de reconfiguración.

K.2.7.1 Configuraciones válidas

Las configuraciones enumeradas en el cuadro K.9 son válidas para la función ATM-TC.

Cuadro K.9/G.993.2 – Configuraciones válidas para la función ATM-TC

Parámetro	Capacidad
$type_n$	2
net_min_n	net_min_n puede soportarse para todas las configuraciones de entramado válidas.
net_max_n	net_max_n puede soportarse para todas las configuraciones de entramado válidas.
$net_reserve_n$	$net_reserve_n$ puede soportarse para todas las configuraciones de entramado válidas.
$delay_max_n$	Todos los valores válidos de $delay_max_n$ (véase el cuadro 12-42).
INP_min_n	Todos los valores válidos de INP_min_n (véase el cuadro 12-42).

K.2.7.2 Configuraciones obligatorias

Al implementar una ATM-TC, una VTU debe soportar todas las combinaciones de valores de los parámetros de control ATM-TC para una función #0 de ATM-TC indicada en los cuadros K.10 y K.11 en el sentido descendente y ascendente, respectivamente. El transmisor y el receptor soportarán las características obligatorias indicadas en esos cuadros y en el cuadro K.12.

Cuadro K.10/G.993.2 – Configuraciones obligatorias en sentido descendente para la función #0 de ATM-TC

Parámetro	Capacidad
$type_n$	2
$delay_max_n$	Se deben soportar todos los valores válidos.
INP_min_n	Se deben soportar todos los valores válidos.

Cuadro K.11/G.993.2 – Configuraciones obligatorias en sentido ascendente para la función #0 de ATM-TC

Parámetro	Capacidad
$type_n$	2
$delay_max_n$	Se deben soportar todos los valores válidos.
INP_min_n	Se deben soportar todos los valores válidos.

Cuadro K.12/G.993.2 – Configuraciones bidireccionales obligatorias para la función #0 de ATM-TC

Parámetro	Capacidad
bi_net_min	bi_net_min se debe soportar para todas las configuraciones válidas de entramado con valores iguales o inferiores a la MBDC definida en 6.2.7 para el perfil aplicable.
bi_net_max	bi_net_max se debe soportar para todas las configuraciones válidas de entramado con valores iguales o inferiores a la MBDC definida en 6.2.7 para el perfil aplicable.
$bi_net_reserve$	$bi_net_reserve$ se debe soportar para todas las configuraciones válidas de entramado con valores iguales o inferiores a la MBDC definida en 6.2.7 para el perfil aplicable.

K.2.8 Procedimientos del plano de datos

K.2.8.1 Diagrama de bloques

La figura K.7 muestra las funciones en una función ATM-TC en transmisión que soporta un tren ATM-TC unidireccional y un portador de trama. El tren ATM-TC entrante se muestra en el extremo izquierdo de la figura K.7. La señal salida de la función ATM-TC forma un portador de trama (es decir, una entrada a la función PMS-TC en transmisión), como se muestra en el extremo derecho de la figura K.7.

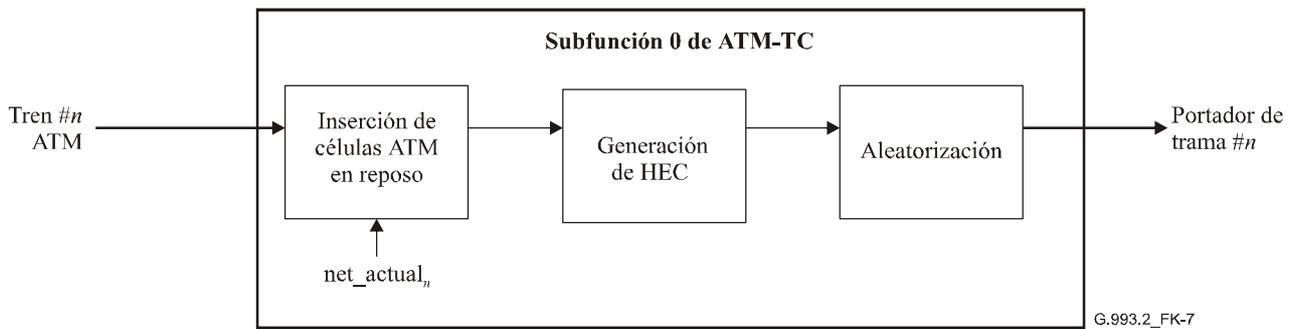


Figura K.7/G.993.2 – Diagrama de bloques de la función ATM-TC en transmisión

En el tren ATM-TC y dentro de la función ATM-TC, los octetos de datos se transmitirán con el MSB en primer lugar de conformidad con la Recs. UIT-T I.361 [13] e I.432.1 [14]. Todos los procedimientos en serie dentro de la función ATM-TC deben comenzar con el MSB en primer lugar. Por debajo de la interfaz α y β de la VTU (empezando con las primitivas `Frame.Bearer`), los octetos de datos se transportarán con el LSB en primer lugar. Por lo tanto, el MSB del primer octeto de la primera primitiva `ATM-TC.Stream(n).confirm` será el LSB del primer octeto de la primera primitiva `Frame.Bearer(n).confirm`. La correspondencia de los bits en la capa ATM-TC y en el portador de trama se muestra en la figura K.8.

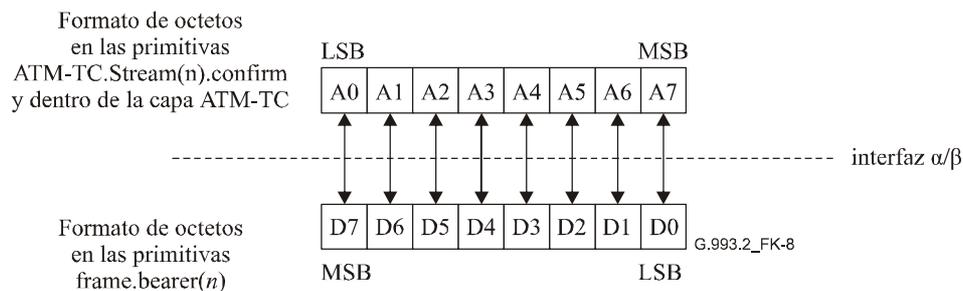


Figura K.8/G.993.2 – Correspondencia de bits de la función de transporte del plano de usuario de la función ATM-TC

K.2.8.2 Concordancia de velocidades mediante inserción de células en reposo

Para proporcionar desacoplo de velocidades de célula ATM, la función en transmisión debe insertar células ATM en reposo. Las funciones ATM-TC en recepción no entregar células ATM en reposo a las funciones de capa superior.

Las células ATM en reposo se identifican mediante una plantilla normalizada para el encabezamiento de célula dado en la Rec. UIT-T I.432.1 [14].

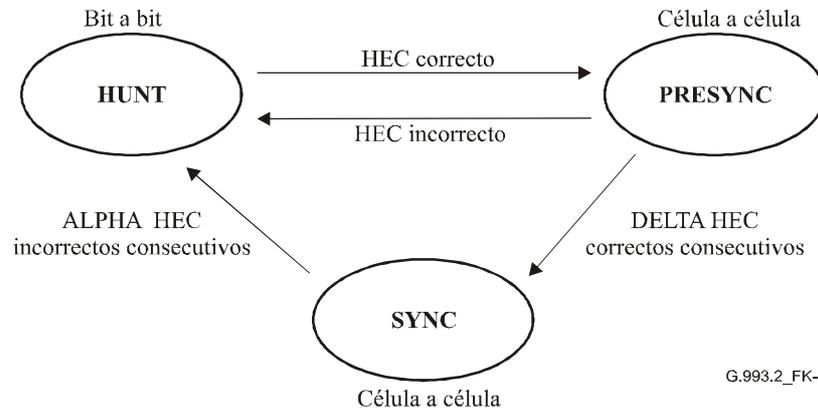
K.2.8.3 Octeto HEC

La función ATM-TC en transmisión generará un octeto HEC como se describe en la Rec. UIT-T I.432.1 [14], incluido la suma módulo 2 recomendada (XOR) del esquema binario 01010101 de los bits HEC.

HEC incluye todo el encabezamiento de célula. El conjunto de coeficientes del polinomio generador utilizado y el procedimiento de generación de secuencias HEC deben ser conformes a la Rec. UIT-T I.432.1 [14].

K.2.8.4 Delimitación de células

La función ATM-TC del receptor realizará la delimitación de células. El procedimiento de delimitación de células permite la identificación de los límites de las células ATM en las primitivas Frame.Bearer.indicate. El procedimiento utiliza el campo HEC en el encabezamiento de célula. La delimitación de células se realizará utilizando una ley de codificación que comprueba el campo HEC en el encabezamiento de la célula de conformidad con el algoritmo descrito en la Rec. UIT-T I.432.1 [14]. El procedimiento de delimitación de células se muestra como una máquina de estados en la figura K.9. Cada estado se describe en el cuadro K.13.



G.993.2_FK-9

Figura K.9/G.993.2 – Máquina de estados del procedimiento de delimitación de células

Cuadro K.13/G.993.2 – Estados del procedimiento de delimitación de células ATM

Estado	Definición
HUNT	En el estado HUNT, el procedimiento de delimitación de células puede realizarse comprobando bit a bit u octeto a octeto el HEC correcto. Una vez realizada esta comprobación, se supone que se ha encontrado un encabezamiento y el procedimiento pasa al estado PRESYNC. Cuando los límites del octeto están disponibles, el procedimiento de delimitación de células puede realizarse octeto a octeto.
PRESYNC	En el estado PRESYNC, el procedimiento de delimitación de células se realizará comprobando célula a célula el HEC correcto. Si se confirma el HEC correcto DELTA veces consecutivas, el procedimiento pasa al estado SYNC. Si se encuentra un HEC incorrecto, el procedimiento vuelve al estado HUNT.
SYNC	En el estado SYNC el procedimiento de delimitación de células retornará al estado HUNT, cuando se ha obtenido un HEC incorrecto ALFA veces consecutivas.

Los valores específicos de ALFA y DELTA dependen del fabricante puesto que la elección de estos valores no se considera que afecte al funcionamiento.

NOTA – El uso de los valores sugeridos en la Rec. UIT-T I.432.1 [14] (ALFA = 7, DELTA = 6) puede no ser adecuado debido a las características de transporte de la VTU.

K.2.8.5 Detección de errores de célula ATM

La función ATM-TC del receptor implementará la detección de errores en todo el encabezamiento de célula como se define en la Rec. UIT-T I.432.1 [14]. El código especificado en la Rec. UIT-T I.432.1 [14] es capaz de realizar la corrección de errores de bits únicos y la corrección de errores de bits múltiples. No obstante, la corrección de errores HEC no la implementará la VTU, y cualquier error HEC se considerará como un error de bit múltiple.

Las células ATM detectadas con errores no se pasarán en una primitiva TPS-TC.Stream(n).ATM.indicate.

K.2.8.6 Aleatorizador

La función ATM-TC en transmisión debe aleatorizar el campo de cabida útil de la célula para mejorar la seguridad y la robustez del mecanismo de delimitación de células. El aleatorizador con sincronización propia utiliza el polinomio $X^{43} + 1$. Se implementarán los procedimientos del aleatorizador definidos en la Rec. UIT-T I.432.1 [14].

K.2.9 Procedimientos del plano de gestión

K.2.9.1 Primitivas de vigilancia

Las primitivas de vigilancia de la función ATM-TC están relacionadas con el trayecto ATM. Para cada función ATM-TC del receptor se definen tanto las anomalías como los defectos.

Las tres anomalías en el extremo cercano se definen como sigue:

- Anomalía sin delimitación de células (*ncd-n*): una anomalía *ncd-n* se produce inmediatamente después de recibir la primera primitiva *Frame.Bearer(n).indicate*. La anomalía finaliza cuando el proceso de delimitación de células de la función #*n* ATM-TC en recepción pasa al estado SYNC. Una vez adquirida la delimitación de células, las pérdidas subsiguientes de la delimitación de células se considerarán como anomalías *ocd-n*.
- Anomalía fuera de la delimitación de células (*ocd-n*): una anomalía *ocd-n* se produce cuando el proceso de delimitación de células de la subfunción ATM-TC #*n* en recepción pasa del estado SYNC al estado HUNT. Una anomalía *ocd-n* termina cuando el proceso de delimitación de células pasa del estado PRESYNC al estado SYNC o cuando se asevera la *lcd-n*.
- Anomalía comprobación de errores de encabezamiento (*hec-n*): una anomalía *hec-n* se produce cada vez que el proceso de encabezamiento de células de la función ATM-TC #*n* del receptor detecta un error.

Estas anomalías en el extremo cercano se computan localmente según la Rec. UIT-T G.997.1 [4]. Los valores del contador se pueden leer o reiniciar mediante las instrucciones locales no definidas en esta Recomendación.

Las tres anomalías en el extremo distante se definen como sigue:

- Anomalía sin delimitación de células en el extremo distante (*fncd-n*): una anomalía *fncd-n* es una anomalía *ncd-n* detectada en el extremo distante.
- Anomalía fuera de la delimitación de células en el extremo distante (*focd-n*): una anomalía *focd-n* es una anomalía *ocd-n* detectada en el extremo distante.
- Anomalía comprobación de errores de encabezamiento en el extremo distante (*fhec-n*): una anomalía *fhec-n* es una anomalía *hec-n* detectada en el extremo distante.

Estas anomalías en el extremo distante no se pueden observar de forma individual. El cómputo de estas anomalías en el extremo distante se puede leer y reiniciar a través de las instrucciones de tara definidas en 11.2.3.7. El formato de los contadores será el descrito en K.2.9.3.3.

Un defecto en el extremo cercano se define como sigue:

- Pérdida de delimitación de células (*lcd-n*): este defecto se produce cuando está presente por lo menos una anomalía *ocd-n* en cada cuatro tramas de tara consecutivas y no está presente ninguna *sef-n*. Una *lcd-n* finaliza cuando no esté presente ninguna anomalía *ocd-n* en cuatro tramas de tara consecutivas.

Este defecto en el extremo cercano se procesa localmente según la Rec. UIT-T G.997.1 [4].

Un defecto en el extremo distante se define como sigue:

- Pérdida de delimitación de células en el extremo distante (*flcd-n*): este defecto es un defecto *lcd-n* detectado en el extremo distante.

Este defecto en el extremo distante se observa directamente mediante un bit sindicador como se describe en K.2.9.2.

K.2.9.2 Bits indicadores

Los bits indicadores para TPS-TC #*n* y para el canal portador #*n* (*n* = 0 ó 1) se definen en 9.5.2.2.

El (O lógico del) defecto *lcd-n* en el extremo cercano y las anomalías *ncd-n* y *ocd-n* en el extremo cercano se harán corresponder con el indicador TIB #*n*-0 de TPS-TC y se transportarán como se describe en el cuadro 9-5. El bit se codificará como un 1 cuando esté inactivo para su uso en el cuadro 9-5.

Los TIB#*n*-1, TIB#*n*-2 y TIB#*n*-3 se fijarán a 1 para su uso en el cuadro 9-5.

NOTA – El TIB #*n*-0 corresponde al bit indicador NCD definido en la Rec. UIT-T G.992.1.

K.2.9.3 Formatos de instrucción de tara

K.2.9.3.1 Instrucción de inventario

Queda en estudio.

K.2.9.3.2 Instrucción de lectura de valor de control

Queda en estudio.

K.2.9.3.3 Instrucción de lectura de contador de gestión

Los contadores de gestión TPS-TC en la respuesta a la instrucción de lectura de contador de gestión de tara correspondiente a la función ATM-TC se proporcionarán como se define en la Rec. UIT-T G.997.1 [4]. El bloque de valores de contador correspondiente a la función ATM-TC devuelta en el mensaje descrito en el cuadro 11-17 será como se describe en el cuadro K.14.

Cuadro K.14/G.993.2 – Valores de contador de gestión ATM-TC de la VTU

Longitud (octetos)	Número de octeto	Contenido
4	1 a 4	Contador de anomalías HEC
4	5 a 8	Contador del número total de células que han pasado por la función HEC
4	9 a 12	Contador del número total de células que han pasado por la función ATM de capa superior
4	13 a 16	Contador del número total de errores de bits detectados en la cabida útil de células en reposo ATM

K.2.10 Procedimiento de inicialización

La ATM-TC se configurará durante la inicialización utilizando el procedimiento que se describe en K.1.10.

K.2.11 Reconfiguración en línea

La reconfiguración en línea de la ATM-TC está fuera del ámbito de la presente Recomendación. No hay mecanismos especificados para modificar los valores del parámetro de control de la función ATM-TC. Los valores de *net_act* y *delay_act* se actualizan automáticamente desde la función de trayecto de latencia PMS-TC subyacente.

K.2.11.1 Cambios a un tren existente

La actualización de los parámetros *net_act* y *delay_act* de una función ATM-TC existente solo se producirán en los límites de los octetos. La función ATM-TC en transmisión utiliza los nuevos

valores de *net_act* y *delay_act* para generar octetos que sigan la señalización de la primitiva *Frame.Synchflag.confirm*. Los procedimientos de la función ATM-TC en recepción procesan octetos que siguen la señalización de la primitiva *Frame.Synchflag.indicate* utilizando los nuevos valores de estos parámetros.

K.3 Función convergencia de transmisión de paquetes (PTM-TC)

K.3.1 Ámbito

La PTM-TC sirve para el transporte Ethernet y para el transporte genérico de paquetes. La función PTM-TC proporciona procedimientos para el transporte de un tren PTM-TC tanto en el sentido ascendente como en el sentido descendente. Los límites de los paquetes, los límites de los octetos y la posición de los bits más significativos se mantienen de forma explícita a lo largo del transporte para el tren PTM-TC. El tren PTM-TC se presenta de forma asíncrona a lo largo del punto de referencia γ_R o γ_O con respecto a las señales de sincronización a través de la interfaz α/β .

El modelo de referencia, su funcionalidad y la interfaz γ de PMS-TC se definen en el anexo N/G.992.3 [10]. En lo que respecta al modelo de referencia del anexo N/G.992.3 [10], la función PTM-TC de VDSL2 podría establecerse en cualquiera de los canales portadores permitidos habilitados.

K.3.2 Referencias

Las referencias que aplican a este anexo están incluidas en la cláusula 2.

K.3.3 Definiciones

Esta subcláusula se deja intencionalmente en blanco ya que no hay definiciones específicas de PTM-TC.

K.3.4 Abreviaturas

Las abreviaturas que aplican a este anexo están incluidas en la cláusula 4.

K.3.5 Capacidades de transporte

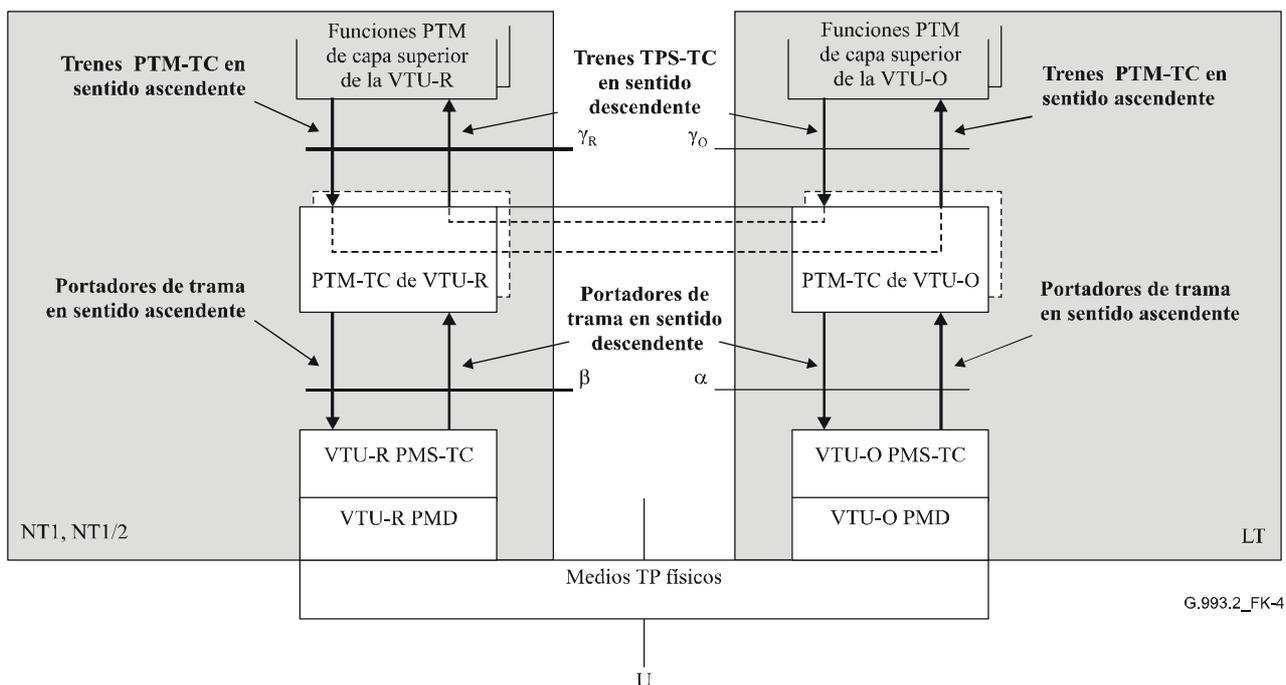
La velocidad de datos neta para cada función PTM-TC tanto en el sentido ascendente como en el sentido descendente se puede fijar de forma independiente una de otra, y a cualquier valor elegible que sea inferior o igual a la velocidad de datos neta máxima asignada en el sentido correspondiente. La velocidad de datos neta máxima para cada función PTM-TC, tanto en el sentido ascendente como en el descendente, se fija durante la configuración del sistema.

Una función PTM-TC se puede hacer corresponder con cualquier canal portador habilitado, que a su vez puede o no estar entrelazado.

La PTM-TC proporcionará una transferencia de datos totalmente transparente entre las interfaces γ_O y γ_R (salvo errores que no se puedan corregir en la subcapa PMD debido al ruido en el bucle). La PTM-TC proporcionará integridad de paquetes en el canal portador con el que se hace corresponder.

Las capacidades de transporte PTM-TC se configuran mediante los parámetros de control descritos en K.3.7. Los parámetros de control proporcionan las velocidades de datos adecuadas para la aplicación y las características del tren PTM-TC. Los valores de todos los parámetros de control se fijan durante la inicialización o reconfiguración de la VTU.

Las funciones PTM-TC en transmisión aceptan señales de entrada del plano de datos en la VTU. Al ser un elemento del plano de datos, la función PTM-TC en transmisión acepta un tren PTM-TC de una entidad PTM por el punto de referencia γ_O o γ_R . El tren está asociado con una y solo una función PTM-TC. (Véase la figura K.10.)



G.993.2_FK-4

Figura K.10/G.993.2 – Capacidades de transporte PTM-TC en el plano de usuario

K.3.6 Primitivas de interfaz

Las señales de interfaz entre la PTM-TC y la PMS-TC (interfaz γ) se describen en el anexo N/G.992.3 [10].

K.3.7 Parámetros de control

La configuración de la función PTM-TC se controla mediante un conjunto de parámetros de control definidos en el cuadro K.15 además de los especificados en el texto principal de esta Recomendación. Los valores de estos parámetros de control se fijarán y comunicarán durante la inicialización o la reconfiguración (si procede) de un par de VTU. Todos los valores se determinan mediante requisitos y medios de aplicación que están fuera del ámbito de la presente Recomendación.

Cuadro K.15/G.993.2 – Parámetros PTM-TC

Parámetro	Definición
Velocidad de datos neta mínima net_min_n	Velocidad de datos neta mínima soportada por el tren #n de PTM-TC. La VTU implementará los procedimientos de inicialización y de reconfiguración adecuados para proporcionar la velocidad de datos net_min_n .
Velocidad de datos neta máxima net_max_n	Velocidad de datos neta máxima soportada por el tren #n de PTM-TC. Durante los procedimientos de inicialización y de reconfiguración, la velocidad de datos neta no debe superar este valor.
Velocidad de datos reservada mínima $net_reserve_n$	Velocidad de datos reservada mínima soportada por el tren #n de PTM-TC que siempre tiene que estar disponible cuando se solicite mediante un procedimiento adecuado de reconfiguración. El valor de $net_reserve_n$ se debe limitar de forma que $net_min_n \leq net_reserve_n \leq net_max_n$. Este parámetro no se utiliza en esta versión de esta Recomendación y se debe fijar a net_min_n . Los procedimientos OLR que utiliza este parámetro se definirán en una futura revisión de esta Recomendación.
Retardo de latencia máximo de PMS-TC $delay_max_n$	El tren #n de STM-TC se transportará con funciones PMS-TC subyacentes configuradas de forma que el parámetro derivado $delay_p$ no sea mayor que este parámetro de control $delay_max_n$.
Protección de ruido impulsivo mínimo de PMS-TC INP_min_n	El tren #n de STM-TC se transportará con funciones PMS-TC subyacentes configuradas de forma que el parámetro derivado INP_p no sea menor que este parámetro de control INP_min_n .

Si los parámetros de net_min_n , net_max_n y $net_reserve_n$ (véase el cuadro 12-45) se fijan al mismo valor, entonces el tren PTM-TC se designa como un tren PTM-TC de velocidad de datos fija (es decir, RA-MODE = MANUAL, véase el cuadro 12-40). Si $net_min_n = net_reserve_n$ y $net_min_n \neq net_max_n$, entonces el tren PTM-TC se designa como un tren PTM-TC de velocidad de datos flexible. Si el valor de $net_min_n \neq net_max_n \neq net_reserve_{max}$, entonces el tren PTM-TC se designa como un tren PTM-TC de velocidad de datos flexible con una asignación de velocidad de datos reservada.

Durante los procedimientos de inicialización y de reconfiguración, la velocidad de datos neta real net_act_n para el tren #n siempre se fijará al valor del parámetro derivado NDR_{pn} de la función de trayecto de latencia PMS-TC subyacente y se limitará de forma que $net_min_n \leq net_act_n \leq net_max_n$. No obstante, en el caso de que $net_min_n = net_max_n$, net_act_n puede superar a net_max_n hasta en 8 kbit/s para permitir la granularidad de la velocidad de datos neta PMS-TC (véase el cuadro 5-1). Si $net_min_n < net_max_n$, net_max_n se fijará a un valor por lo menos 8 kbit/s mayor que net_min_n , para permitir que la granularidad de velocidad de datos neta PMS-TC cumpla el requisito $net_min_n \leq net_act_n \leq net_max_n$. La latencia real para el tren #n, $delay_act_n$ siempre se fijará al valor del parámetro derivado $delay_p$ de la función de trayecto de latencia PMS-TC subyacente y se limitará de forma que $delay_act_n \leq delay_max_n$.

La protección contra el ruido impulsivo real INP_act_n del transporte del tren #n siempre se fijará al valor del parámetro derivado INP_p de la función de trayecto PMS-TC subyacente y se limitará de forma que $INP_act_n \geq INP_min_n$. Los valores net_act_n , $delay_act_n$ e INP_act_n no son parámetros de control. Estos valores son el resultado de procedimientos específicos de inicialización y de reconfiguración.

K.3.7.1 Configuraciones válidas

Las configuraciones enumeradas en el cuadro K.16 son válidas para la función PTM-TC.

Cuadro K.16/G.993.2 – Configuraciones válidas para la función PTM-TC

Parámetro	Capacidad
<i>type_n</i>	3
<i>net_min_n</i>	<i>net_min_n</i> puede soportarse para todas las configuraciones de entramado válidas.
<i>net_max_n</i>	<i>net_max_n</i> puede soportarse para todas las configuraciones de entramado válidas.
<i>net_reserve_n</i>	<i>net_reserve_n</i> puede soportarse para todas las configuraciones de entramado válidas.
<i>delay_max_n</i>	Todos los valores válidos de <i>delay_max_n</i> (véase el cuadro 12-42).
<i>INP_min_n</i>	Todos los valores válidos de <i>INP_min_n</i> (véase el cuadro 12-42).

K.3.7.2 Configuraciones obligatorias

Al implementar una función PTM-TC, una VTU debe soportar todas las combinaciones de valores de los parámetros de control PTM-TC para la función #0 PTM-TC indicada en los cuadros K.17 y K.18 en el sentido descendente y ascendente, respectivamente. El transmisor y el receptor deben soportar las características obligatorias indicadas en esos cuadros y en el cuadro K.19.

Cuadro K.17/G.993.2 – Configuraciones obligatorias en sentido descendente para la función #0 PTM-TC

Parámetro	Capacidad
<i>type_n</i>	3
<i>delay_max_n</i>	Se deben soportar todos los valores válidos.
<i>INP_min_n</i>	Se deben soportar todos los valores válidos.

Cuadro K.18/G.993.2 – Configuraciones obligatorias en sentido ascendente para la función #0 PTM-TC

Parámetro	Capacidad
<i>type_n</i>	3
<i>delay_max_n</i>	Se deben soportar todos los valores válidos.
<i>INP_min_n</i>	Se deben soportar todos los valores válidos.

Cuadro K.19/G.993.2 – Configuraciones bidireccionales obligatorias para la función PTM-TC

Parámetro	Capacidad
<i>bi_net_min</i>	<i>bi_net_min</i> se debe soportar para todas las configuraciones válidas de entramado con valores iguales o inferiores al MBDC definido en 6.2.7 para el perfil aplicable.
<i>bi_net_max</i>	<i>bi_net_max</i> se debe soportar para todas las configuraciones válidas de entramado con valores iguales o inferiores al MBDC definido en 6.2.7 para el perfil aplicable.
<i>bi_net_reserve</i>	<i>bi_net_reserve</i> se debe soportar para todas las configuraciones válidas de entramado con valores iguales o inferiores al MBDC definido en 6.2.7 para el perfil aplicable.

K.3.8 Funcionalidad

La funcionalidad de la PTM-TC implementará encapsulación de 64/65 octetos como se define en el anexo N/G.992.3 [10] e incluirá encapsulación, verificación de errores de paquetes, desacoplo de velocidades de datos y delimitación de tramas.

Para la supervisión de errores de trama, la PTM-TC transmisora insertará la CRC de 16 bits definida en el anexo N.3.3/G.992.3 [10].

K.3.9 Procedimientos del plano de gestión

K.3.9.1 Primitivas de vigilancia

Véase la cláusula N.4/G.992.3 [10].

K.3.9.2 Bits indicadores

Los bits indicadores para TPS-TC $\#n$ y el canal portador $\#n$ ($n = 0$ ó 1) se definen en 9.5.2.2. TIB $\#n-0$, TIB $\#n-1$, TIB $\#n-2$ y TIB $\#n-3$ se fijarán a 1 para su uso en el cuadro 9-5.

K.3.9.3 Formatos de instrucción de tara

K.3.9.3.1 Instrucción de inventario

Queda en estudio.

K.3.9.3.2 Instrucción de lectura del valor de control

Queda en estudio.

K.3.9.3.3 Instrucción de lectura de contador de gestión

Los octetos TPS-TC en la respuesta a la instrucción de lectura de contador de gestión de tara correspondiente a la función PTM-TC están en estudio. El bloque de valores de contador correspondiente a la función PTM-TC devuelta, descrito en el cuadro 11-17, tendrá una longitud cero.

K.3.10 Procedimiento de inicialización

La PTM-TC se configurará durante la inicialización utilizando el procedimiento descrito en K.1.10.

K.3.11 Reconfiguración en línea

La reconfiguración en línea de la PTM-TC está fuera del ámbito de la presente Recomendación. No hay un mecanismo especificado para modificar el valor de los parámetros de control de la función PTM-TC. Los valores de *net_act* y *delay_act* se actualizan automáticamente desde la función del trayecto de latencia PMS-TC subyacente.

K.3.11.1 Cambios a un tren existente

La actualización de los parámetros *net_act* y *delay_act* de una función PTM-TC existente sólo se debe producir en los límites de los octetos. La función PTM-TC en transmisión utiliza los nuevos valores de *net_act* y *delay_act* para generar octetos que siguen la señalización de la primitiva Frame.Synchflag.confirm. Los procedimientos de la función PTM-TC en recepción procesan octetos que siguen la señalización de la primitiva Frame.Synchflag.indicate utilizando los nuevos valores de esos parámetros.

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