



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

**UIT-T**

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

**G.992.1**

(06/99)

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

Sistemas de transmisión digital – Secciones digitales y  
sistemas digitales de línea – Redes de acceso

---

**Transceptores de línea de abonado digital  
asimétrica**

Recomendación UIT-T G.992.1

(Anteriormente Recomendación del CCITT)

---

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
<b>SISTEMAS INTERNACIONALES ANALÓGICOS DE PORTADORAS</b>	
CARACTERÍSTICAS GENERALES COMUNES A TODOS LOS SISTEMAS ANALÓGICOS DE PORTADORAS	G.200–G.299
CARACTERÍSTICAS INDIVIDUALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES DE PORTADORAS EN LÍNEAS METÁLICAS	G.300–G.399
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES EN RADIOENLACES O POR SATÉLITE E INTERCONEXIÓN CON LOS SISTEMAS EN LÍNEAS METÁLICAS	G.400–G.449
COORDINACIÓN DE LA RADIOTELEFONÍA Y LA TELEFONÍA EN LÍNEA	G.450–G.499
<b>EQUIPOS DE PRUEBAS</b>	
<b>CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN</b>	G.600–G.699
<b>SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DIGITAL</b>	
EQUIPOS TERMINALES	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
<b>Redes de acceso</b>	<b>G.990–G.999</b>

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

## RECOMENDACIÓN UIT-T G.992.1

### TRANSCEPTORES DE LÍNEA DE ABONADO DIGITAL ASIMÉTRICA

#### Resumen

La presente Recomendación describe los transceptores de línea de abonado digital asimétrica (ADSL) conectados a través de un par metálico trenzado que permite efectuar transmisiones de datos de alta velocidad entre el terminal de operador de red (ATU-C) y el terminal de cliente (ATU-R). Esta Recomendación proporciona una variedad de canales portadores conjuntamente con uno de los otros tres servicios que dependen del entorno:

- 1) transmisión ADSL simultánea en el mismo par con el servicio (de banda) vocal;
- 2) transmisión ADSL simultánea en el mismo par con servicios RDSI conformes a la Recomendación G.961 (apéndices I o II); o
- 3) transmisión ADSL en el mismo par con transmisión en banda vocal y TCM de RDSI (Recomendación G.961, apéndice III) en un par adyacente.

Los sistemas permiten velocidades de datos de 6 Mbit/s aproximadamente en sentido descendente y 640 kbit/s aproximadamente en sentido ascendente dependiendo de la instalación y entorno de ruido.

Esta Recomendación especifica las características de la capa física de la interfaz de línea de abonado digital asimétrica (ADSL) con bucles metálicos.

La presente Recomendación tiene por objeto ayudar a establecer las interfaces y el interfuncionamiento apropiados de unidades de transmisión ADSL en el extremo cliente (ATU-R) y en el extremo operador de red (ATU-C), como así también definir la capacidad de transporte de las unidades. El funcionamiento correcto se asegurará cuando estas dos unidades se fabriquen y suministren independientemente. Para conectar el extremo ATU-C al ATU-R se utiliza un solo par de hilos telefónicos trenzados. Las unidades de transmisión ADSL tratarán una diversidad de características de pares de hilos y de degradaciones típicas (por ejemplo, diafonía y ruido).

La unidad de transmisión ADSL puede enviar simultáneamente: portadoras símplex en sentido descendente, portadores dúplex, un canal dúplex analógico de banda base, y tara de línea ADSL para alineación de tramas, control de errores, operaciones y mantenimiento. Los sistemas soportan un mínimo de 6,144 Mbit/s en sentido descendente y 640 kbit/s en sentido ascendente.

Esta Recomendación incluye requisitos obligatorios, recomendaciones y opciones; esto se designa con los términos "deberá", "debería" y "puede", respectivamente. El futuro se utiliza solamente para indicar eventos que tienen lugar en un conjunto definido de circunstancias.

Se especifican dos categorías de calidad de funcionamiento. La calidad de categoría I se requiere para satisfacer esta Recomendación; para los equipos de categoría I no son necesarias opciones de mejora de calidad de funcionamiento. La categoría II indica un nivel de calidad más elevado (es decir, para líneas más largas y mayores degradaciones). La calidad y características de la categoría II no se requieren para satisfacer esta Recomendación.

La presente Recomendación define diversas capacidades y características opcionales:

- compensación de eco;
- modulación con código reticular;
- latencia doble;
- transporte de una referencia de temporización de red;
- transporte de STM y/o ATM;
- modos de alineación de trama con tara reducida;

El objetivo de esta Recomendación es proporcionar, mediante negociación durante la inicialización, la compatibilidad de interfaz y el interfuncionamiento entre transceptores que satisfacen esta Recomendación y entre transceptores que incluyen diferentes combinaciones de opciones.

#### Orígenes

La Recomendación UIT-T G.992.1 ha sido preparada por la Comisión de Estudio 15 (1997-2000) del UIT-T y fue aprobada por el procedimiento de la Resolución N.º 1 de la CMNT el 22 de junio de 1999.

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

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

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.

## 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.

© UIT 2000

Es propiedad. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse o utilizarse, de ninguna forma o por ningún medio, sea éste electrónico o mecánico, de fotocopia o de microfilm, sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

## ÍNDICE

### Página

1	Alcance .....	1
1.1	Modelo de referencia del sistema .....	2
1.2	Objetivos .....	3
2	Referencias.....	3
3	Definiciones .....	4
4	Abreviaturas.....	6
5	Modelos de referencia.....	10
5.1	Modelos de referencia del transmisor ATU-C.....	11
5.1.1	Modelo de referencia del transmisor ATU-C para transporte STM .....	11
5.1.2	Modelo de referencia de transmisor ATU-C para transporte ATM.....	12
5.2	Modelos de referencia del transmisor ATU-R.....	13
5.2.1	Modelo de referencia del transmisor ATU-R para transporte STM .....	13
5.2.2	Modelo de referencia del transmisor ATU-R para transporte ATM .....	14
5.3	Modelo de temporización del transmisor ATU-C/R (anexo C solamente).....	15
6	Capacidad de transporte.....	15
6.1	Transporte de datos STM.....	16
6.2	Transporte de datos ATM .....	17
6.3	Taras y velocidades binarias totales del sistema ADSL.....	19
7	Características funcionales de la ATU-C.....	20
7.1	Funcionalidades específicas del protocolo de transmisión STM.....	20
7.1.1	Interfaces V de entrada y salida de la ATU-C para transporte STM .....	20
7.1.2	Canales símplex en sentido descendente – Velocidades binarias.....	21
7.1.3	Canales dúplex en sentidos descendente/ascendente – Velocidades binarias.....	21
7.1.4	Retardo de transferencia de cabida útil.....	22
7.1.5	Estructura de alineación de trama para transporte STM.....	22
7.2	Funcionalidades específicas del protocolo de transporte ATM .....	22
7.2.1	Interfaz V de entrada y salida de la ATU-C para transporte ATM.....	22
7.2.2	Retardo de transferencia de cabida útil.....	23
7.2.3	Funcionalidades específicas de la célula ATM.....	23
7.2.4	Estructura de alineación de trama para transporte ATM .....	25
7.3	Referencia de temporización de red (NTR).....	26
7.3.1	Necesidad de la NTR.....	26
7.3.2	Transporte de la NTR .....	26

	<b>Página</b>
7.4	Alineación de trama ..... 27
7.4.1	Símbolos de datos ..... 28
7.4.2	Sincronización ..... 35
7.4.3	Alineación de trama de tara reducida ..... 38
7.5	Aleatorizadores ..... 39
7.6	Corrección de errores hacia delante ..... 40
7.6.1	Codificación de Reed-Solomon ..... 40
7.6.2	Sincronización de supertrama con corrección de errores hacia adelante Reed-Solomon ..... 41
7.6.3	Intercalación ..... 41
7.6.4	Soporte de velocidades binarias superiores en sentido descendente con $S = 1/2$ (opcional) ..... 42
7.7	Ordenación de tonos ..... 42
7.8	Codificación de constelación (versión de código reticular) ..... 44
7.8.1	Extracción de bits ..... 44
7.8.2	Conversión de bits ..... 45
7.8.3	Fraccionamiento de conjunto y diagrama reticular ..... 45
7.8.4	Codificador de constelación ..... 49
7.9	Codificador de constelación – Sin codificación reticular ..... 52
7.9.1	Extracción de bits ..... 52
7.9.2	Codificador de constelación ..... 52
7.10	Aplicación de un factor de escala de ganancia ..... 52
7.11	Modulación ..... 53
7.11.1	Subportadoras ..... 53
7.11.2	Modulación por la transformada discreta inversa de Fourier (IDFT) ..... 54
7.11.3	Símbolo de sincronización ..... 54
7.11.4	Símbolo de sincronización inverso (anexo C solamente) ..... 55
7.12	Prefijo cíclico ..... 55
7.13	Gama dinámica del transmisor ..... 55
7.13.1	Velocidad de recorte máxima ..... 55
7.13.2	Ruido/distorsión de fondo ..... 55
7.14	Plantillas espectrales de transmisión en sentido descendente de la ATU-C ..... 56
7.15	Correspondencia de bits doble y conversión de velocidad (anexo C solamente) ..... 56
7.16	Correspondencia de bits FEXT (anexo C solamente) ..... 56
8	Características funcionales de la ATU-R ..... 56
8.1	Funcionalidades específicas del protocolo de transmisión STM ..... 57
8.1.1	Interfaces T de entrada y salida de la ATU-R para transporte STM ..... 57
8.1.2	Canales símplex en sentido descendente – Velocidades binarias del transceptor ..... 58

	<b>Página</b>
8.1.3	Canales dúplex – Velocidades binarias del transceptor..... 58
8.1.4	Estructura de alineación de trama para transporte STM..... 58
8.2	Funcionalidades específicas del protocolo de transporte ATM..... 58
8.2.1	Interfaces T de entrada y salida de la ATU-R para transporte ATM..... 58
8.2.2	Funcionalidades específicas de célula ATM ..... 59
8.2.3	Estructura de alineación de trama para transporte ATM..... 59
8.3	Referencia de temporización de red..... 60
8.4	Alineación de trama ..... 60
8.4.1	Símbolos de datos..... 60
8.4.2	Sincronización ..... 64
8.4.3	Alineación de trama con tara reducida ..... 66
8.5	Aleatorizadores ..... 66
8.6	Corrección de errores hacia adelante ..... 66
8.7	Ordenación de tonos ..... 67
8.8	Codificador de constelación – Versión reticular..... 67
8.9	Codificador de constelación – Versión no codificada ..... 67
8.10	Aplicación de un factor de escala de ganancia..... 67
8.11	Modulación ..... 67
8.11.1	Subportadoras ..... 67
8.11.2	Modulación por la transformada de Fourier discreta inversa ..... 68
8.11.3	Símbolo de sincronización..... 68
8.11.4	Símbolo de sincronización inversa (anexo C solamente)..... 68
8.12	Prefijo cíclico..... 68
8.13	Gama dinámica del transmisor..... 69
8.13.1	Velocidad máxima de recorte ..... 69
8.13.2	Umbral mínimo de ruido/distorsión ..... 69
8.14	Respuesta espectral del transmisor ATU-R en sentido ascendente ..... 69
8.15	Correspondencia de bits doble y conversión de velocidad (anexo C solamente) ..... 69
8.16	Correspondencia de bits FEXT (anexo C solamente)..... 69
9	Operaciones y mantenimiento del EOC..... 70
9.1	EOC libre ..... 70
9.2	Requisitos del canal de operaciones incrustado (EOC) ..... 70
9.2.1	Organización y protocolo del EOC..... 70
9.2.2	Estructura del mensaje EOC..... 70
9.2.3	Conjuntos de mensajes EOC ..... 72
9.2.4	Registros de datos en la ATU-R ..... 76
9.2.5	Estados de protocolo EOC..... 77

	<b>Página</b>
9.3	Comprobación y vigilancia de la calidad de funcionamiento..... 84
9.3.1	Primitivas relacionadas con la línea ADSL..... 85
9.3.2	Primitivas relacionadas con el trayecto de datos STM..... 87
9.3.3	Primitivas relacionadas con el trayecto de datos ATM..... 87
9.4	Fallos y parámetros de calidad de funcionamiento..... 89
9.5	Parámetros de prueba..... 89
9.5.1	Parámetros de prueba del extremo cercano..... 90
9.5.2	Parámetros de prueba del extremo lejano..... 90
10	Inicialización..... 90
10.1	Panorama general..... 90
10.1.1	Funciones básicas de inicialización..... 90
10.1.2	Transparencia en métodos de separación de señales en sentido ascendente y descendente..... 92
10.1.3	implementación de opciones de servicio para ADSL..... 92
10.1.4	Reposición durante la inicialización y transmisión de datos..... 92
10.1.5	Inicialización con hipertrama (anexo C únicamente)..... 92
10.2	Entrada en contacto – ATU-C..... 92
10.2.1	Mensajes CL..... 93
10.2.2	Mensajes MS..... 93
10.3	Entrada en contacto – ATU-R..... 94
10.3.1	Mensajes CL..... 94
10.3.2	Mensajes MS..... 95
10.4	Acondicionamiento del transceptor – ATU-C..... 96
10.4.1	C-QUIET2..... 96
10.4.2	C-PILOT1..... 96
10.4.3	C-PILOT1A..... 97
10.4.4	C-QUIET3A..... 97
10.4.5	C-REVERB1..... 97
10.4.6	C-PILOT2..... 98
10.4.7	C-ECT..... 98
10.4.8	C-REVERB2..... 98
10.4.9	C-QUIET5..... 98
10.4.10	C-PILOT3..... 98
10.4.11	C-REVERB3..... 98
10.5	Acondicionamiento del receptor – ATU-R..... 99
10.5.1	R-QUIET2..... 99
10.5.2	R-REVERB1..... 99
10.5.3	R-QUIET3..... 100

	<b>Página</b>
10.5.4 R-ECT.....	100
10.5.5 R-REVERB2 .....	100
10.6 Análisis del canal (ATU-C) .....	100
10.6.1 C-SEGUE1 .....	101
10.6.2 C-RATES1.....	101
10.6.3 C-CRC1 .....	102
10.6.4 C-MSG1.....	102
10.6.5 C-CRC2 .....	104
10.6.6 C-MEDLEY.....	104
10.7 Análisis del canal (ATU-R) .....	104
10.7.1 R-SEGUE1 .....	105
10.7.2 R-REVERB3 .....	105
10.7.3 R-SEGUE2 .....	105
10.7.4 R-RATES1.....	105
10.7.5 R-CRC1 .....	106
10.7.6 R-MSG1.....	106
10.7.7 R-CRC2 .....	107
10.7.8 R-MEDLEY.....	107
10.7.9 R-REVERB4 .....	108
10.8 Intercambio – ATU-C .....	108
10.8.1 C-REVERB4 .....	109
10.8.2 C-SEGUE2 .....	109
10.8.3 C-RATES-RA.....	109
10.8.4 C-CRC-RA1 .....	110
10.8.5 C-MSG-RA.....	111
10.8.6 C-CRC-RA2 .....	111
10.8.7 C-REVERB-RA.....	111
10.8.8 C-SEGUE-RA .....	111
10.8.9 C-MSG2.....	111
10.8.10 C-CRC3 .....	113
10.8.11 C-RATES2.....	113
10.8.12 C-CRC4 .....	114
10.8.13 C-B&G.....	114
10.8.14 C-CRC5 .....	115
10.8.15 C-REVERB5 .....	115
10.8.16 C-SEGUE3 .....	115
10.9 Intercambio – ATU-R.....	115
10.9.1 R-SEGUE3 .....	115
10.9.2 R-MSG-RA.....	115

	<b>Página</b>
10.9.3 R-CRC-RA1 .....	117
10.9.4 R-RATES-RA.....	117
10.9.5 R-CRC-RA2 .....	118
10.9.6 R-REVERB-RA.....	118
10.9.7 R-SEGUE-RA .....	118
10.9.8 R-MSG2.....	118
10.9.9 R-CRC3 .....	120
10.9.10 R-RATES2.....	120
10.9.11 R-CRC4 .....	120
10.9.12 R-REVERB5 .....	121
10.9.13 R-SEGUE4 .....	121
10.9.14 R-B&G.....	121
10.9.15 R-CRC5 .....	122
10.9.16 R-REVERB6 .....	122
10.9.17 R-SEGUE5 .....	122
10.9.18 Detalles de la temporización de inicialización .....	122
11 Adaptación y reconfiguración en línea del AOC .....	125
11.1 Canal de control de tara ADSL (AOC).....	125
11.1.1 Encabezamiento del mensaje AOC .....	125
11.1.2 Protocolo AOC .....	125
11.2 Adaptación en línea – Transposición de bits .....	126
11.2.1 Canal de transposición de bits .....	126
11.2.2 Cómputo de supertramas .....	126
11.2.3 Petición de transposición de bits .....	126
11.2.4 Petición de transposición de bits ampliada.....	127
11.2.5 Acuse de recibo de transposición de bits.....	128
11.2.6 Transposición de bits – Receptor.....	128
11.2.7 Transposición de bits – Transmisor.....	129
Anexo A – Requisitos específicos para un sistema ADSL que funciona en la banda de frecuencias por encima de las utilizadas por el servicio telefónico ordinario (POTS).....	129
A.1 Características funcionales de la ATU-C (relacionadas con cláusula 7) .....	129
A.1.1 Frecuencia piloto (complementa a 7.11.1.2) .....	129
A.1.2 Plantillas espectrales de transmisión en sentido descendente de la ATU-C (sustituye a 7.14).....	129
A.1.3 Plantilla PSD del transmisor de la ATU-C para paradiafonía reducida .....	133
A.2 ATU-R (véase la cláusula 8).....	134
A.2.1 Modulación efectuada mediante la transformada de Fourier discreta inversa (véase 8.11.2) .....	134
A.2.2 Símbolo de sincronización (complementa a 8.11.3).....	135

	<b>Página</b>
A.2.3	Prefijo cíclico (sustituye a 8.12) ..... 135
A.2.4	Plantilla espectral del transmisor de la ATU-R (sustituye a 8.14)..... 135
A.2.5	Frecuencia de Nyquist (complementa a 8.11.1.2)..... 139
A.3	Inicialización (véase la cláusula 10) ..... 139
A.3.1	Reducción de potencia (complementa a 10.4.5.1)..... 139
A.3.2	Atenuación media de bucle estimada en sentido ascendente (véase 10.8.9.1)..... 139
A.3.3	Atenuación media de bucle estimada en sentido descendente (complementa a 10.9.8.1) ..... 139
A.3.4	C-PILOT1 (complementa a 10.4.2) ..... 139
A.3.5	R-REVERB1 (véase 10.5.2)..... 139
A.3.6	C-ECT (véase 10.4.7) ..... 140
A.3.7	R-ECT (véase 10.5.4) ..... 140
A.3.8	C-MSG2 (complementa a 10.8.9)..... 140
A.3.9	R-MSG2 (complementa a 10.9.8)..... 140
A.4	Características eléctricas (nuevas) ..... 140
A.4.1	Características de c.c. .... 140
A.4.2	Características de la banda vocal ..... 141
A.4.3	Características de la banda ADSL ..... 141
 Anexo B – Requisitos específicos de un sistema ADSL que funciona en la banda de frecuencias por encima de la utilizada en la RDSI según lo definido en los apéndices I y II de la Recomendación UIT-T G.961..... 142	
B.1	Características funcionales de una ATU (véase la cláusula 7) ..... 142
B.1.1	Subportadoras de datos (véase 7.11.1.1) ..... 143
B.1.2	Frecuencia piloto (véase 7.11.1.2)..... 143
B.1.3	Plantilla espectral de transmisión en sentido descendente (reemplaza a 7.14)..... 143
B.2	Características funcionales de una ATU-R (véase la cláusula 8) ..... 146
B.2.1	Modelos de referencia de transmisor ATU-R..... 146
B.2.2	Plantilla espectral de transmisión en sentido ascendente de ATU-R (reemplaza a 8.14) ..... 147
B.2.3	Subportadoras de datos (reemplaza a 8.11.1.1) ..... 150
B.2.4	Frecuencia piloto ..... 151
B.2.5	Frecuencia de Nyquist (complementa a 8.11.1.2)..... 151
B.2.6	Modulación por la transformada de Fourier discreta inversa (reemplaza a 8.11.2)..... 151
B.2.7	Símbolo de sincronización (complementa a 8.11.3)..... 151
B.2.8	Prefijo cíclico (reemplaza a 8.12)..... 151
B.3	Inicialización (véase la cláusula 10) ..... 151
B.3.1	Entrada en contacto – ATU-C (complementa a 10.2) ..... 151
B.3.2	Entrada en contacto – ATU-R (complementa a 10.3) ..... 152

B.3.3	Reducción de potencia (complementa a 10.4.5.1).....	153
B.3.4	Atenuación de bucle en sentido ascendente media estimada (véase 10.8.9.1).....	153
B.3.5	Atenuación de bucle en sentido descendente media estimada (véase 10.9.8.1).....	153
B.3.6	C-PILOT1 (para 10.4.3).....	153
B.3.7	R-REVERB1 (complementa 10.5.2).....	153
B.3.8	R-MEDLEY (reemplaza a 10.7.8).....	153
B.3.9	C-MSG2 (complementa a 10.8.9).....	154
B.3.10	R-MSG2 (complementa a 10.9.8).....	154
B.3.11	C-ECT y R-ECT (complementa a 10.4.7 y 10.5.4).....	154
B.3.12	C-B&G (reemplaza a 10.8.13).....	154
Anexo C	– Requisitos específicos de un sistema ADSL que funciona en el mismo cable que una RDSI, según lo definido en el apéndice III de la Recomendación G.961 .....	156
C.1	Alcance .....	156
C.2	Definiciones .....	156
C3	Modelos de referencia.....	157
C.3.1	Modelo de referencia del transmisor de la ATU-C (reemplaza a las figuras de 5.1) .....	157
C.3.2	Modelo de referencia del transmisor de la ATU-R (reemplaza a las figuras de 5.2) .....	158
C.3.3	Modelo de temporización del transmisor de ATU-C/R (reemplaza a 5.3)....	159
C.4	Características funcionales de ATU-C (pertenece a la cláusula 7).....	162
C.4.1	Funcionalidad específica de los protocolos de transmisión STM (pertenece a 7.1).....	162
C.4.2	Funcionalidades específicas de los protocolos de transmisión ATM (pertenece a 7.2).....	163
C.4.3	Alineación de trama (pertenece a 7.4) .....	164
C.4.4	Mapa de bits doble y conversión de velocidad (reemplaza a 7.15) .....	169
C.4.5	Mapa de bits de FEXT (reemplaza a 7.16) .....	171
C.4.6	Ordenación de tonos (reemplaza a 7.7) .....	172
C.4.7	Modulación (pertenece a 7.11) .....	172
C.4.8	Plantilla espectral de transmisión en sentido descendente de ATU-C (reemplaza a 7.14) .....	173
C.5	Características funcionales de un ATU-R (pertenece a la cláusula 8).....	173
C.5.1	Alineación de trama (pertenece a 8.4) .....	173
C.5.2	Mapa de bits doble y conversión de velocidad (reemplaza a 8.15) .....	177
C.5.3	Mapa de bits de FEXT (reemplaza a 8.16).....	178
C.5.4	Ordenación de tonos (pertenece a 8.7).....	178
C.5.5	Modulación (pertenece a 8.11) .....	179

C.5.6	Plantilla espectral de transmisión en sentido ascendente de ATU-R (complementa a 8.14) .....	179
C.6	Operaciones y mantenimiento de EOC (pertenece a la cláusula 9) .....	179
C.6.1	Primitivas relacionadas con línea ADSL (complementa a 9.3.1) .....	179
C.6.2	Parámetros de prueba (complementa a 9.5).....	179
C.7	Inicialización.....	180
C.7.1	Inicialización con hipertrama (reemplaza a 10.1.5).....	180
C.7.2	Entrada en contacto – ATU-C (complementa a 10.2) .....	184
C.7.3	Entrada en contacto – ATU-R (complementa a 10.3) .....	184
C.7.4	Acondicionamiento del transceptor – ATU-C (complementa a 10.4).....	185
C.7.5	Acondicionamiento de transceptor – ATU-R (complementa a 10.5) .....	186
C.7.6	Análisis de canal (ATU-C) (complementa a 10.6) .....	187
C.7.7	Análisis de canal (ATU-R) (complementa a 10.7) .....	189
C.7.8	R-SEGUE1 (complementa a 10.7.1) .....	190
C.7.9	Intercambio – ATU-C (complementa a 10.8).....	192
C.7.10	Intercambio – ATU-R (complementa a 10.9).....	193
C.8	Adaptación y reconfiguración en línea de AOC (pertenece a la cláusula 11).....	197
Anexo D – Diagramas de estados de ATU-C y ATU-R .....		198
D.1	Introducción .....	198
D.2	Definiciones .....	198
D.3	Diagramas de estados.....	199
Anexo E – Divisores del POTS y RDSI de acceso a velocidad básica .....		205
E.1	Tipo 1 – Europeo .....	205
E.1.1	Adaptación de impedancias .....	205
E.1.2	Pérdida de retorno.....	206
E.1.3	Pérdida de inserción.....	206
E.1.4	Distorsión de la pérdida de inserción.....	206
E.1.5	Aislamiento.....	207
E.1.6	Potencia de la señal.....	207
E.1.7	Señal de llamada.....	207
E.1.8	Asimetría con respecto a Tierra (ETS-300.001 § 4.2.1 y § 4.2.2) .....	207
E.1.9	Frecuencias y niveles de medición de impulsos (ETS-300.001 § 1.7.8) .....	207
E.2	Tipo 2 – América del Norte .....	207
E.2.1	Introducción.....	207
E.2.2	Características de corriente continua (c.c.).....	211
E.2.3	Características de banda vocal.....	211
E.2.4	Prueba de banda de la ADSL.....	218
E.2.5	Consideraciones relativas a aspectos físicos de los locales propios .....	220
E.3	Tipo 3 – ADSL en la RDSI (Recomendación UIT-T G.961 apéndice I o II) .....	220

	<b>Página</b>
E.4 Tipo 4 – Tipo para Japón .....	220
E.4.1 Introducción .....	220
E.4.2 Características de corriente continua (c.c.) .....	221
E.4.3 Características de c.a. ....	222
Anexo F – Clasificación y calidad de funcionamiento de ATU-x para la Región A (América del Norte) .....	228
F.1 Definiciones de clasificación .....	228
F.2 Requisitos de calidad de funcionamiento .....	228
F.2.1 Interferencia de diafonía .....	229
F.2.2 Ruido impulsivo .....	230
F.2.3 Servicio telefónico ordinario (POTS).....	231
Anexo G – Clasificación y calidad de funcionamiento de ATU-x para la Región B (Europa)	232
G.1 Requisitos de calidad de funcionamiento .....	232
Apéndice I – Interfaz lógica entre la capa ATM y la capa física .....	233
Apéndice II – Adaptación de velocidad dinámica (en línea) .....	236
II.1 Introducción .....	236
II.1.1 Conceptos generales .....	236
II.2 Protocolo y mensajes DRA .....	237
II.2.1 Concepto de DRA.....	237
II.2.2 Mensajes DRA-AOC .....	237
II.3 Supervisión .....	237
II.3.1 DRA_Monitor_Request.....	238
II.3.2 DRA_Monitor_Reply .....	238
II.4 Configuración .....	239
II.4.1 DRA_Configuration_Request .....	239
II.4.2 DRA_Configuration_Reply.....	240
II.5 Intercambio .....	241
II.5.1 DRA_Exchange_Request .....	241
II.5.2 DRA_Exchange_Reply.....	242
II.6 Transposición.....	243
II.6.1 Ejemplo.....	244
II.6.2 DRA_Swap_Request.....	245
II.6.3 DRA_Swap_Reply .....	245
II.7 Diagrama de estados de DRA .....	246
II.7.1 Convenios relativos a la máquina de estados .....	246
II.7.2 Máquina de estados de ATU-R.....	247
II.7.3 Máquina de estados de ATU-C.....	248

## Recomendación G.992.1

### TRANSCEPTORES DE LÍNEA DE ABONADO DIGITAL ASIMÉTRICA

(Ginebra, 1999)

#### 1 Alcance

Para las interrelaciones de esta Recomendación con otras Recomendaciones de la serie G.99x, véase la Recomendación G.995.1.

Esta Recomendación describe la interfaz entre la red de telecomunicaciones y la instalación de cliente en términos de su interacción y características eléctricas. Los requisitos de esta Recomendación se aplican a una línea de abonado digital asimétrica (ADSL, *asymmetric digital subscriber line*) simple.

La ADSL suministra una diversidad de canales portadores junto con otros servicios:

- ADSL en el mismo par con servicios de banda vocal (que incluye servicios telefónicos ordinarios y servicios de datos de banda vocal). La ADSL ocupa una banda de frecuencias por encima de la banda vocal, separada de la misma por filtros.
- ADSL en el mismo par que la RDSI como se define en la Recomendación G.961 apéndices I y II. La ADSL ocupa una banda de frecuencias por encima de la RDSI, y se separa de la misma por filtros.
- ADSL en el mismo par que los servicios de banda vocal (incluidos servicios telefónicos ordinarios (POTS) y servicios de datos en banda vocal), y con la RDSI como se define en la Recomendación G.961 apéndice III en un par adyacente.

En el sentido operador de red a instalaciones del cliente (es decir, sentido descendente), los canales portadores pueden constar de canales portadores de baja velocidad en dúplex completo y canales portadores de alta velocidad símplex; en el otro sentido (es decir, sentido ascendente), sólo se suministran canales portadores de baja velocidad.

El sistema de transmisión se diseña para funcionar con pares de cables metálicos trenzados de dos hilos de diferentes diámetros. Esta Recomendación se basa en la utilización de cables sin bobinas de carga, pero se aceptan ramas múltiples en todas las situaciones salvo algunas inusuales.

Esta Recomendación, específicamente:

- define las opciones y gamas combinadas de los canales portadores en transmisión símplex y dúplex completa suministrados;
- define el código de línea y la composición espectral de las señales transmitidas por los extremos ATU-C y ATU-R;
- especifica las señales de transmisión en ATU-C y ATU-R;
- describe la organización en tramas de los datos transmitidos y recibidos;
- define las funciones del canal de operaciones;
- define la ATU-R para funciones de interfaz del módulo o módulos de servicio;
- define la subcapa de convergencia de transmisión para transporte ATM.

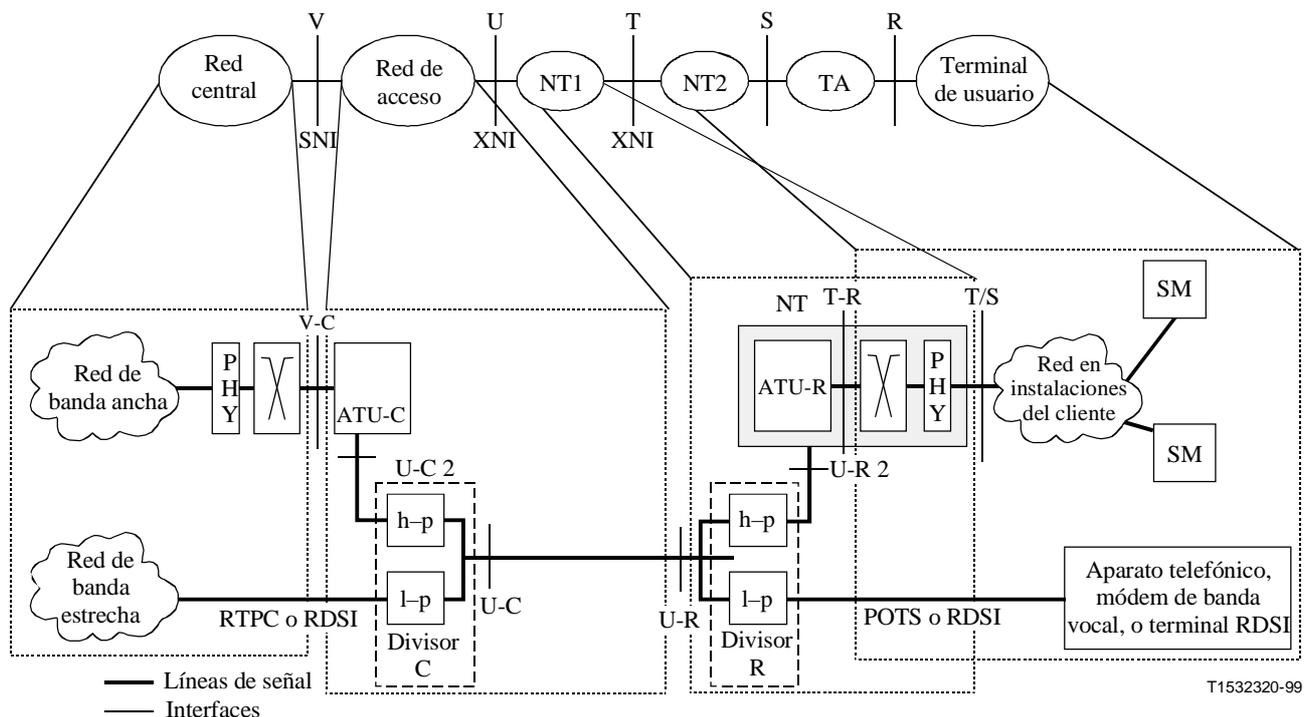
Asimismo, en los anexos A, B y C:

- describe la técnica de transmisión empleada para soportar el transporte simultáneo en un solo par trenzado de servicios en banda vocal y canales portadores símplex y dúplex;

- describe la técnica de transmisión empleada para soportar el transporte simultáneo en un solo par trenzado de servicios RDSI conforme a la Recomendación G.961, apéndices I y II, y canales portadores de transmisión símplex y dúplex;
- describe la técnica de transmisión empleada para soportar el transporte simultáneo en un solo par trenzado de servicios en banda vocal y canales portadores de transmisión símplex y dúplex cuando están sujetos a diafonía originada por la RDSI como se define en la Recomendación G.961 apéndice III.

## 1.1 Modelo de referencia del sistema

El modelo de referencia del sistema que se muestra en la figura 1-1 ilustra los bloques funcionales requeridos para suministrar el servicio ADSL.



NOTA 1 – Las interfaces U-C y U-R se definen en esta Recomendación. Las interfaces VC y T-R sólo se definen en términos de funciones lógicas, no físicas. La interfaz T/S no se define en esta Recomendación.

NOTA 2 – La interfaz V-C puede constar de una o más interfaces para uno o más sistemas de conmutación (STM o ATM).

NOTA 3 – La implementación de las interfaces V-C y T-R es opcional cuando los elementos de interfaz están integrados en un elemento común.

NOTA 4 – Uno u otro filtro de paso alto, que forma parte de los divisores, se puede integrar en el ATU-x; si así fuera, las interfaces U-C 2 y U-R 2 serán las mismas que las interfaces U-C y U-R, respectivamente.

NOTA 5 – Se puede interponer en la interfaz V-C una prestación de portadora digital (por ejemplo, ampliación SONET).

NOTA 6 – Debido a la asimetría de las señales en la línea, las señales transmitidas se especificarán de manera diferente en los puntos de referencia U-R y U-C.

NOTA 7 – La naturaleza de la instalación del cliente y la red en instalaciones del cliente (por ejemplo, línea colectiva o estrella, tipo de medios) queda en estudio.

NOTA 8 – Se puede definir más de un tipo de interfaz T-R, y se puede proporcionar más de un tipo de interfaz T/S de una NT ADSL (por ejemplo, tipos de funcionalidades NT1 o NT2).

NOTA 9 – Una versión futura de esta Recomendación se puede ocupar de los requisitos de la distribución de la instalación del cliente y de la red domiciliaria.

NOTA 10 – Las especificaciones de los divisores figuran en el anexo E.

**Figura 1-1/G.992.1 – Modelo de referencia del sistema ADSL**

## 1.2 Objetivos

Esta Recomendación define el conjunto de requisitos mínimos para proporcionar la transmisión simultánea satisfactoria entre la red y la interfaz del cliente de una diversidad de canales símplex de alta velocidad y dúplex de baja velocidad y otros servicios tales como el servicio telefónico ordinario o la RDSI. La Recomendación permite a los proveedores de red una utilización ampliada de facilidades con hilos de cobre existentes. Se especifican todos los aspectos de la capa física para asegurar la compatibilidad entre el equipo en la red y el equipo en un sitio distante. Los equipos se pueden implementar con funciones y procedimientos adicionales.

## 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.

- Recomendación UIT-T G.961 (1993), *Sistema de transmisión digital por líneas locales metálicas para el acceso a velocidad básica de la red digital de servicios integrados.*
- Recomendación UIT-T G.994.1 (1999), *Procedimientos de toma de contacto para transceptores de línea de abonado digital.*
- Recomendación UIT-T G.996.1 (1999), *Procedimientos de prueba para transceptores de líneas de abonado digitales.*
- Recomendación UIT-T G.997.1 (1999), *Gestión de capa física para transceptores de línea de abonado digital.*
- Recomendación UIT-T I.361 (1999), *Especificación de la capa modo de transferencia asíncrono de la red digital de servicios integrados de banda ancha.*
- Recomendación UIT-T I.432.1 (1999), *Interfaz usuario-red de la red digital de servicios integrados de banda ancha – Especificación de la capa física: Características generales.*

### Para el anexo B:

- ETSI TS 102 080 V1.3.1 (1998), *Transmission and Multiplexing (TM); Integrated Services Digital Network (ISDN) basic rate access; Digital transmission system on metallic local lines.*

### Para el anexo E:

- Recomendación UIT-T G.117 (1996), *Aspectos de la asimetría con respecto a tierra que influyen en la transmisión.*
- Recomendación UIT-T Q.552 (1996), *Características de transmisión en las interfaces analógicas a dos hilos de una central digital.*
- ETSI ETS 300 001 ed.4 (1997), *Attachments to the Public Switched Telephone Network (PSTN); General technical requirements for equipment connected to an analogue subscriber interface in the PSTN.*

### 3 Definiciones

En esta Recomendación se definen los siguientes términos:

**3.1 líneas ADSL:** Véase 5.1/G.997.1.

**3.2 tara del sistema de línea de abonado digital asimétrica:** Toda tara necesaria para el control del sistema, incluidos bytes de sincronización CRC, EOC, AOC, bits indicadores fijos para OAM, y FEC; es decir, la diferencia entre velocidad de datos total y velocidad de datos neta.

**3.3 velocidad de datos global:** Velocidad de datos transmitida por un sistema ADSL en cualquier sentido; incluye la velocidad de datos neta y la tara utilizada por el sistema para bytes de verificación EOC, AOC, CRC, bits indicadores fijos para OAM, bytes de control de sincronización y capacidad para control de sincronización de canal portador (es decir,  $K_F + K_I$  veces 32 kbit/s); no incluye redundancia FEC Reed-Solomon.

**3.4 anomalías:** Una anomalía es una discrepancia entre las características reales y deseadas de un ítem. Las características deseadas se pueden expresar en la forma de una especificación. Una anomalía puede afectar o no la capacidad de un sistema para efectuar una función requerida. Las anomalías de calidad de funcionamiento se definen en 9.3.1.1 (véase la figura 9-4).

**3.5 canal portador:** Tren de datos de usuario de una velocidad de datos especificada que un sistema ADSL transporta transparentemente.

**3.6 ramas múltiples:** Secciones de cables de pares trenzados sin terminación conectados en paralelo a través del cable en consideración.

**3.7 categoría I:** Categoría básica de transceptores sin opciones de mejoras en la calidad que satisface un conjunto de requisitos de calidad básico.

**3.8 categoría II:** Categoría de transceptores con opciones de mejora de calidad que satisface un conjunto de requisitos de calidad ampliados.

**3.9 canalización:** Atribución de la velocidad de datos neta a canales portadores.

**3.10 trama de datos:** Agrupación de bytes procedentes de trayectos rápidos e intercalados en el periodo de tiempo de un solo símbolo después de la adición de bytes FEC y de la intercalación (en el punto de referencia C de la figura 7-5).

**3.11 velocidad de símbolos de datos:** Velocidad neta media (después de deducir la tara del símbolo de sincronización) en la que se transmiten símbolos que transportan datos de usuario (= 4 kbaudios).

**3.12 dB<sub>rn</sub>:** Relación (en decibeles) de un nivel de potencia con respecto a una potencia de referencia de 1 pW (equivalente a -90 dBm) (Referencia: Recomendación O.41, anexo A).

**3.13 defectos:** Interrupción limitada en la capacidad de un ítem para ejecutar una función requerida. Puede conducir o no a acciones de mantenimiento, que dependen de los resultados de análisis adicionales. Las anomalías sucesivas que producen una disminución en la capacidad de un ítem para efectuar una función requerida son consideradas como defecto (véase la figura 9-4).

**3.14 símbolo multitono discreto (DMT, *discrete multitone*):** Conjunto de valores complejos  $\{Z_i\}$  que forman las entradas en el dominio de la frecuencia a la transformada de Fourier discreta inversa (IDFT) (véase 7.11.2). El símbolo DMT es equivalente al conjunto de muestras de tiempo de valor verdadero,  $\{x_n\}$ , referido al conjunto de  $\{Z_i\}$  a través de la IDFT.

**3.15 sentido descendente:** Transporte de datos en el sentido ATU-C a ATU-R.

**3.16 latencia doble:** Transporte simultáneo de canales portadores de datos múltiples en cualquier sentido, en el que se atribuyen datos de usuario a los trayectos rápido e intercalado; es decir, la suma de  $(B_F) > 0$  y la suma de  $(B_I) > 0$ .

- 3.17 canal de operaciones incrustado:** Componente de la tara del sistema ADSL que proporciona comunicaciones entre entidades de gestión en las ATU-C y ATU-R. Incluye modos en canal libre y mensajes con indicación de estado.
- 3.18 extremo lejano:** Se refiere a la calidad de funcionamiento de la señal recibida por el bucle en sentido descendente a la entrada de la ATU-R, cuando esta calidad se comunica a la ATU-C en indicadores en sentido ascendente (véase la figura 9-4); o bien a la calidad de funcionamiento de la señal recibida en el lado bucle en sentido ascendente a la entrada de la ATU-C, cuando esta calidad se comunica a la ATU-R en indicadores de tara en sentido descendente; este caso es una imagen especular de la anterior (véase la figura 9-4).
- 3.19 trama de datos de salida con corrección de errores hacia adelante:** Agrupación de bytes de trayecto rápido o intercalado en el periodo de tiempo de un solo símbolo después de la adición de bytes FEC y antes de la intercalación (en el punto de referencia B de las figuras 7-8 y 7-9).
- 3.20 bits indicadores:** Bits utilizados para fines de OAM; incorporados en los bytes de sincronización.
- 3.21 bobinas de carga:** Inductores colocados en serie en el cable a intervalos regulares con el objeto de mejorar la respuesta en banda vocal; se retiran para utilizar la DSL.
- 3.22 trama de datos multiplexados:** Agrupación de bytes de trayecto rápido o intercalado en el periodo de tiempo de un solo símbolo antes de la adición de bytes FEC y de la intercalación (en el punto de referencia A de las figuras 7-8 y 7-9).
- 3.23 extremo cercano:** Se refiere a la calidad de funcionamiento de la señal recibida en el lado bucle a la entrada de la ATU (véase la figura 9-4).
- 3.24 velocidad de datos neta:** Velocidad de datos que está disponible para datos de usuario en cualquier sentido; para el sentido descendente esta velocidad es la suma de las velocidades de datos símplex y dúplex neta.
- 3.25 referencia de temporización de red:** Marcador de temporización de 8 kHz utilizado para soportar la distribución de una referencia de temporización sobre la red.
- 3.26 primitivas:** Mediciones básicas de calidad de funcionamiento generalmente obtenidas a partir de códigos de línea de señal digital y formatos de trama, o presentadas en indicadores de tara procedentes del extremo lejano. Las primitivas de calidad de funcionamiento se dividen en eventos, anomalías y defectos. Las primitivas también pueden ser medidas básicas de otras cantidades (por ejemplo, energía de corriente alterna o de batería), obtenidas generalmente de indicadores de equipos (véase la figura 9-4).
- 3.27 subportadora:** Entrada específica de valor complejo,  $Z_i$ , a la transformada de Fourier discreta inversa (véase 7.11.2).
- 3.28 tiempo de presentación:** Estado de la ATU-C o la ATU-R – alcanzado luego de haberse completado todas las operaciones de inicialización y acondicionamiento – en el que se transmiten los datos de usuario.
- 3.29 latencia simple:** Transporte simultáneo de uno o más canales portadores en cualquier sentido, en el que se atribuyen todos los datos de usuario al trayecto rápido o al intercalado; es decir la suma  $(B_F) > 0$  o bien la suma  $(B_I) > 0$ .
- 3.30 divisor:** Filtro que separa las señales de frecuencia elevada (ADSL) de las señales de banda vocal; denominado frecuentemente divisor del servicio telefónico ordinario (POTS) aun cuando las señales de banda vocal pueden abarcar más que ese servicio.
- 3.31 supertrama:** Grupo de 68 símbolos de datos y un símbolo de sincronización con un tiempo de duración total de 17 ms (véase la figura 7-5).

- 3.32 velocidad de símbolos:** Velocidad a la que se transmiten todos los símbolos, incluido el símbolo de sincronización [ $(69/68)*4,0 = 4,0588$  kbaudios]; contrastada con la velocidad de símbolos de datos.
- 3.33 byte de sincronización:** Byte de tara presente al comienzo de cada trama de datos múltiplex (denominado byte "rápido" en el trayecto rápido y byte "de sincronización" en el trayecto intercalado).
- 3.34 trama de sincronización:** Trama con contenido determinístico enviada en el 69º símbolo de una supertrama (denominado "símbolo de sincronización" en la figura 7-5).
- 3.35 umbrales:** Véase la cláusula 8/G.997.1.
- 3.36 alerta de cruce de umbral:** Véase la Recomendación G.997.1.
- 3.37 velocidad de datos total:** Velocidad de datos global más tara FEC.
- 3.38 sentido ascendente:** Transporte de datos en el sentido ATU-R a ATU-C.
- 3.39 banda vocal:** 0 a 4 kHz; banda tradicional 0,3 a 3,4 kHz ampliada para dar cabida a servicios de datos de banda vocal de mayor anchura que el servicio telefónico ordinario (POTS).
- 3.40 servicios en banda vocal:** Servicio telefónico ordinario y todos los servicios de datos que utilizan la banda vocal o alguna parte de ella.

#### 4 Abreviaturas

En esta Recomendación se utilizan las siguientes siglas.

AB de RDSI	Acceso básico a la red digital de servicios integrados
ADC	Convertidor analógico a digital ( <i>analogue-to-digital converter</i> )
ADSL	Línea de abonado digital asimétrica ( <i>asymmetric digital subscriber line</i> )
AEX	Byte de extensión A(S): byte insertado en la estructura de trama ADSL transmitida para proporcionar capacidad de sincronización que es compartida entre canales portadores ASx [ <i>A(S) extension byte</i> ]
AFE	Extremo frontal analógico ( <i>analog front end</i> )
AGC	Control automático de ganancia ( <i>automatic gain control</i> )
AOC	Canal de control de tara ADSL ( <i>ADSL overhead control channel</i> )
AS0 a AS3	Designadores de canal portador símplex en sentido descendente ( <i>downstream simplex bearer channel designators</i> )
ASx	Cualesquiera de los canales portadores símplex AS0 a AS3 ( <i>any one of the simplex bearer channels AS0 to AS3</i> )
ATM	Modo de transferencia asíncrono ( <i>asynchronous transfer mode</i> )
ATU	Unidad de transceptor de ADSL ( <i>ADSL transceiver unit</i> )
ATU-C	ATU en el extremo de central (por ejemplo, operador de la red)
ATU-R	ATU en el extremo de terminal distante (por ejemplo, instalaciones del cliente) [ <i>ATU at the remote terminal end (i.e. CP)</i> ]
ATU-x	ATU-C o ATU-R ( <i>any one of ATU-C or ATU-R</i> )
BER	Tasa de errores en los bits ( <i>bit error rate</i> )
$B_F$	Número de bytes por trama en un tren de datos atribuido a la memoria tampón de datos rápidos (es decir no intercalados) [ <i>the number of bytes per frame in a data stream allocated to the fast (i.e. non-interleaved) buffer</i> ]

$B_I$	Número de bytes por trama en un tren de datos atribuido a la memoria tampón de datos intercalados ( <i>the number of bytes per frame in a data stream allocated to the interleaved buffer</i> )
$b_i$	Número de bytes atribuido a la subportadora de índice $i$ ( <i>number of bits allocated to subcarrier index <math>i</math></i> )
BRA	Acceso a velocidad básica ( <i>basic rate access</i> )
C-B&G	Información de bits y ganancias de central ( <i>central office bits and gains information</i> )
CI	Instalación del cliente ( <i>customer installation</i> )
CLP	Prioridad de pérdida de células ( <i>cell loss priority</i> )
CO	Central local ( <i>central office</i> )
CP	Instalaciones del cliente ( <i>customer premises</i> )
CRC	Verificación por redundancia cíclica ( <i>cyclic redundancy check</i> )
CRC-8f	Verificación por redundancia cíclica que utiliza CRC-8-datos rápidos ( <i>cyclic redundancy check using CRC-8-fast data</i> )
CRC-8i	Verificación por redundancia cíclica que utiliza CRC-8-datos intercalados ( <i>cyclic redundancy check using CRC-8-interleaved data</i> )
CSA	Zona de servicio del operador ( <i>carrier serving area</i> )
d.c.; c.c.	Corriente continua ( <i>direct current</i> )
DAC	Convertidor de digital a analógico ( <i>digital-to-analogue converter</i> )
DB	Mapa de bits doble (véase el anexo C) ( <i>dual bitmap</i> )
DF	Trama de datos ( <i>data frame</i> )
DMT	Multitono discreto ( <i>discrete multitone</i> )
DSL	Línea de abonado digital ( <i>digital subscriber line</i> )
EC	Compensación de eco ( <i>echo cancelling</i> )
EOC	Canal de operaciones incrustado (entre la ATU-C y la ATU-R) [ <i>embedded operations channel (between the ATU-C and ATU-R)</i> ]
ERL	Pérdida de retorno del eco ( <i>echo return loss</i> )
ES	Segundo con errores ( <i>errored second</i> )
FDM	Multiplexación por división de frecuencia ( <i>frequency-division multiplexing</i> )
FEBE	Bloque con errores en el extremo distante ( <i>far-end block error</i> )
FEBE-F	Indicación binaria de la cuenta de errores de bloques en el extremo lejano-datos rápidos ( <i>binary indication of far-end block error count-fast data</i> )
FEBE-I	Indicación binaria de la cuenta de errores de bloques en el extremo lejano-datos intercalados ( <i>binary indication of far-end block error count-interleaved data</i> )
FEC	Corrección de errores hacia adelante ( <i>forward error correction</i> )
FECC-F	Indicación binaria del cómputo de corrección de errores hacia adelante-datos rápidos ( <i>binary indication of forward error correction count-fast data</i> )
FECC-I	Indicación binaria del cómputo de corrección de errores hacia adelante-datos intercalados ( <i>binary indication of forward error correction count-interleaved data</i> )
FEXT	Telediafonía ( <i>far-end crosstalk</i> )
FFEC	Corrección de errores hacia adelante en el extremo lejano ( <i>far-end forward error correction</i> )

FHEC	Verificación de errores de encabezamiento en el extremo lejano ( <i>far-end header error check</i> )
FLCD	Delimitación de pérdida de células en el extremo lejano ( <i>far-end loss of cell delineation</i> )
FNCD	Sin delimitación de célula en el extremo lejano ( <i>far-end no cell delineation</i> )
FOCD	Delimitación fuera de célula en el extremo lejano ( <i>far-end out of cell delineation</i> )
GF	Campo de Galois ( <i>Galois field</i> )
GNTPDN	Concesión de reducción de la potencia ( <i>grant power down</i> )
HDSL	Línea de abonado digital de alta velocidad ( <i>high bit rate digital subscriber line</i> )
HEC	Control de errores del encabezamiento ( <i>header error control</i> )
HPF	Filtro paso alto ( <i>high pass filter</i> )
IB	Bit indicador ( <i>indicator bit</i> )
ib0-23	Bits indicadores ( <i>indicator bits</i> )
ID Code	Código de identificación de vendedor ( <i>vendor identification code</i> )
IDFT	Transformada de Fourier discreta inversa ( <i>inverse discrete Fourier transform</i> )
$K_F$	Número de bytes en una trama de datos multiplexados rápidos en sentido descendente (o ascendente) [ <i>number of bytes in a downstream (or upstream) fast mux data frame</i> ]
$K_I$	Número de bytes en una trama de datos multiplexados intercalados en sentido descendente (o ascendente) [ <i>number of bytes in a downstream (or upstream) interleaved mux data frame</i> ]
LCD	Delimitación de la pérdida de células ( <i>loss of cell delineation</i> )
LEX	Byte de extensión L(S): byte insertado en la estructura de trama ADSL transmitida para proporcionar capacidad de sincronización que es compartida entre canales portadores LSx y ASx [ <i>L(S) extension byte</i> ]
LOF	Defecto de pérdida de trama ( <i>loss of frame defect</i> )
LOS	Defecto de pérdida de la señal ( <i>loss-of-signal defect</i> )
LPR	Defecto disminución de la energía eléctrica ( <i>loss-of-power defect</i> )
LS0-2	Designadores de canal portador DÚPLEX ( <i>DUPLEX bearer channel designators</i> )
LSB	Bit menos significativo ( <i>least significant bit</i> )
LSx	Cualesquiera de los canales portadores dúplex LS0-2 ( <i>any one of the duplex bearer channels LS0-2</i> )
LTR	Referencia de temporización local ( <i>local timing reference</i> )
MC	Indicación de cómputo máximo ( <i>maximun count indication</i> )
MSB	Bit más significativo ( <i>most significant bit</i> )
MTPR	Relación de potencia multitono ( <i>multitone power ratio</i> )
NCD	Sin delimitación de célula ( <i>no cell delineation</i> )
NEXT	Paradiafonía ( <i>near-end crosstalk</i> )
$N_F$	Número de bytes en una trama de datos rápidos de salida FEC en sentido descendente (o ascendente) [ <i>number of bytes in a downstream (or upstream) FEC output-fast data frame</i> ]
$N_I$	Número de bytes en una trama de datos intercalados de salida FEC en sentido descendente (o ascendente) [ <i>number of bytes in a downstream (or upstream) FEC output data frame</i> ]

NI	Interfaz de red ( <i>network interface</i> )
NID	Dispositivo de interfaz de red ( <i>network interface device</i> )
NMS	Sistema de gestión de red ( <i>network management system</i> )
$n_{PCB}$	Índice de reducción de potencia (véase 10.4.5.1) ( <i>power cut-back index</i> )
NT	Terminación de red ( <i>network termination</i> )
NTR	Referencia de temporización de red: 8 kHz de referencia para ser transmitida en sentido descendente ( <i>network timing reference</i> )
OAM	Operaciones, administración y mantenimiento ( <i>operations, administration and maintenance</i> )
OCD	Fuera de delineación de célula ( <i>out of cell delineation</i> )
OSS	Sistema de soporte de operaciones ( <i>operations support system</i> )
PHY	Capa física ( <i>physical layer</i> )
PMD/TC	Convergencia de transmisión dependiente del medio físico ( <i>physical media dependent/transmission convergence</i> )
POTS	Servicio telefónico ordinario ( <i>plain old telephone service</i> ); uno de los servicios que utiliza la banda vocal; se emplea a veces como descriptor de todos los servicios de banda vocal
ppm	Partes por millón ( <i>parts per million</i> )
PRBS	Secuencia de bits pseudoaleatoria ( <i>pseudo-random bit sequence</i> )
PRD	Secuencia pseudoaleatoria en sentido descendente ( <i>pseudo-random downstream sequence</i> )
PRU	Secuencia pseudoaleatoria en sentido ascendente ( <i>pseudo-random upstream sequence</i> )
PSD	Densidad espectral de potencia ( <i>power spectral density</i> )
QAM	Modulación de amplitud en cuadratura ( <i>quadrature amplitude modulation</i> )
R-B&G	Información de bits y ganancias del extremo distante ( <i>remote end bits and gains information</i> )
RDI	Indicación de defecto distante ( <i>remote defect indication</i> )
RDSI	Red digital de servicio integrados
REJPDN	Rechazo de reducción de la potencia ( <i>reject power down</i> )
REQPDN	Petición de reducción de la potencia ( <i>request power down</i> )
rfi	Indicación de fallo distante ( <i>remote failure indication</i> )
$R_F$	Número de bytes de redundancia FEC en sentido descendente (o ascendente) para la memoria tampón de datos rápidos [ <i>number of downstream (or upstream) FEC redundancy bytes for fast buffer</i> ]
$R_I$	Número de bytes de redundancia FEC en sentido descendente (o ascendente) para la memoria tampón de datos intercalados [ <i>number of downstream (or upstream) FEC redundancy bytes for interleaved buffer</i> ]
rms	Valor cuadrático medio ( <i>root mean square</i> )
RRSI	Parámetros de configuración para intercalación y corrección de errores hacia adelante (FEC) ( <i>configuration parameters for FEC and interleaving</i> )
RS	Reed-Solomon
RT	Terminal distante; terminal remoto ( <i>remote terminal</i> )
RTGC	Red telefónica general conmutada

RTPC	Red telefónica pública conmutada
SB	Byte de sincronización ( <i>sync byte</i> )
sc0-7	Bytes de control de sincronización [ <i>synchronization control bit(s)</i> ]
SEF	Trama con muchos errores ( <i>severely errored frame</i> )
SM	Módulo de servicio ( <i>service module</i> )
SNR	Relación señal/ruido ( <i>signal-to-noise ratio</i> )
SONET	Red óptica síncrona ( <i>synchronous optical network</i> )
SPF	Supertrama ( <i>superframe</i> )
SRL	Pérdida de retorno por oscilaciones parásitas ( <i>singing return loss</i> )
STM	Modo de transferencia síncrono ( <i>synchronous transfer mode</i> )
SWB	Memoria tampón de ventana deslizante (véase el anexo C) ( <i>sliding window buffer</i> )
TC	Convergencia de transmisión (subcapa) [ <i>transmission convergence (sublayer)</i> ]
TCM	Múltiplex con compresión en el tiempo ( <i>time compression multiplex</i> )
T-R	Interfaz (ces) entre ATU-R y la capa de conmutación [ <i>interface(s) between ATU-R and switching layer (ATM or STM)</i> ]
T/S	Interfaz o interfaces entre la terminación de red ADSL y la instalación del cliente o red en el hogar [ <i>interface(s) between ADSL network termination and CI or home network</i> ]
TTR	Referencia de temporización de TCM-ISDN ( <i>TCM-ISDN timing reference</i> ) (véase el anexo C)
Tx	Transmisor
U-C	Interfaz de bucle extremo de oficina central ( <i>loop interface-central office end</i> )
UPRD	Datos pseudoaleatorios en sentido ascendente ( <i>upstream pseudo random-data</i> )
U-R	Interfaz de bucle extremo de terminal distante ( <i>loop interface-remote terminal end</i> )
UTC	Incapaz de cumplir ( <i>unable to comply</i> )
V-C	Interfaz lógica entre ATU-C y un elemento de red digital tal como uno o más sistemas de conmutación ( <i>logical interface between ATU-C and a digital network element such as one or more</i> )
ZHP	Impedancia de filtro de paso alto ( <i>impedance high-pass filter</i> )
4-QAM	QAM de 4 puntos (es decir, dos bits por símbolo) [ <i>4-point QAM (i.e. two bits per symbol)</i> ]
⊕	O exclusivo; adición módulo 2

## 5 Modelos de referencia

Las figuras 5-1 a 5-4 no son requisitos o propuestas para construir un transmisor de DMT sino que constituyen modelos para facilitar descripciones de formas de onda de señales de DMT exactas y concisas. En estas figuras,  $Z_i$  es la subportadora  $i$  de DMT (definida en el dominio de la frecuencia), y  $x_n$  es la  $n$ -ésima muestra de salida de la IDFT (definida en el dominio del tiempo). El DAC y el bloque de tratamiento analógico de las figuras 5-1 a 5-4 configuran la forma de onda de tensión de transmisión continua correspondiente a las muestras de entrada digital discretas. En las especificaciones de linealidad de señales de transmisión analógicas y de densidad espectral de potencia que figuran en 7.13 y 7.14 se pueden encontrar indirectamente especificaciones más precisas para este bloque analógico. La utilización de las figuras como un modelo de referencia del transmisor permite que todas las formas de onda de la señal de inicialización se describan a través de

la secuencia de símbolos DMT,  $\{Z_i\}$  requerida para producir esa señal. Las diferencias permisibles en las características de diferentes bloques de conversión digital a analógico y de procesamiento analógico producirán formas de onda de tensión de tiempo continuo para la misma señal de inicialización. Sin embargo, un transmisor que satisface las especificaciones producirá señales de inicialización cuya secuencia de subportadora DMT subyacentes armonizan exactamente con las suministradas en las descripciones de señal de 10.4 a 10.9.

### 5.1 Modelos de referencia del transmisor ATU-C

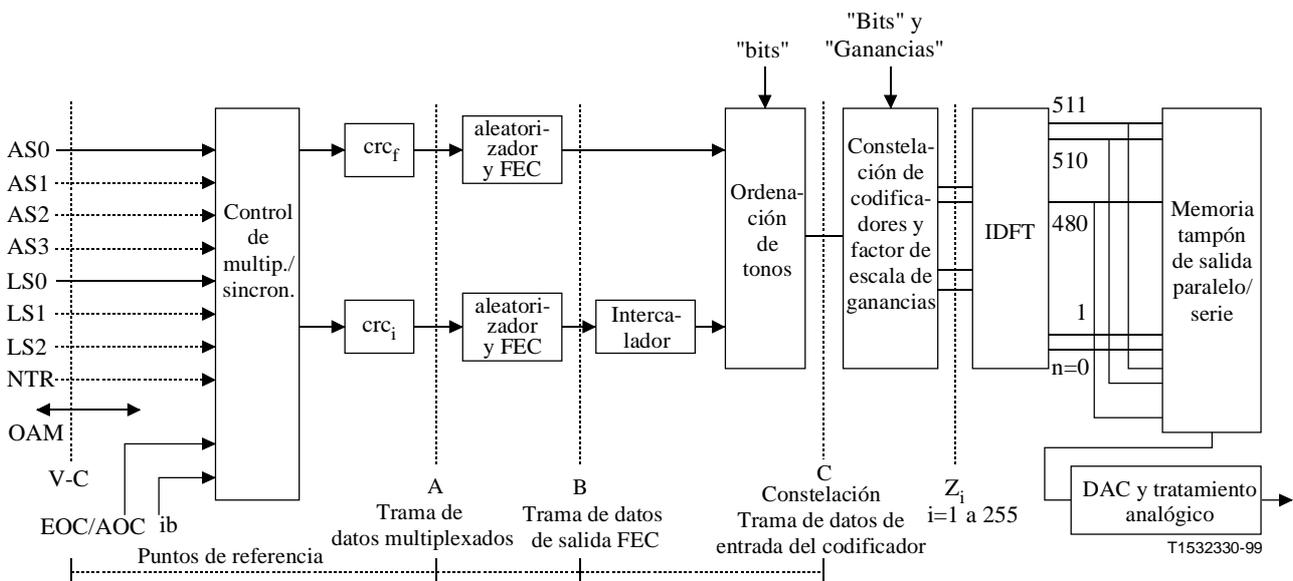
Son opciones de aplicación las técnicas ATM y STM. Las unidades ATU-C y ATU-R pueden estar configuradas para transporte de sincronización de bits STM o transporte de células ATM. Las configuraciones híbridas (por ejemplo, algunas aplicaciones emplean ATM simultáneamente) están fuera del alcance de esta Recomendación.

Si la interfaz U-C está basada en sincronización de bits STM (es decir, no hay células ATM en la interfaz U-C), la ATU-C se configura para transporte STM y deberá satisfacer lo indicado en 5.1.1, 6.1 y 7.1. Si la interfaz U-C está basada en células ATM (es decir, sólo células ATM en la interfaz U-C), la ATU-C se configura para transporte ATM y deberá satisfacer lo indicado en 5.1.2, 6.2 y 7.2.

Si la interfaz U-R está basada en sincronización de bits STM (es decir, ninguna célula ATM en la interfaz U-R), la ATU-R se configura para transporte STM y deberá satisfacer lo indicado en 5.2.1, 6.1 y 8.1. Si la interfaz U-R está basada en células ATM (es decir, sólo células ATM en la interfaz U-R), la ATU-R se configura para transporte ATM y deberá satisfacer lo indicado en 5.2.2, 6.2 y 8.2.

#### 5.1.1 Modelo de referencia del transmisor ATU-C para transporte STM

La figura 5-1 es un diagrama de bloques de un transmisor ATU-C (unidad de transceptor de ADSL en el extremo de la estación central) que muestra los bloques funcionales y las interfaces referenciadas en esta Recomendación para el transporte en sentido descendente de datos STM.



NOTA – Se utilizan líneas continuas y líneas de puntos para indicar las capacidades requeridas y las facultativas, respectivamente. En este aspecto, la presente figura no pretende ser completa. Para mayores detalles véanse las cláusulas 6 y 7.

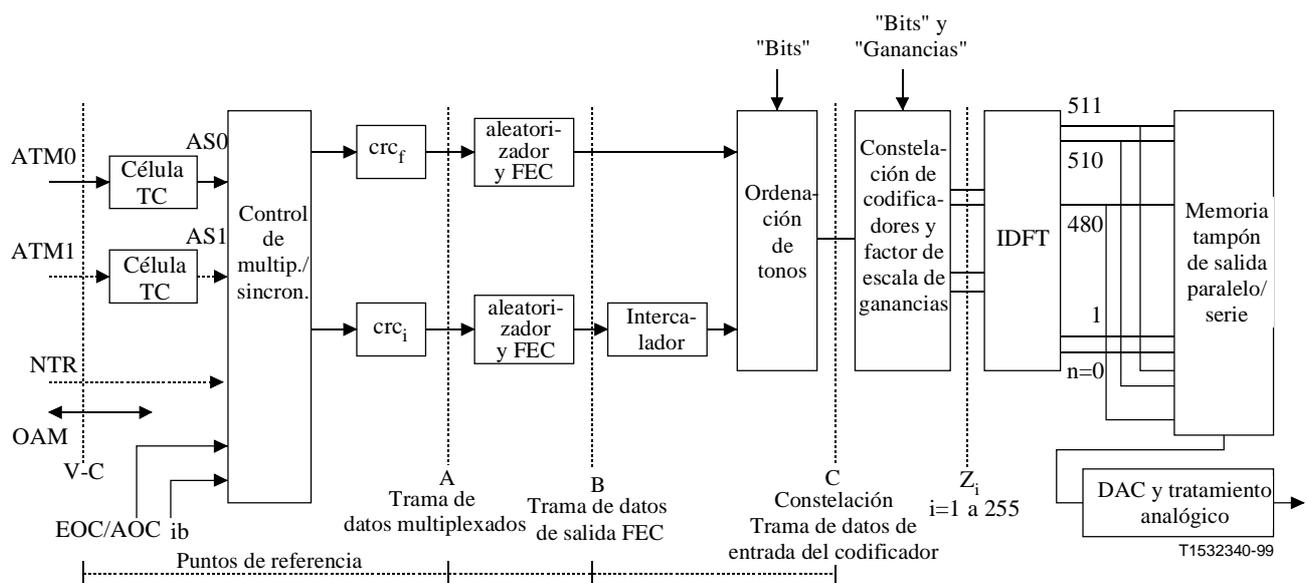
**Figura 5-1/G.992.1 – Modelo de referencia del transmisor ATU-C para transporte STM**

El soporte de STM es opcional; sin embargo, si se proporciona, se deberán satisfacer los siguientes requisitos:

- El modo de transporte STM básico se efectúa con bits de transmisión en serie.
- El modo de alineación de tramas utilizado determina si se preservarán los límites de bytes, si están presentes en la interfaz V-C.
- Salvo en las interfaces en serie ASx/LSx, los bytes de datos se transmiten con el bit más significativo (MSB, *most significant bit*) primero. Sin embargo, todos los procesamientos en serie en la trama ADSL (por ejemplo, CRC, aleatorización, etc.) se efectuarán con el bit menos significativo transmitido (LSB, *least significant bit*) en primer término. El MSB del ámbito exterior es considerado por la ADSL como LSB. Como resultado, el primer bit que se recibe (MSB del ámbito exterior) será el primer bit procesado dentro de la ADSL (LSB ADSL).
- El equipo de la ADSL soportará como mínimo los canales portadores AS0 y LS0 en sentido descendente como se define en 6.1. El soporte de otros canales portadores es opcional.
- Se muestran dos trayectos entre el control de multiplexación/sincronización y ordenación de tonos; el trayecto "rápido" proporciona baja latencia; el trayecto intercalado proporciona muy baja velocidad de error y mayor latencia. La asignación de datos de usuario en la interfaz V-C para estos trayectos se define en 7.4. Un sistema ADSL que soporta la técnica STM podrá funcionar en el modo latencia doble para el sentido descendente, en el cual los datos de usuario se atribuyen a ambos trayectos (es decir, rápido e intercalado), y un modo de latencia simple para los sentidos descendente y ascendente en el cual todos los datos de usuario se atribuyen a un trayecto (es decir, rápido o intercalado). Un sistema ADSL que soporta el transporte STM puede funcionar en el modo opcional latencia doble para el sentido ascendente, en el que los datos de usuario se atribuyen a ambos trayectos.

### 5.1.2 Modelo de referencia de transmisor ATU-C para transporte ATM

La figura 5-2 es un diagrama de bloques de un transmisor de unidad de transceptor de ADSL en el extremo de central (ATU-C, *ADSL transceiver unit-central office*) que muestra los bloques funcionales y las interfaces a que se hacen referencia en esta Recomendación para el transporte en sentido descendente de datos ATM.



NOTA – Se utilizan líneas continuas y líneas de puntos para indicar las capacidades requeridas y las facultativas, respectivamente. En este aspecto, la presente figura no pretende ser completa. Para mayores detalles véanse las cláusulas 6 y 7.

**Figura 5-2/G.992.1 – Modelo de referencia del transmisor ATU-C para transporte ATM**

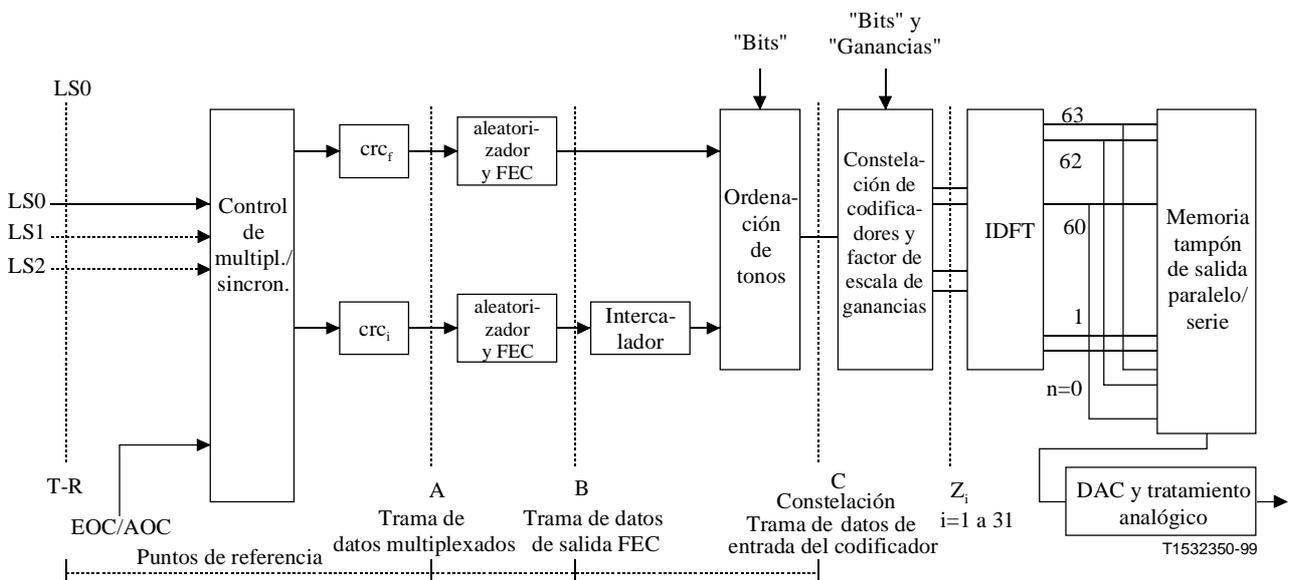
El soporte de ATM es opcional; sin embargo, si se suministra, se deben satisfacer los siguientes requisitos:

- Se preservarán los límites de bytes en la interfaz V-C en la trama de datos ADSL.
- Fuera del ámbito de las interfaces en serie ASx/LSx los bytes de datos se transmiten con el MSB primero. Sin embargo, todo procesamiento en serie en la trama ADSL (por ejemplo, CRC, aleatorización, etc.) se efectuarán con el LSB en primer término. El MSB del ámbito exterior es considerado por la ADSL como LSB. Como resultado, el primer bit que se recibe (MSB del ámbito exterior) será el bit procesado en primer término dentro de la ADSL (LSB ADSL), y el bit CLP del encabezamiento de células ATM se transportará en el MSB del byte de trama ADSL (es decir, el último procesado).
- El equipo de ADSL soportará como mínimo el canal portador AS0 en sentido descendente como se define en 6.2. El soporte de otros canales portadores es opcional.
- En la figura se muestran dos trayectos entre el control de multiplexación/sincronización y ordenación de tonos; el trayecto "rápido" proporciona baja latencia; el trayecto intercalado proporciona muy baja velocidad de error y mayor latencia. La asignación de datos de usuario en la interfaz V-C para estos trayectos se define en la cláusula 7. Un sistema ADSL que soporta el transporte ATM podrá funcionar en el modo de latencia simple, en el cual todos los datos de usuario se atribuyen a un solo trayecto (es decir, rápido o intercalado). Un sistema ADSL que soporta el transporte ATM puede funcionar en un modo de latencia doble opcional, en el cual los datos de usuario se atribuyen a ambos trayectos.

## 5.2 Modelos de referencia del transmisor ATU-R

### 5.2.1 Modelo de referencia del transmisor ATU-R para transporte STM

La figura 5-3 es un diagrama de bloques de un transmisor ATU-R que muestra los bloques funcionales y las interfaces a que se hace referencia en esta Recomendación para el transporte en sentido ascendente de datos STM.



NOTA – Se utilizan líneas continuas y líneas de puntos para indicar las capacidades requeridas y las facultativas, respectivamente. En este aspecto, la presente figura no pretende ser completa. Para mayores detalles véanse las cláusulas 6 y 8.

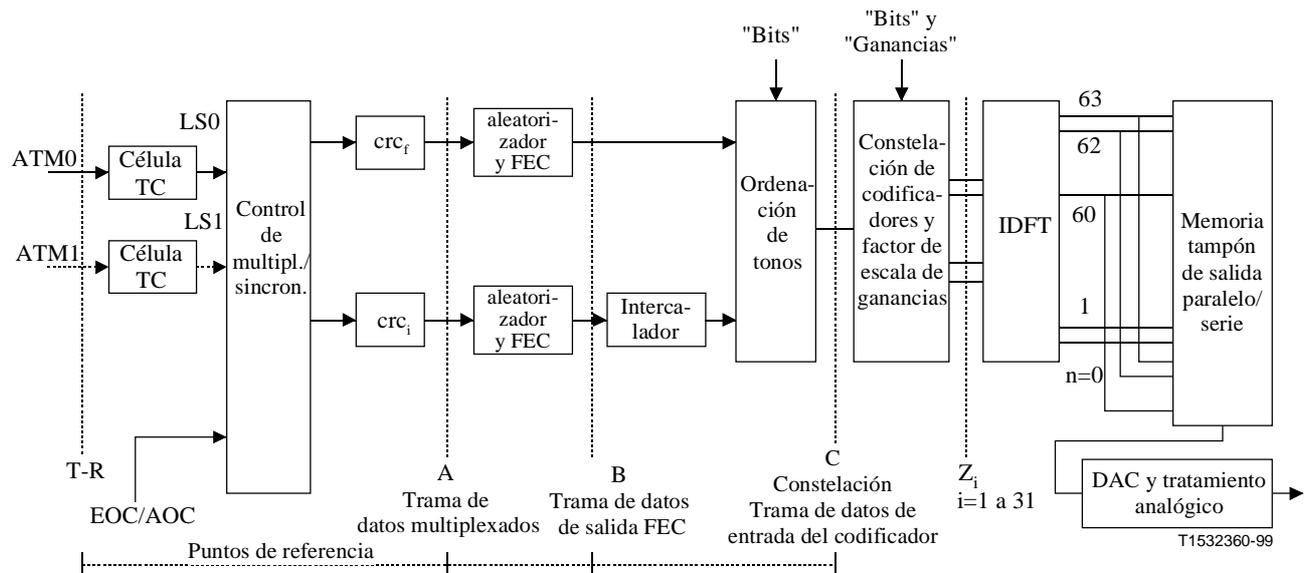
**Figura 5-3/G.992.1 – Modelo de referencia del transmisor ATU-R para transporte STM**

El soporte de STM es opcional; sin embargo, si se proporciona, se deberán satisfacer los siguientes requisitos:

- El modo de transporte STM básico es con transmisión de bits en serie.
- El modo alineación de trama utilizado determina si se deben preservar los límites de bytes, si están presentes en la interfaz T-R.
- Fuera del ámbito de las interfaces en serie LSx, los bytes de datos se transmiten con el MSB primero. Sin embargo, todo procesamiento en serie en la trama ADSL (por ejemplo, CRC, aleatorización, etc.) se efectuará con el LSB en primer término. El MSB del ámbito exterior es considerado por la ADSL como LSB. Como resultado, el primer bit que se recibe (MSB del ámbito externo) será el bit procesado en primer término dentro de la ADSL (LSB ADSL).
- El equipo ADSL soportará como mínimo el canal portador LS0 en sentido ascendente como se define en 6.1. El soporte de otros canales portadores es opcional.
- En la figura se muestran dos trayectos entre el control de multiplexión/sincronización y ordenación de tonos; el trayecto "rápido" proporciona baja latencia; el trayecto intercalado suministra muy baja velocidad de errores y mayor latencia. La atribución de datos de usuario en la interfaz T-R a esos trayectos se define en 8.4. Un sistema ADSL que soporta el modo STM podrá funcionar en el modo latencia doble para el sentido descendente, en el cual los datos de usuario se atribuyen a ambos trayectos (es decir, rápido e intercalado), y un modo de latencia simple para las direcciones descendente y ascendente, en las que todos los datos de usuario se atribuyen a un solo trayecto (es decir, rápido o intercalado). El sistema ADSL que soporta el transporte STM puede funcionar en el modo opcional latencia doble para el sentido ascendente, en el que los datos de usuario se atribuyen a ambos trayectos.

### 5.2.2 Modelo de referencia del transmisor ATU-R para transporte ATM

La figura 5-4 es un diagrama de bloques de un transmisor ATU-R que muestra los bloques funcionales y las interfaces a que se hace referencia en esta Recomendación para el transporte en sentido ascendente de datos ATM.



NOTA – Se utilizan líneas continuas y líneas de puntos para indicar las capacidades requeridas y las facultativas, respectivamente. En este aspecto, la presente figura no pretende ser completa. Para mayores detalles véanse las cláusulas 6 y 8.

**Figura 5-4/G.992.1 – Modelo de referencia del transmisor ATU-R para transporte ATM**

El soporte de ATM es opcional; sin embargo, si se suministra, se deberán satisfacer los siguientes requisitos:

- Se deberá preservar los límites de bytes en la interfaz T-R en la trama de datos ADSL.
- Fuera del ámbito de las interfaces en serie LSx, los bytes de datos se transmiten con el MSB primero conforme a las Recomendaciones I.361 e I.432.1. Sin embargo, todos los procesamientos en serie en la trama ADSL (por ejemplo, CRC, aleatorización, etc.) se llevarán a cabo con la transmisión del LSB en primer término. El MSB del ámbito exterior es considerado por la ADSL como LSB. Como resultado, el primer bit que se recibe (MSB del ámbito exterior) será el bit procesado en primer término dentro de la ADSL (LSB ADSL), y el bit CLP del encabezamiento de célula ATM se transportará en el MSB del byte de trama ADSL (es decir, el último procesado).
- El equipo ADSL soportará como mínimo el canal portador LS0 en sentido ascendente como se define en 6.2. El soporte de otros canales portadores es opcional.
- En la figura se muestran dos trayectos entre el control de multiplexión/sincronización y ordenación de tonos; el trayecto "rápido" proporciona latencia baja; el trayecto intercalado proporciona muy baja velocidad de error y mayor latencia. La atribución de datos de usuario en la interfaz T-R a estos trayectos se define en 8.4. Un sistema ADSL que soporta el transporte ATM podrá funcionar en el modo latencia simple, en la que todos los datos de usuario se atribuyen a un trayecto (por ejemplo, rápido o intercalado). Un sistema ADSL que soporta el transporte ATM puede funcionar en el modo opcional latencia doble, en el cual los datos de usuario se atribuyen a ambos trayectos (es decir, rápido e intercalado).

### **5.3 Modelo de temporización del transmisor ATU-C/R (anexo C solamente)**

Para el anexo C, véase C.3.3.

## **6 Capacidad de transporte**

Un sistema ADSL puede transportar hasta siete trenes de datos de usuario en siete canales portadores, simultáneamente:

- hasta cuatro portadoras símplex independientes en sentido descendente [unidireccional desde el operador de red (es decir, interfaz V-C) a la CI (es decir, interfaz T-R)];
- hasta tres portadoras dúplex (bidireccional entre el operador de red y la CI).

Las tres portadoras dúplex pueden ser configuradas alternativamente como portadoras símplex unidireccionales independientes, y las velocidades de las portadoras en los dos sentidos (operador de red hacia la CI y viceversa) no se necesitan armonizar.

Todas las velocidades de datos de canal portador pueden ser programables en cualquier combinación de múltiplos enteros de 32 kbit/s. El formato de multiplexación de datos ADSL es suficientemente flexible para permitir otras velocidades de datos de transporte, tales como canalizaciones basadas en la velocidad 1,544 Mbit/s existente, pero el soporte de estas velocidades de datos (múltiplos no enteros de 32 kbit/s) estará limitada por la capacidad disponible del sistema ADSL por razones de sincronización (véanse las notas 1 y 2).

La capacidad de transporte de velocidad de datos neta máxima de un sistema ADSL dependerá de las características del bucle en el que se instale el sistema, y de determinadas opciones configurables que afectan la tara (véase la nota 3). Las velocidades de canal portador ADSL serán configuradas durante los procedimientos de inicialización y acondicionamiento.

La capacidad de transporte de un sistema ADSL propiamente dicha sólo se define como la de canales portadores. Sin embargo, cuando un sistema ADSL se instala en una línea que también

transporta señales del servicio telefónico ordinario (POTS, *plain old telephone service*) o de la RDSI, la capacidad global es la de POTS o RDSI más ADSL.

Se debe hacer una distinción entre el transporte de datos síncronos (STM) y asíncronos (ATM). Una ATU-x se configurará para soportar la transmisión STM o ATM. Si se soporta la transmisión STM será conforme a lo definido en 6.1 y 7.1 (ATU-C) o bien 8.1 (ATU-R). Si se soporta transmisión ATM será conforme a lo definido en 6.2 y 7.2 (ATU-C) o bien 8.2 (ATU-R). Los canales portadores configurados para transportar datos STM también se pueden configurar para transportar datos ATM. El equipo ADSL puede soportar, simultáneamente, el transporte de ATM y STM, pero este asunto está fuera del alcance de la presente Recomendación.

Si una ATU-x soporta un determinado canal portador, soportará los trayectos rápido e intercalado.

Además, un sistema ADSL puede transportar una referencia de temporización de red (NTR, *network timing reference*). Los medios para efectuar esta operación se especifican en 7.2.4.

NOTA 1 – Parte de la tara del sistema ADSL se comparte entre los canales portadores con fines de sincronización. El remanente de cada velocidad de datos de canal que excede de un múltiplo de 32 kbit/s se transporta en esta tara compartida. Sólo el modo de alineación de trama 0 soporta múltiplos no enteros de 32 kbit/s.

NOTA 2 – Las velocidades para todos los canales portadores se basan en múltiplos enteros de 32 kbit/s. Sin embargo, puede ser necesario que los emplazamientos de ADSL deban funcionar con datos DS1 (1,544 Mbit/s). La tara del sistema ADSL y la sincronización de datos (véase 6.4.2) proporcionan la capacidad suficiente para soportar transparentemente los trenes de datos DS1 con alineación de trama (es decir, la señal DS1 completa pasa a través del trayecto de transmisión ADSL sin interpretación o remoción de los bits de alineación de trama y otros tipos de tara).

NOTA 3 – Una parte de la inicialización y secuencia de acondicionamiento de la ADSL estima las características del bucle para determinar si el número de bytes por trama de multitonos discretos (DMT, *discrete multitone*) requerido para la velocidad de datos global de la configuración solicitada se puede transmitir a través del bucle dado. La velocidad de datos neta es entonces la velocidad de datos global menos la tara del sistema ADSL. Parte de la tara del sistema ADSL depende de las opciones configurables, tales como atribución de canales portadores para memorias tampón de datos intercalados o no intercalados dentro de la trama ADSL (tratada en 7.4 y 8.4), y la otra parte es fija.

NOTA 4 – El modo latencia de un sistema ADSL puede ser diferente para transmisión en sentido ascendente y descendente.

## **6.1 Transporte de datos STM**

Los sistemas ADSL que transportan datos en el modo STM soportarán el canal portador símplex AS0 y el canal portador dúplex LS0 en sentido descendente; el soporte de AS1, AS2, AS3, LS1 y LS2 es opcional. Los canales portadores AS0, LS0, y cualquier otro canal portador soportado se atribuirá independientemente a un determinado trayecto de latencia conforme a lo seleccionado por la ATU-C en el inicio. El sistema soportará latencia doble en sentido descendente.

Los sistemas ADSL que transportan datos en el modo STM soportarán el canal portador dúplex LS0 en sentido ascendente utilizando un trayecto de latencia simple; el soporte de LS1 y LS2, así como latencia doble, es opcional.

El canal portador AS0 soportará el transporte de datos en todos los múltiplos enteros de 32 kbit/s desde 32 kbit/s a 6,144 kbit/s. El canal portador LS0 soportará la velocidad 16 kbit/s y todos los múltiplos enteros de 32 kbit/s desde 32 kbit/s a 640 kbit/s.

Cuando se suministran los canales portadores AS1, AS2, AS3, LS1 y LS2, soportarán la gama de múltiplos enteros de 32 kbit/s indicada en el cuadro 6-1. El soporte de múltiplos enteros más allá de los requeridos e indicados en el cuadro 6-1, es opcional. Además, el soporte de velocidades de datos basadas en múltiplos no enteros de 32 kbit/s es también opcional.

**Cuadro 6-1/G.992.1 – Múltiplos enteros de 32 kbit/s requeridos para transporte de STM**

Canal portador	Menor múltiplo entero requerido	Mayor múltiplo entero requerido	Velocidad de datos más alta requerida correspondiente (kbit/s)
AS0	1	192	6144
AS1	1	144	4608
AS2	1	96	3072
AS3	1	48	1536
LS0	1	20	640
LS1	1	20	640
LS2	1	20	640

El cuadro 6-2 ilustra la terminología y definiciones de velocidad de datos utilizadas para transporte STM. Los puntos de referencia se refieren a los indicados en las figuras 5-1 a 5-4.

**Cuadro 6-2/G.992.1 – Terminología de velocidad de datos para transporte STM**

Velocidad de datos				Ecuación (kbit/s)	Punto de referencia
Velocidad de datos STA		=	"Velocidad de datos neta"	$\Sigma(B_I, B_F) \times 32$ (Nota)	ASx + LSx
"Velocidad de datos neta"	+	Velocidad de tara de trama	=	"Velocidad de datos global"	A
"Velocidad de datos global"	+	Velocidad de tara de codificación RS	=	"Velocidad de datos total"	B
"Velocidad de datos total"	+	Velocidad de tara con codificación reticular	=	Velocidad de línea	U

NOTA – La velocidad de datos neta se multiplica por 16 kbit/s si se utiliza un canal "C" a 16 kbit/s.

## 6.2 Transporte de datos ATM

Un sistema ADSL que transporta datos en el modo ATM soportará el modo de latencia simple (véase la nota 1) en todos los múltiplos enteros de 32 kbit/s hasta 6,144 Mbit/s en sentido descendente y hasta 640 kbit/s en sentido ascendente. Para latencia simple, los datos ATM se harán corresponder con el canal portador AS0 en sentido descendente y con el canal portador LS0 en sentido ascendente. Latencia simple se define como todos los datos de carga útil que pasan por un trayecto de latencia simple. Es importante señalar que con los modos de alineación de trama 0, 1 y 2, existen datos de tara en ambos trayectos de latencia aunque la carga útil esté atribuida a un trayecto de latencia simple.

La necesidad de latencia doble para servicios ATM depende del perfil del servicio/aplicación, y se encuentra en estudio. Se puede utilizar una de las tres "clases de latencias" siguientes:

- Latencia simple, no necesariamente la misma para cada sentido de transmisión.
- Latencia doble en sentido descendente, latencia simple en sentido ascendente.
- Latencia doble en ambos sentidos.

Los sistemas ADSL que transportan servicios ATM soportarán el canal portador AS0 en sentido descendente y el canal portador LS0 en sentido ascendente, con cada uno de esos canales portadores asignados independientemente a un determinado trayecto de latencia seleccionado por la ATU-C en

el inicio. Por tanto, el soporte de latencia doble es opcional tanto en el sentido descendente como en el ascendente.

Si los datos ATM en sentido descendente se transmiten en un solo trayecto de latencia (es decir, "rápido" únicamente o "intercalado" únicamente), sólo se utilizará el canal portador AS0 y se atribuirá al trayecto de latencia apropiado. Si los datos ATM en sentido descendente se transmiten en ambos trayectos de latencia (es decir, "rápida" e "intercalada"), sólo se utilizarán los canales portadores AS0 y AS1 y se atribuirán a trayectos de latencia diferentes.

De modo similar, si los datos ATM en sentido ascendente se transmiten a través de un trayecto de latencia simple (es decir, sólo "rápido" o sólo "intercalado"), se utilizará únicamente el canal portador LS0 y se atribuirá al trayecto de latencia apropiado. La opción entre trayecto rápido y trayecto intercalado se puede efectuar independientemente de la opción de datos en sentido descendente. Si los datos ATM en sentido ascendente se transmiten a través de ambos trayectos de latencia, sólo se utilizarán los canales portadores LS0 y LS1, los que se atribuirán a trayectos de latencia diferentes.

El canal portador AS0 soportará el transporte de datos de todos los múltiplos enteros de 32 kbit/s, de 32 kbit/s a 6,144 kbit/s. El canal portador LS0 soportará todos los múltiplos enteros de 32 kbit/s, de 32 kbit/s a 640 kbit/s. El soporte de velocidades de datos basadas en múltiplos no enteros de 32 kbit/s es también facultativo.

Cuando se proporcionan los canales AS1 y LS1, éstos soportarán la gama de múltiplos enteros de 32 kbit/s que se indican en el cuadro 6-1. El soporte de múltiplos enteros más allá de los requeridos e indicados en el cuadro 6-1, es opcional. Asimismo, el soporte de velocidad de datos basada en múltiplos de 32 kbit/s no enteros es también facultativo.

Los canales portadores AS2, AS3 y LS2 no se proporcionarán para el sistema ATM basado en la ATU-x.

NOTA 1 – Para sistemas ATM, la canalización de cabida útil diferente está incorporada en el tren de datos ATM que utiliza diferentes trayectos virtuales y/o canales virtuales. Por tanto, los requisitos básicos para el sistema ATM son para un solo canal portador ADSL en sentido descendente y un solo canal portador ADSL en sentido ascendente.

NOTA 2 – En el apéndice I figuran mayores detalles de la interfaz lógica ATM-capa física.

El cuadro 6-3 ilustra la terminología y definiciones de velocidad de datos utilizada para transporte ATM. Los puntos de referencia se refieren a los indicados en las figuras 5-1 a 5-4.

**Cuadro 6-3/G.992.1 – Terminología de velocidad de datos para transporte ATM**

Velocidad de datos				Ecuación (kbit/s)	Punto de referencia
$53 \times 8 \times$ Velocidad de célula ATM		=	"Velocidad de datos de red"	$\Sigma(B_I, B_F) \times 32$	ASx + LSx
"Velocidad de datos neta"	+	Velocidad de tara de trama	=	"Velocidad de datos global"	A
"Velocidad de datos global"	+	Velocidad de tara de codificación RS	=	"Velocidad de datos total"	B
"Velocidad de datos total"	+	Velocidad de tara de codificación reticular	=	Velocidad de línea	U

### 6.3 Taras y velocidades binarias totales del sistema ADSL

La velocidad binaria total transmitida por el sistema ADSL cuando funciona en un modo de alineación de trama de tara reducida opcional, tendrá capacidad para:

- la velocidad de datos transmitida en los canales portadores ADSL;
- la tara del sistema ADSL, que incluye:
  - un canal de operaciones insertadas ADSL, EOC;
  - un canal de control de tara ADSL, AOC;
  - bytes de comprobación CRC;
  - bits indicadores fijos para OAM;
  - bytes de redundancia FEC.

Cuando funciona en el modo de tara completa la velocidad binaria total incluirá también capacidad para los bytes de control de sincronización y capacidad para el control de sincronización de canal portador.

Los trenes de datos precedentes se organizarán en tramas y supertramas ADSL como se define en 7.4 y 8.4 para datos en sentido descendente y en sentido ascendente, respectivamente.

Los canales de tara interna y sus velocidades se indican en el cuadro 6-4.

**Cuadro 6-4/G.992.1 – Funciones y velocidades de canales de tara interna**

	Velocidad en sentido descendente (kbit/s) mínimo/máximo		Velocidad en sentido ascendente (kbit/s) mínimo/máximo	
	Número de canales portadores ASx > 1	Número de canales portadores ASx = 1	Número de canales portadores LSx > 1	Número de canales portadores LSx = 1
Control de sincronización, CRC y AOC; memoria tampón de datos intercalados	32/32	32/32	32/32	32/32
Control de sincronización, CRC, EOC y bits indicadores; memoria tampón de datos rápidos	32/32	32/32	32/32	32/32
Total para alineación de trama de tara reducida	32/64 (Nota 2)	32/64 (Nota 2)	32/64 (Nota 2)	32/64 (Nota 2)
Capacidad de sincronización (compartida entre todos los canales portadores)	64/128 (Nota 3)	64/96 (Nota 3)	32/64 (Nota 3)	32/32 (Nota 3)

**Cuadro 6-4/G.992.1 – Funciones y velocidades de canales de tara interna (*fin*)**

	Velocidad en sentido descendente (kbit/s) mínimo/máximo		Velocidad en sentido ascendente (kbit/s) mínimo/máximo	
	Número de canales portadores ASx > 1	Número de canales portadores ASx = 1	Número de canales portadores LSx > 1	Número de canales portadores LSx = 1
Total (Nota 1)	128/192	128/160	96/128	96/96

NOTA 1 – La tara requerida para FEC no se muestra en este cuadro.

NOTA 2 – Con los modos de alineación de trama de tara reducida, se presenta en cada tipo de memoria tampón una tara de sistema ADSL de 32 kbit/s. Sin embargo, cuando todos los ASx y LSx se atribuyen a un tipo de memoria tampón, el control de sincronización, así como CRC, EOC, AOC y los bits indicadores, se pueden transportar en una sola tara de sistema ADSL a 32 kbit/s presente en el tipo de memoria tampón utilizada. Con alineación de trama de tara completa, en cada tipo de memoria tampón siempre está presente una tara de sistema ADSL a 32 kbit/s.

NOTA 3 – La capacidad de sincronización compartida incluye 32 kbit/s compartidos entre LSx en la memoria tampón de datos intercalados, 32 kbit/s compartidos entre LSx en la memoria tampón de datos rápidos, 32 kbit/s compartidos entre ASx en la memoria tampón de datos intercalados, y 32 kbit/s compartidos entre ASx en la memoria tampón de datos rápidos. La velocidad máxima se produce cuando al menos un ASx se atribuye a cada tipo de memoria tampón; la velocidad mínima se produce cuando todos los ASx y LSx se atribuyen a un solo tipo de memoria tampón.

## 7 Características funcionales de la ATU-C

Una ATU-C puede soportar transmisiones STM, ATM, o ambas. Si se soportan transmisiones STM, han de ser conforme a las definidas en 7.1. Si se soportan transmisiones ATM serán conforme a las definidas en 7.2.

Los modos de alineación de trama que serán soportados, dependen de la ATU-C que ha de ser configurada para el transporte STM o ATM, y se definen en 7.1.5 y 7.2.4, respectivamente. Si se soporta el modo de alineación de trama k, también serán soportados los modos k-1, ..., 0.

Durante la inicialización, las unidades ATU-C y ATU-R indicarán un número de modo de alineación de trama 0, 1, 2 ó 3 que intentarán utilizar. Se utilizará el modo de alineación de trama menor indicado (véanse 10.6.4 y 10.7.6).

El empleo del modo alineación de trama 0 asegura que un sistema STM basado en ATU-x con una TC ATM externa funcionará con un sistema ATM basado en ATU-x. Son posibles modos de interfuncionamiento adicionales que dependen de las características opcionales proporcionadas en cada ATU-x.

Una ATU-C puede proporcionar una referencia de temporización de red (NTR). Esta operación será independiente de cualquier información de tiempo que sea interna al sistema ADSL. Si se proporcionan, la NTR se insertará en la estructura de alineación de trama U-C como se describe en 7.3.2.

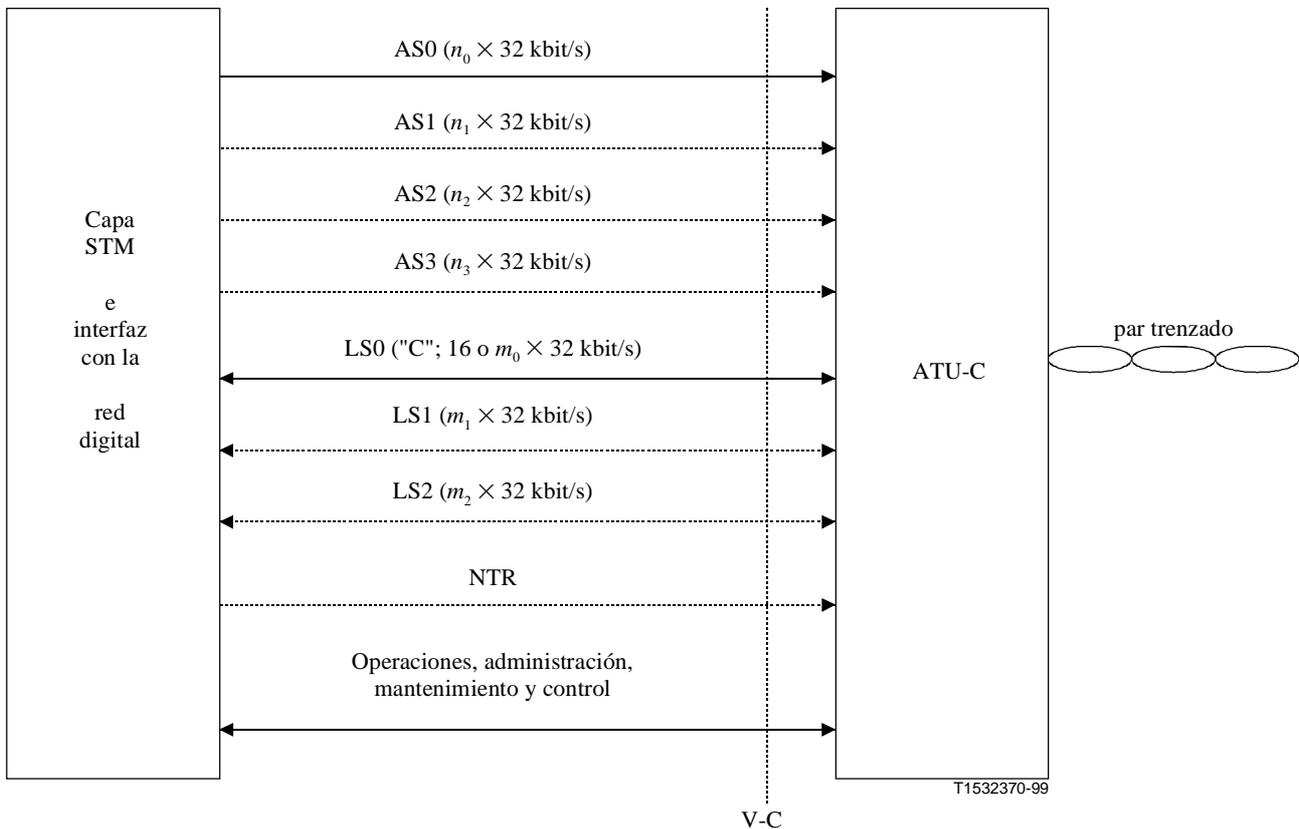
### 7.1 Funcionalidades específicas del protocolo de transmisión STM

#### 7.1.1 Interfaces V de entrada y salida de la ATU-C para transporte STM

En la figura 7-1 se muestran las interfaces funcionales de datos en la ATU-C para transporte STM. Las interfaces de entrada para los canales portadores símplex de alta velocidad en sentido

descendente se designan AS0 a AS3; las interfaces de entrada y salida para canales portadores dúplex se designan LS0 a LS2. Asimismo, habrá una interfaz dúplex para operaciones, administración y mantenimiento (OAM, *operations, administration and maintenance*) y control del sistema ADSL.

Las velocidades de datos de las interfaces de datos de entrada y salida en la ATU-C se especifican en 6.1. La velocidad de datos en una interfaz determinada se adaptará a la velocidad del canal portador configurado para esa interfaz.



NOTA – Los canales portadores opcionales (dúplex y simplex) y sus características se muestran en líneas de puntos.

**Figura 7-1/G.992.1 – Interfaces funcionales de la ATU-C para transporte STM en el punto de referencia V-C**

### 7.1.2 Canales simplex en sentido descendente – Velocidades binarias

En la ATU-C se definen cuatro interfaces de entrada de datos para los canales simplex de alta velocidad en sentido descendente: AS0, AS1, AS2 y AS3 (en general ASx). Las configuraciones de velocidad de datos requeridas se especifican en 6.1.

### 7.1.3 Canales dúplex en sentidos descendente/ascendente – Velocidades binarias

En la ATU-C se definen tres interfaces de datos de entrada y salida para los canales dúplex admitidos por el sistema ADSL: LS0, LS1 y LS2 (en general, LSx). Las configuraciones de velocidad de datos requeridas se especifican en 6.1.

LS0 también se conoce como canal de control o canal "C". Transporta la señalización asociada con los canales portadores ASx y puede también transportar alguna o toda la señalización asociada con los otros canales portadores dúplex.

#### **7.1.4 Retardo de transferencia de cabida útil**

El retardo de transferencia unidireccional para bits de cabida útil en todos los portadores (símplex y dúplex) a partir del punto de referencia V en el extremo de estación central (V-C) al punto de referencia T en el extremo distante (T-R) para canales asignados a la memoria tampón de datos rápidos no será mayor de 2 ms, y para los canales asignados a la memoria tampón intercalada no será mayor de  $(4 + (S - 1)/4 + SxD/4)$  ms, donde  $S$  y  $D$  se definen en 7.6. El mismo requisito se aplica en el sentido opuesto, desde el punto de referencia T-R al punto de referencia V-C.

#### **7.1.5 Estructura de alineación de trama para transporte STM**

Una ATU-C configurada para transporte STM soportará la estructura de alineación de trama de tara completa 0 como se especifica en 7.4. El soporte de la estructura de alineación de trama de tara completa 1 y las estructuras de alineación de trama de tara reducida 2 y 3, son opcionales.

La preservación de límites de bytes de interfaz V-C, si están presentes, en la interfaz U-C puede estar soportada por cualquier estructura de alineación de trama de la interfaz U-C.

Una ATU-C configurada para transporte STM puede soportar la inserción de una referencia de temporización de red (NTR). En caso afirmativo, la NTR se insertará en la estructura de alineación de trama U-C como se describe en 7.3.2.

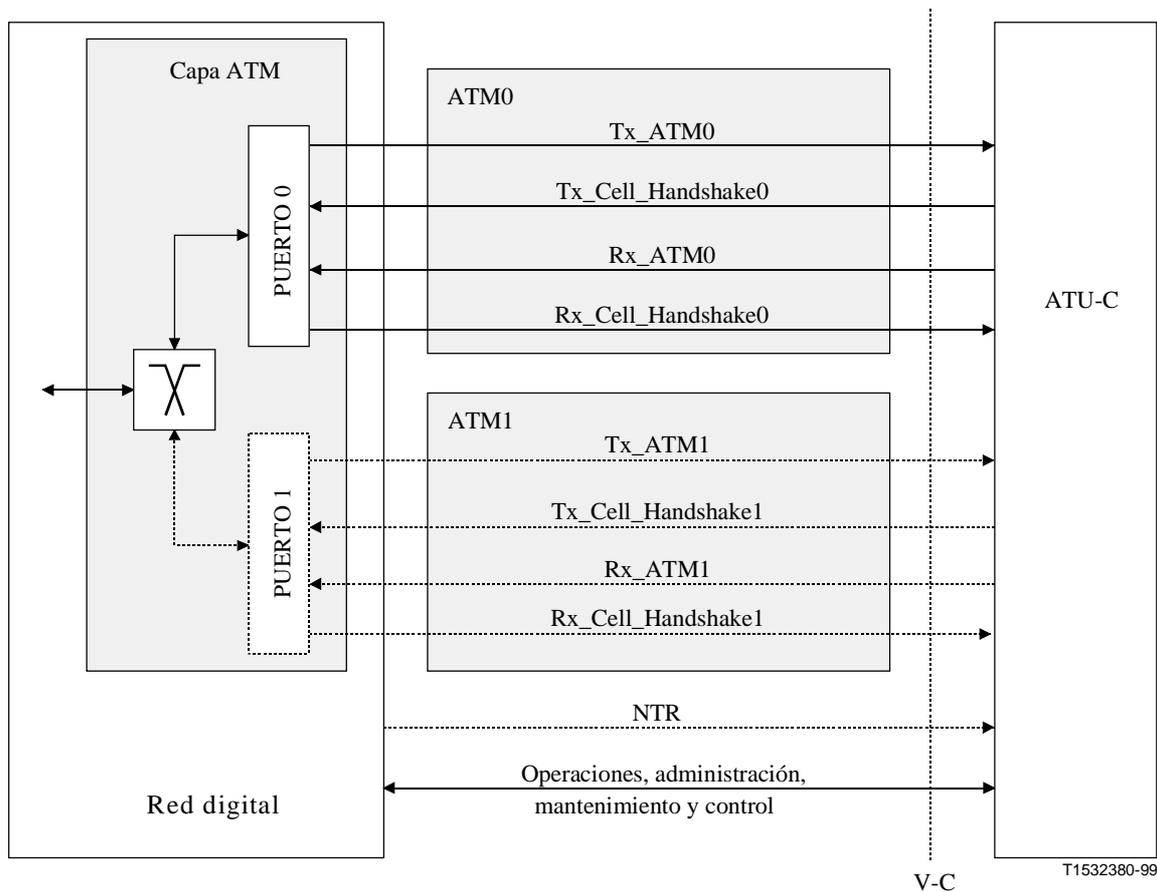
### **7.2 Funcionalidades específicas del protocolo de transporte ATM**

#### **7.2.1 Interfaz V de entrada y salida de la ATU-C para transporte ATM**

En la figura 7-2 se muestran las interfaces funcionales de datos en la ATU-C para ATM. El canal ATM0 siempre se proporciona, el canal ATM1 es opcional y se puede suministrar para soportar el modo latencia doble. Cada canal funciona como una interfaz para un conducto de capa física. Cuando funciona en modo latencia doble, se supone que no hay atribuciones fijas entre los canales ATM0 y 1, por una parte, y el transporte de datos "rápidos" e "intercalados" por la otra. Esta relación se configura dentro de la ATU-C.

La funcionalidad del control de flujo estará disponible en el punto de referencia V para permitir a la ATU-C (es decir, la capa física) controlar el flujo de células hacia y desde la capa ATM. Esta funcionalidad se representa por Tx\_Cell\_Handshake (toma de contacto de célula transmisora) y Rx\_Cell\_Handshake (toma de contacto de célula receptora). Una célula se puede transferir de la capa ATM a la capa PHY sólo después que la ATU-C haya activado el elemento Tx\_Cell\_Handshake. De modo similar una célula se puede transferir desde la capa PHY a la capa ATM sólo después de la activación de Rx\_Cell\_Handshake. Esta función es importante para evitar desbordamiento o infrautilización de la capacidad de la célula en las capas ATM y ATU-C.

Habrá también una interfaz dúplex para operaciones, administración, mantenimiento (OAM) y control del sistema ADSL.



**Figura 7-2/G.992.1 – Interfaces funcionales de la ATU-C para la capa ATM en el punto de referencia V-C**

## 7.2.2 Retardo de transferencia de cabida útil

El retardo de transferencia unidireccional (excluidas las funcionalidades específicas de célula) para bits de cabida útil en todos los portadores (simplex y dúplex) del punto de referencia V en el extremo de la estación central (V-C) al punto de referencia T en el extremo distante (T-R) para canales asignados a la memoria tampón de datos rápidos no será mayor que 2 ms, y para canales asignados a la memoria tampón de datos intercalados no será mayor que  $(4 + (S - 1)/4 + Sx D/4)$  ms, donde  $S$  y  $D$  se definen en 7.6. Los mismos requisitos se aplican en el sentido opuesto, del punto de referencia T-R al punto de referencia V-C.

NOTA – El retardo adicional introducido por las funcionalidades específicas de las células es propia de la aplicación.

## 7.2.3 Funcionalidades específicas de la célula ATM

### 7.2.3.1 Inserción de células en reposo

Las células en reposo deben ser insertadas en el sentido de transmisión para desacoplamiento de la velocidad de célula. Las células en reposo se identifican por el diagrama normalizado para el encabezamiento de célula que figura en la Recomendación I.432.1.

NOTA – La presente Recomendación parte de la hipótesis que las células en reposo serán descartadas por un receptor ATU-R.

### 7.2.3.2 Generación del control de errores del encabezamiento (HEC)

El byte de control de errores del encabezamiento (HEC, *header error control*) se generará en el sentido de transmisión como se describe en la Recomendación I.432.1, incluida la adición en módulo 2 recomendada (XOR) del esquema  $01010101_2$  de los bits HEC.

El conjunto del coeficiente del polinomio generador utilizado y el procedimiento de generación de la secuencia HEC estará en conformidad con la Recomendación I.432.1.

### 7.2.3.3 Aleatorización de cabida útil de célula

Se utilizará aleatorización del campo cabida útil de célula en el sentido de transmisión para mejorar la seguridad y resistencia del mecanismo de delimitación de célula HEC. Además, esto contribuye a aleatorizar los datos del campo de información, lo que puede mejorar la calidad de transmisión. Se deberá utilizar el polinomio aleatorizador con autosincronización  $X^{43} + 1$  y los procedimientos definidos en la Recomendación I.432.1.

NOTA – Esta Recomendación se basa en la hipótesis que la cabida útil de célula será desaleatorizada por un receptor ATU-R.

### 7.2.3.4 Temporización y ordenación de bits

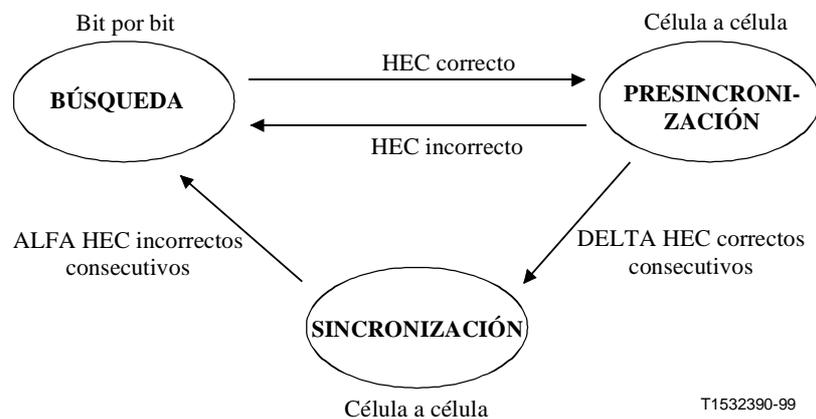
En la interfaz bytes de datos ATM con el canal portador AS0 o AS1, se enviará primero el bit más significativo (MSB). Las velocidades de datos del canal portador AS0 o AS1 serán múltiplos enteros de 32 kbit/s, con temporización de bits síncronos con la base de temporización de módem ADSL en sentido descendente (véanse 7.4.2.1 y 7.4.2.2).

### 7.2.3.5 Delimitación de célula

La función delimitación de células permite la identificación de fronteras de células en la cabida útil. Utiliza el campo HEC en el encabezamiento de célula.

La delimitación de células se efectuará utilizando una ley de codificación que comprueba el campo HEC en el encabezamiento de célula conforme al algoritmo descrito en la Recomendación I.432.1. En la figura 7-3 se muestra el diagrama de estados de delimitación de células ATM. Los detalles del diagrama de estados son los siguientes:

- 1) En el estado BÚSQUEDA, el proceso de delimitación se realiza verificando bit por bit que tenga HEC correcto. Una vez encontrada la concordancia, se supone que se ha aliado un encabezamiento y el método pasa al estado PRESINCRONIZACIÓN. Cuando se dispone de fronteras de bytes dentro de la capa física receptora antes de la delimitación de célula, como en el caso de los modos de alineación de trama 1, 2 y 3 (véase 7.4), el proceso de delimitación de célula puede realizarse byte por byte.
- 2) En el estado PRESINCRONIZACIÓN, el proceso de delimitación se realiza verificando célula por célula hasta encontrar al HEC correcto. El proceso se repite hasta que el HEC correcto haya sido confirmado *DELTA* veces consecutivas (véase la nota). Si se encuentra un HEC incorrecto, el proceso vuelve al estado BÚSQUEDA.
- 3) En el caso SINCRONIZACIÓN, se supone que se ha perdido la delimitación de célula si se obtiene un HEC incorrecto *ALFA* veces consecutivas.



NOTA – Con referencia a la Recomendación I.432.1, no se han propuesto valores de *ALFA* y *DELTA* pues la elección de esos valores no se considera que afecte el interfuncionamiento. Sin embargo, cabría observar que la utilización de los valores propuestos en la Recomendación I.432.1 (*ALFA* = 7, *DELTA* = 6) pueden ser inadecuados debido a las características de transmisión particulares de la ADSL.

**Figura 7-3/G.992.1 – Diagramas de estados de la delimitación de células ATM**

### 7.2.3.6 Verificación del control de errores del encabezamiento

El control de errores del encabezamiento (HEC) abarca la totalidad del encabezamiento de la célula. El código empleado para esta función es capaz de:

- la corrección de errores en un solo bit; o
- la detección de errores en varios bits.

La detección de errores se aplicará conforme a lo especificado en la Recomendación I.432.1 con la excepción de que cualquier error HEC se considerará como un error de varios bits y, por tanto, no se efectuará la corrección de errores HEC.

### 7.2.4 Estructura de alineación de trama para transporte ATM

Una ATU-C configurada para transporte ATM soportará las estructuras de alineación de trama con tara completa 0 y 1 como se especifica en 7.4. El soporte de las estructuras de alineación de trama con tara reducida 2 y 3 es opcional.

El transmisor de ATU-C preservará las fronteras de bytes de la interfaz V-C (presentadas explícita o implícitamente por las fronteras de células ATM) en la interfaz U-C, independientemente de la estructura de alineación de trama de la interfaz U-C.

Para asegurar el interfuncionamiento de la estructura de alineación de trama 0 entre una ATU-C ATM y una TC de célula ATM más una ATU-R STM (es decir, ATM sobre STM), se aplicará lo siguiente:

- una ATU-R STM que transporta células ATM y no preserva fronteras de bytes T-R en la interfaz U-R indicará durante la inicialización que la estructura de trama 0 es la estructura de trama más alta soportada;
- una ATU-R STM que transporta células ATM y preserva fronteras de bytes T-R en la interfaz U-R indicará durante la inicialización que la estructura de trama 0, 1, 2 ó 3 es la estructura de trama más alta soportada, según se aplica a la implementación;
- un receptor ATU-C ATM que funciona en estructura de alineación de trama 0 no puede suponer que el transmisor ATU-R preservará fronteras de bytes de la interfaz T-R en la interfaz U-R y ejecutará la delimitación de células bit por bit (véase 7.2.3.5).

Una ATU-C configurada para transporte ATM puede soportar la inserción de una referencia de temporización de red (NTR). El operador de red puede elegir no insertar la NTR. En caso contrario, la NTR será insertada en la estructura de alineación de trama U-C como se describe en 7.3.2.

### 7.3 Referencia de temporización de red (NTR)

#### 7.3.1 Necesidad de la NTR

Algunos servicios requieren que se disponga un reloj de referencia en las capas superiores de la pila de protocolos (es decir, sobre la capa física); esto se utiliza para garantizar la sincronización de extremo a extremo de los lados transmisión y recepción. Ejemplos de ello son el servicio de voz y telefonía por ATM (VTOA, *voice and telephony over ATM*) y videoconferencia de escritorio (DVC, *desktop video conferencing*).

Para soportar la distribución de una temporización de referencia por la red, el sistema ADSL puede transportar un marcador de temporización de 8 kHz como NTR. Este marcador de temporización de 8 kHz se puede utilizar para reproducción de señales vocales/vídeo en el decodificador (convertidor D/A) en aplicaciones de DVC y VTOA. El marcador de temporización de 8 kHz se aplica a la entrada de la ATU-C como parte de la interfaz en el punto de referencia V-C.

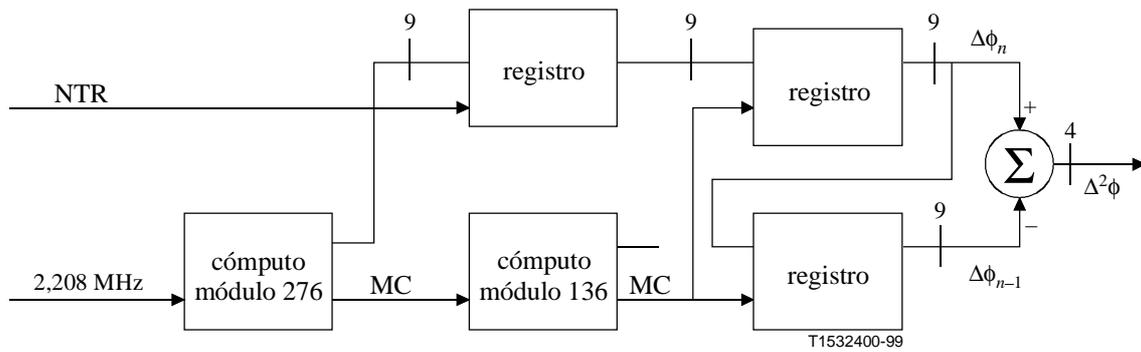
#### 7.3.2 Transporte de la NTR

El objetivo del mecanismo de transporte NTR es que la ATU-C debería proporcionar información de temporización en el punto de referencia U-C que permita a la ATU-R entregar información de temporización al punto de referencia T-R que tiene una exactitud de temporización en conformidad con la exactitud del reloj proporcionada en el punto de referencia V-C. Si se proporcionara, la NTR se habrá de insertar en la estructura de alineación de trama de la siguiente manera:

- La ATU-C puede generar una referencia de temporización local (LTR, *local timing reference*) de 8 kHz dividiendo su reloj de muestreo por el entero apropiado (276 si se utiliza 2,208 MHz).
- Transmitirá la variación de desplazamiento de fase entre la entrada NTR y LTR (medida en ciclos del reloj de 2,208 MHz, es decir, unidades de 452 ns aproximadamente) de la supertrama anterior a la supertrama actual; esto se codificará en cuatro bits ntr3-ntr0 (siendo ntr3 el MSB), que representa un entero asignado en la gama -8 a +7 en notación con complemento a 2. Los bits ntr3-ntr0 se transportarán en los bits indicadores 23 (ntr3) a 20 (ntr0); véase el cuadro 7-2.
- Un valor positivo del cambio de desplazamiento de fase,  $\Delta^2\phi$  indicará que la LTR es de frecuencia superior a la NTR.
- De modo alternativo, la ATU-C puede decidir enclavar su reloj de muestreo en sentido descendente (2,208 MHz) a 276 veces la frecuencia NTR; en tal caso codificará  $\Delta^2\phi$  a cero.

La NTR tiene una variación de frecuencia máxima de  $\pm 32$  ppm. La LTR, como se especifica en 7.11.1, tiene una variación de frecuencia máxima de  $\pm 50$  ppm. El desajuste máximo es, por tanto,  $\pm 82$  ppm. Esto produciría una modificación de desplazamiento de fase media de  $\pm 3,5$  ciclos de reloj aproximadamente para una supertrama de 17 ms, que se puede poner en correspondencia con cuatro bits de tara.

En la figura 7-4 se muestra un método que la ATU-C puede utilizar para medir este cambio de desplazamiento de fase.



(MC es la indicación de cuenta máxima antes del repliegue a 0)

**Figura 7-4/G.992.1 – Ejemplo de implementación de la medición  $\Delta^2\phi$**

#### 7.4 Alineación de trama

Esta subcláusula especifica la alineación de trama de la señal en sentido descendente (transmisor ATU-C). La alineación de trama en sentido ascendente (transmisor ATU-R) se especifica en 8.4.

Se definen aquí dos tipos de alineación de trama: de tara completa y de tara reducida. Asimismo, se definen dos versiones de tara completa y dos versiones de tara reducida. Los cuatro modos de alineación de trama resultantes se definen en el cuadro 7-1 y serán referidos como modos de alineación de trama 0, 1, 2 y 3.

**Cuadro 7-1/G.992.1 – Definición de modos de alineación de trama**

Estructura de alineación de trama	Descripción
0	Alineación de trama de tara completa con temporización bit a módem síncrona (véase 7.4.1) (es decir mecanismo de control de sincronización habilitado, véase 7.4.2)
1	Alineación de trama de tara completa con temporización bit a módem síncrona (véase 7.4.1) (es decir mecanismo de control de sincronización inhabilitado, véase 7.4.2)
2	Alineación de trama de tara reducida con bytes de datos rápidos y de sincronización separados en memoria tampón de latencia rápida e intercalada, respectivamente (es decir tara de alineación de trama de 64 kbit/s) (véase 7.4.3.1)
3	Alineación de trama de tara reducida con bytes de datos rápidos y de sincronización combinados, que utiliza la memoria tampón de latencia rápida o intercalada (es decir tara de alineación de trama de 32 kbit/s) (véase 7.4.3.2)

Los requisitos para que los modos de alineación de trama sean soportados, dependen de que la ATU-C sea configurada para transporte STM o transporte ATM, y se definen en 7.1.5 y 7.2.4, respectivamente.

La ATU-C indicará durante la inicialización el número de estructura de alineación de trama más alto que soporta. Si la ATU-C indica que soporta la estructura de alineación de trama  $k$ , soportará también todas las estructuras de alineación de trama  $k-1$  a 0. Si la ATU-R indica un número de estructura de alineación de trama menor durante la inicialización, la ATU-C retrocederá al número de estructura de alineación de trama indicado por la ATU-R.

Como se especificó en la cláusula 5, salvo en las interfaces en serie ASx/LSx, los bytes de datos se transmiten con el bit más significativo (MSB) primero conforme a las Recomendaciones G.703,

G.709, I.361 e I.432.1. Sin embargo, todos los procesamientos en serie en la trama ADSL (por ejemplo, CRC, aleatorización, etc.) se efectuarán con el bit menos significativo (LSB) transmitido en primer término. Los MSB del ámbito exterior son considerados por la ADSL como LSB. Como resultado, el primer bit que se recibe (MSB del ámbito exterior) será el primer bit procesado dentro de la ADSL (LSB ADSL).

#### 7.4.1 Símbolos de datos

Las figuras 5-1 y 5-2 muestran diagramas de bloques funcionales del transmisor ATU-C con puntos de referencia para alineación de trama. Se sincronizarán hasta cuatro canales de datos símplex en sentido descendente y hasta tres canales de datos dúplex a la velocidad de trama de multitonos discretos ADSL de 4 kHz, que serán multiplexados en dos memorias tampón de datos (rápidos e intercalados) separadas. Se aplicará, separadamente, verificación por redundancia cíclica (CRC, *cyclic redundancy check*), aleatorización, y codificación de corrección de errores hacia adelante (FEC, *forward error correction*) al contenido de cada memoria tampón, y los datos de la memoria intercalada pasarán a través de una función de intercalado. Los dos trenes de datos se ordenarán por tonos como se define en 7.7 y se combinarán en un símbolo de datos que se aplica a la entrada del codificador de constelación. Tras la codificación de constelación, los datos serán modulados para producir una señal analógica de transmisión a través del bucle de cliente.

El esquema de alineación de trama a nivel de bit no se insertará en los símbolos de datos de la estructura de trama o supertrama. Las fronteras de tramas (es decir, símbolos) DMT están delimitadas por el prefijo cíclico insertado por el modulador (véase 7.12). Las fronteras de supertrama se determinan mediante el símbolo de sincronización, que también será insertado por el modulador y que no transporta datos de usuario (véase 7.11.3).

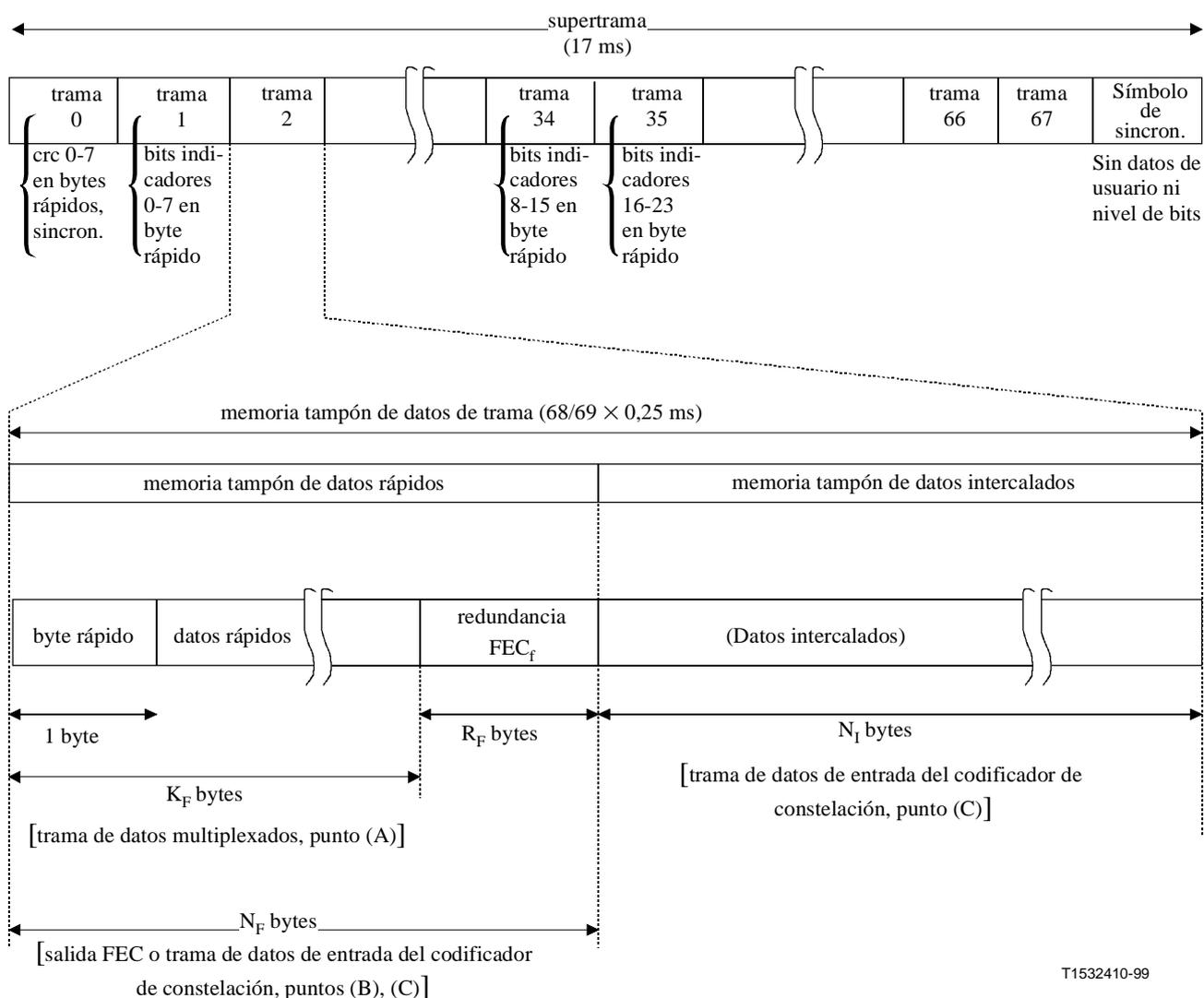
Debido a la adición de bytes de redundancia FEC e intercalado de datos, las tramas de datos (por ejemplo datos a nivel de bit previo a la codificación de constelación) tienen apariencia estructural diferente en los tres puntos de referencia que se encuentran en el transmisor. Como se muestra en las figuras 5-1 y 5-2, los puntos de referencia para los cuales se describirá la alineación de trama de datos en las siguientes subcláusulas son:

- A (trama de datos múltiplex): datos multiplexados sincronizados después que se ha insertado la CRC (la sincronización se describe en 7.4.2, y la CRC se especifica en 7.4.1.5). Las tramas de datos múltiplex se generarán a una velocidad nominal de 4 kbaudios (es decir cada 250  $\mu$ s).
- B (Trama de datos de salida FEC): trama de datos generada a la salida del codificador FEC a la velocidad de símbolo de DMT, en la que un bloque FEC puede abarcar más de un periodo de símbolo DMT.
- C (trama de datos de entrada del codificador de constelación): trama de datos presentada al codificador de constelación.

##### 7.4.1.1 Estructura de la supertrama

La ADSL utiliza la estructura de supertrama que se muestra en la figura 7-5. Cada supertrama se compone de 68 tramas de datos, numeradas de 0 a 67, que se codifican y modulan en símbolos DMT, seguidos de un símbolo de sincronización, que no lleva datos de usuario ni nivel de bits suplementarios y se inserta mediante el demodulador (véase 7.11.3) para establecer fronteras de supertrama. Desde el punto de vista de nivel de bits y datos de usuario, la velocidad de símbolo DMT es de 4000 baudios (periodo = 250  $\mu$ s), pero para permitir la inserción del símbolo de sincronización la velocidad de símbolo DMT transmitida es de  $69/68 \times 4000$  baudios.

Cada trama de datos dentro de la supertrama contiene datos procedentes de la memoria tampón rápida y de la memoria tampón intercalada. El tamaño de cada memoria tampón depende de la asignación de canales portadores efectuados durante la inicialización (véanse 7.4.1.2 y 10.6.2).



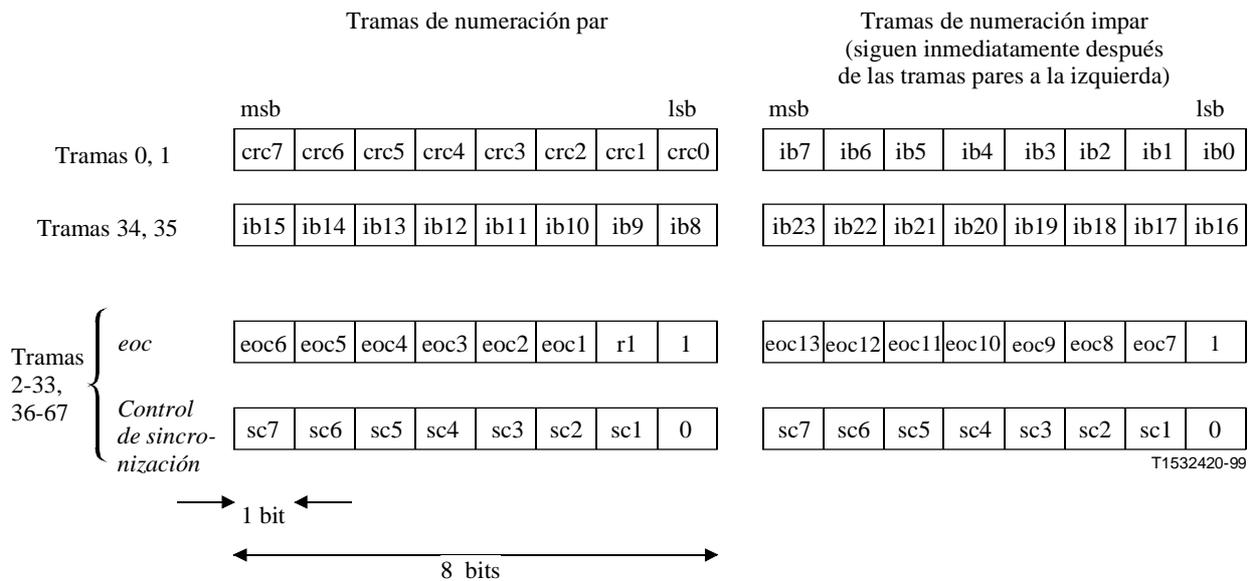
**Figura 7-5/G.992.1 – Estructura de supertrama de la ADSL – Transmisor ATU-C**

Durante cada supertrama ADSL, se reservarán ocho bits para la CRC en la memoria tampón de datos rápidos (crc0-crc7), y 24 bits indicadores (ib0-ib23) se asignarán para funciones OAM. Como se muestra en la figura 7-6, el byte de sincronización de la memoria tampón de datos rápidos ("byte rápido") lleva los bits de verificación CRC en la trama 0 y los bits indicadores en las tramas 1, 34 y 35. El byte rápido en otras tramas se asigna en pares de tramas par/impar al EOC o al control de sincronización de los canales portadores asignado a la memoria tampón de datos rápidos.

El bit 0 del byte rápido en una trama de número par (con excepción de las tramas 0 y 34) y el bit 0 del byte rápido de la trama de número impar que se encuentra inmediatamente después, se pondrán a "0" para indicar que esas tramas transportan información de control de sincronización.

Cuando no se requieren para control de sincronización, la CRC, o bits indicadores, los bytes rápidos de dos tramas ADSL sucesivas que comienzan con una trama de número par, pueden contener indicaciones con el código "sin acción de sincronización" (véase 7.4.2), o alternativamente se pueden utilizar para transmitir un mensaje EOC, que consta de 13 bits. Los bits indicadores se definen en el cuadro 7-2.

El bit 0 del byte rápido en una trama de numeración par (con excepción de las tramas 0 y 34) y el bit 0 del byte rápido de la trama de número impar ubicada inmediatamente después se pondrán a "1" para indicar que esas tramas llevan un mensaje EOC de 13 bits más 1 bit adicional, r1 (véase la cláusula 9). El bit r1 se reserva para uso futuro y se pondrá a "1".



En todas las tramas: bit 7 = MSB y bit 0 = LSB

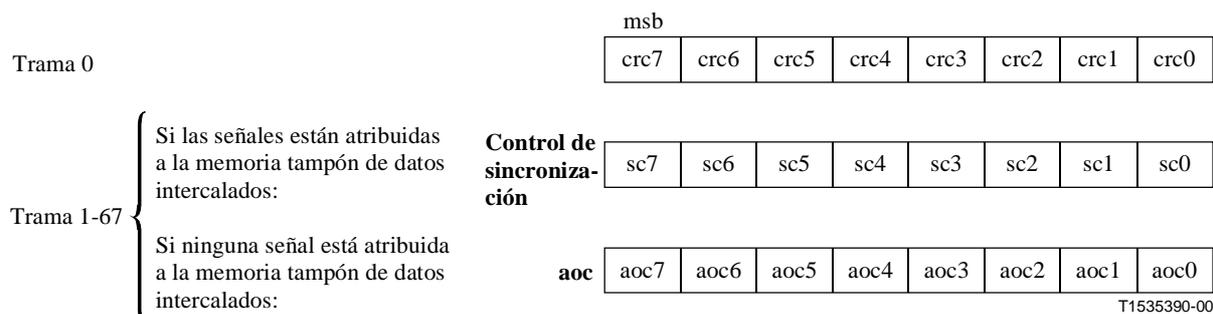
**Figura 7-6/G.992.1 – Formato del byte de sincronización rápida (byte rápido) – Transmisor ATU-C**

**Cuadro 7-2/G.992.1 – Definición de bits indicadores, transmisor ATU-C (memoria tampón de datos rápidos, sentido descendente)**

Bit indicador (nota 1)	Definición (nota 2)
ib0-ib7	Reservado para uso futuro
ib8	FEBE-I
ib9	FECC-I
ib10	FEBE-F
ib11	FECC-F
ib12	LOS
ib13	RDI
ib14	NCD-I (utilizada para ATM solamente, se pondrá a 1 para STM)
ib15	NCD-F (utilizada para ATM solamente, se pondrá a 1 para STM)
ib16	HEC-I (utilizada para ATM solamente, se pondrá a 1 para STM)
ib17	HEC-F (utilizada para ATM solamente, se pondrá a 1 para STM)
ib18- 19	Reservado para uso futuro
ib20-23	NTR0-3 (si NTR no se transporta, ib20-23 se pondrán a "1 – tienen baja actividad)
NOTA 1 – Para definiciones de los bits y su utilización véase 9.3.1.	
NOTA 2 – Debido a que todos los bits indicadores se definen en baja actividad, los bits reservados se pondrán a "1".	

Se utilizarán ocho bits por supertrama ADSL para la CRC en la memoria tampón de datos intercalados (crc0-crc7). Como se muestra en las figuras 7-7 y 7-9, el byte de sincronización de la memoria tampón de datos intercalados ("byte de sincronización") lleva los bits de verificación de la CRC para la supertrama anterior en la trama 0. En todas las otras tramas (1 a 67), el byte de

sincronización se utilizará para control de sincronización de los canales portadores asignados a la memoria tampón de datos intercalados o utilizados para transportar un canal de control de tara ADSL (AOC, *ADSL overhead control channel*). En el modo de tara completa (véase 7.4.1.2), cuando aparece cualquier canal portador en la memoria tampón de datos intercalados, los datos AOC se transportarán en el byte LEX, y el byte de sincronización indicará cuándo el byte LEX contiene datos AOC y cuándo contiene bytes de datos del canal portador. Cuando ningún canal portador está asignado a la memoria tampón de datos intercalados (es decir, todos los  $B_i(ASx) = B_i(LSx) = 0$ ), el byte de sincronización transportará los datos AOC directamente (los bytes AEX y LEX que se describen en 7.4.1.2, no existen en este caso en la memoria tampón de datos intercalados). El formato del byte de sincronización se describe en 7.4.2.2.



NOTA – Los nombres "byte rápido" y "byte de sincronización" son abreviaturas de "byte de sincronización rápida" y "byte de sincronización intercalada", respectivamente.

**Figura 7-7/G.992.1 – Formato del byte de sincronización intercalada ("byte de sincronización") – Transmisor ATU-C**

### 7.4.1.2 Estructura de trama (de tara completa)

Cada trama de datos se codificará en un símbolo DMT, como se describe en 7.7 a 7.9. Como se muestra en la figura 7-5 cada trama se compone de una memoria tampón de datos rápidos y una memoria tampón de datos intercalados, y la estructura de trama tiene diferentes aspectos en cada uno de los puntos de referencia (A, B y C). Los bytes de la memoria tampón de datos rápidos se temporizarán primero en el codificador de constelación, seguido de los bytes de la memoria tampón de datos intercalados. Los bytes se temporizan con el bit menos significativo primero.

Cada canal portador se asignará a la memoria tampón de datos rápidos o intercalados durante la inicialización (véase 10.6.2), y un par de bytes,  $[B_F, B_I]$ , transmitidos para cada canal portador, donde  $B_F$  y  $B_I$  indican el número de bytes atribuidos a las memorias tampón de datos rápidos e intercalados, respectivamente.

Los siete pares  $[B_F, B_I]$  para especificar las velocidades de canal portador en sentido descendente son:

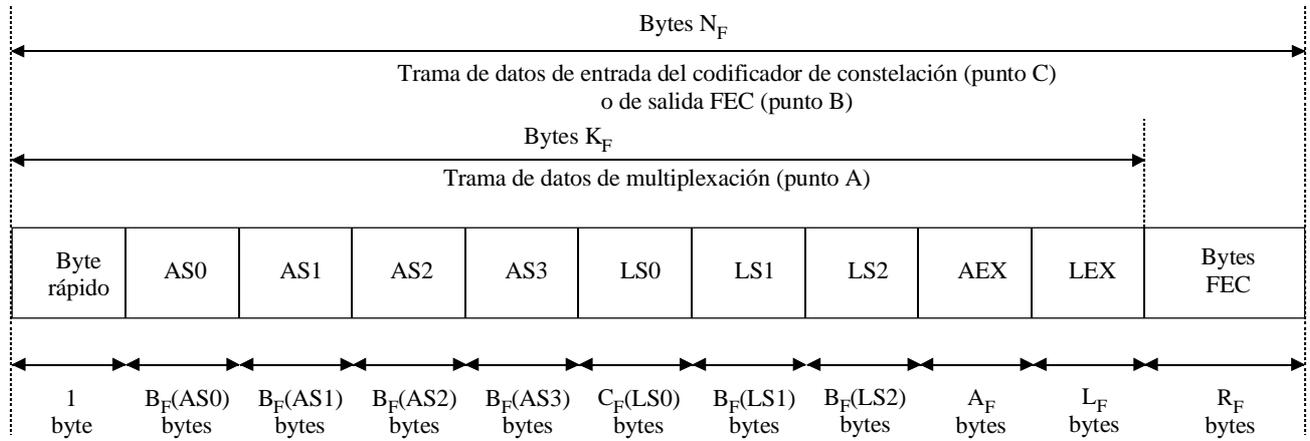
- $B_F(ASx), B_I(ASx)$  para  $X = 0, 1, 2$  y 3, para canales símplex en sentido descendente;
- $B_F(LSx), B_I(LSx)$  para  $X = 0, 1, 2$ , para el transporte en sentido descendente de los canales dúplex.

Las reglas de la atribución son:

- para cualquier canal portador,  $X$ , salvo la opción de canal C a 16 kbit/s, sea  $B_F(X) =$  el número de bytes por trama de la memoria tampón de datos rápidos y  $B_I(X) = 0$ , o bien  $B_F(X) = 0$  y  $B_I(X) =$  número de bytes por trama de la memoria tampón de datos intercalados;
- para la opción de canal C a 16 kbit/s,  $B_F(LS0) = 255$  ( $11111111_2$ ) y  $B_I(LS0) = 0$ , o bien  $B_F(LS0) = 0$  y  $B_I(LS0) = 225$ .

### 7.4.1.2.1 Memoria tampón de datos rápidos (de tara completa)

En la figura 7-8 se muestra la estructura de trama de la memoria tampón de datos rápidos para los puntos de referencia A y B, que se definen en las figuras 5-1 y 5-2.



T1532430-99

**Figura 7-8/G.992.1 – Memoria tampón de datos rápidos – Transmisor ATU-C**

Los parámetros indicados en la figura 7-8 se calcularán con las siguientes ecuaciones:

$$C_F(LS_0) = 0 \quad \text{si } B_F(LS_0) = 255(11111111_2) \quad (7-1)$$

$$= B_F(LS_0) \text{ de otro modo}$$

$$N_F = K_F + R_F \quad (7-2)$$

donde  $R_F$  = número de bytes de redundancia FEC, y

$$K_F = 1 + \sum_{i=0}^3 B_F(AS_i) + A_F + C_F(LS_0) + \sum_{j=1}^2 B_F(LS_j) + L_F \quad (7-3)$$

donde:

$$A_F = 0 \quad \text{si } \sum_{i=0}^3 B_F(AS_i) = 0 \quad (7-4)$$

$$= 1 \text{ de otro modo}$$

y:

$$L_F = 0 \quad \text{if } B_f(AS_i) = 0 \text{ para } i = 0-3 \text{ y } B_f(LS_j) = 0 \text{ para } j = 0-2 \quad (7-5)$$

$$= 1 \text{ de otro modo (incluido } B_F(LS_0) = 255)$$

En el punto de referencia A (trama de datos de multiplexación) indicado en las figuras 5-1 y 5-2, la memoria tampón de datos rápidos contendrá siempre como mínimo el byte rápido. Éste está seguido por los bytes  $B_F(AS_0)$  del canal AS0, luego por los bytes  $B_F(AS_1)$  del canal AS1, por los bytes  $B_F(AS_2)$  del canal AS2 y por los bytes  $B_F(AS_3)$  del canal AS3. A continuación aparecen los bytes para cualquier canal dúplex ( $LS_x$ ) atribuido a la memoria tampón de datos rápidos. Si cualquier byte  $B_F(AS_x)$  es distinto de cero, un byte AEX y un byte LEX seguirán a los bytes del último canal  $LS_x$ , y si algún byte  $B_F(LS_x)$  no es cero, se incluirá el byte LEX.

Cuando  $B_F(LS0) = 255$ , no se incluirán bytes para el canal LS0. En cambio, el canal C a 16 kbit/s será transportado en cualquier otro byte LEX en promedio, empleando el byte de sincronización para indicar cuándo añadir el byte LEX al canal portador LS0.

Los bytes de redundancia FEC  $R_F$  se añadirán a la trama de datos de multiplexación (punto de referencia A) para producir la trama de datos de salida FEC (punto de referencia B), donde los bytes  $R_F$  vienen dados en las opciones RATES1 durante la inicialización.

En razón que los datos procedentes de la memoria tampón de datos rápidos no están intercalados, la trama de datos de entrada del codificador de constelación (punto de referencia C) es idéntica a la trama de datos de salida FEC (punto de referencia B).

#### 7.4.1.2.2 Memoria tampón de datos intercalados (de tara completa)

En la figura 7-9 se muestra la estructura de trama de la memoria tampón de datos intercalados para los puntos de referencia A y B, que se definen en las figuras 5-1 y 5-2.

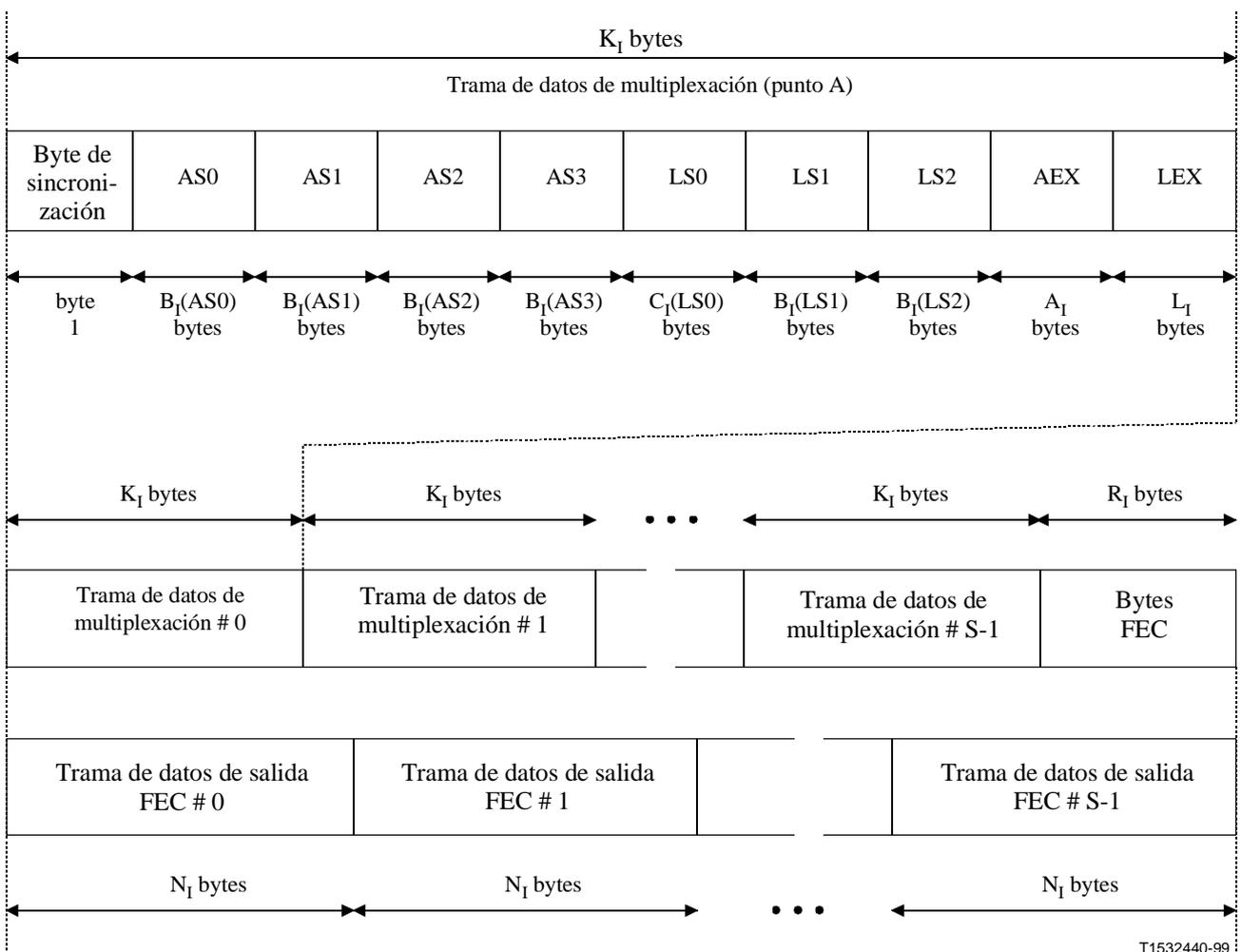


Figura 7-9/G.992.1 – Memoria tampón de datos intercalados – Transmisor ATU-C

Los parámetros indicados en la figura 7-9 se calcularán con las siguientes ecuaciones:

$$C_I(LS0) = 0 \quad \text{si } B_I(LS0) = 255(11111111_2) \quad (7-6)$$

$$= B_I(LS0) \quad \text{de otro modo}$$

$$N_I = (S \times K_I + R_I)/S \quad (7-7)$$

donde  $R_I$  = número de bytes de redundancia FEC y  $S$  = número de símbolos DMT por palabra de código FEC.

$$K_I = 1 + \sum_{i=0}^3 B_I(ASi) + A_I + C_I(LS0) + \sum_{j=1}^2 B_I(LSj) + L_I \quad (7-8)$$

donde:

$$A_I = 0 \quad \text{si } \sum_{i=0}^3 BI(ASi) = 0$$

$$= 1 \quad \text{de otro modo} \quad (7-9)$$

y:

$$L_I = 0 \quad \text{si } B_I(ASi) = 0 \text{ para } i = 0-3 \text{ y } B_I(LSj) = 0 \text{ para } j = 0-2$$

$$= 1 \quad \text{de otro modo (incluido } B_I(LS0) = 255) \quad (7-10)$$

En el punto de referencia A, trama de datos de multiplexación, la memoria tampón de datos intercalados siempre contendrá como mínimo el byte de sincronización. El resto de la memoria tampón se integrará de la misma manera que la memoria tampón de datos rápidos, sustituyendo  $B_I$  por  $B_F$ . La longitud de cada trama de datos de multiplexación es de  $K_I$  bytes, como se define en la figura 7-9.

El codificador de la FEC tomará  $S$  tramas de datos de multiplexación y anexará bytes de redundancia FEC  $R_I$  para producir la palabra clave FEC de longitud  $N_{FEC} = S \times K_I + R_I$  bytes. Las tramas de datos de salida FEC contendrán  $N_I = N_{FEC}/S$  bytes, donde  $N_I$  es un valor entero. Cuando  $S > 1$ , la trama de datos de salida FEC (punto de referencia B) para las  $S$  tramas en una palabra de código FEC, superpondrá parcialmente dos tramas de datos de multiplexación para todas las tramas excepto la última, que contendrá los bytes de redundancia FEC  $R_I$ .

Las tramas de datos de salida FEC se intercalan a una determinada profundidad de intercalación. El proceso de intercalación (véase 7.6.3) retarda cada byte de una trama de datos de salida FEC dada en valores diferentes, de modo que las tramas de datos de entrada del codificador de constelación contendrá bytes procedentes de numerosas tramas de datos FEC diferentes. En el punto de referencia A del transmisor la trama de datos de multiplexación 0 de la memoria tampón de datos intercalados se alinea con la supertrama ADSL y con la trama de datos de multiplexación 0 de la memoria tampón de datos rápidos (esto no se cumple en el punto de referencia C). En el receptor, la memoria tampón de datos intercalados sufrirá un retardo de ( $S \times$  profundidad de intercalación  $\times$  250 microsegundos) con respecto a la memoria tampón de datos rápidos, y la trama de datos 0 (que contiene los bits de la CRC para la memoria tampón de datos intercalados) aparecerá un número fijo de tramas después del comienzo de la supertrama del receptor.

#### 7.4.1.3 Estructura de hipertrama (anexo C solamente)

Para el anexo C, véase C.4.3.2.

#### 7.4.1.4 Estructura de subtrama (anexo C solamente)

Para el anexo C, véase C.4.3.3.

#### 7.4.1.5 Verificación por redundancia cíclica (CRC)

Para cada supertrama se generarán dos verificaciones por redundancia cíclica (CRC) – una para la memoria tampón de datos rápidos y otra para la memoria tampón de datos intercalados – y se transmitirán en la primera trama de la supertrama siguiente. Ocho bits por tipo de memoria tampón

(de datos rápidos o intercalados) por supertrama atribuida a los bits de verificación CRC (véase 7.4.1.1). Estos bits se calculan mediante los bits de mensaje  $k$  a través de la ecuación:

$$\text{crc}(D) = M(D) D^8 \text{ módulo } G(D) \quad (7-11)$$

donde:

$$M(D) = m_0 D^{k-1} + m_1 D^{k-2} + \dots + m_{k-2} D + m_{k-1} \quad (7-12)$$

es el polinomio de mensaje,

$$G(D) = D^8 + D^4 + D^3 + D^2 + 1 \quad (7-13)$$

es el polinomio generador,

$$\text{crc}(D) = c_0 D^7 + c_1 D^6 + \dots + c_6 D + c_7 \quad (7-14)$$

es el polinomio de verificación, y  $D$  es el operador de retardo. Es decir, CRC es el resto cuando  $M(D) D^8$  se divide por  $G(D)$ . Los bits de verificación CRC se transportan en los bytes de sincronización (rápido e intercalado; 8 bits cada uno) de trama 0 para cada memoria tampón de datos.

Los bits (es decir, polinomios de mensaje) comprendidos en la CRC incluyen:

- memoria tampón de datos rápidos:
  - trama 0: bytes ASx ( $X = 0, 1, 2, 3$ ), bytes LSx ( $X = 0, 1, 2$ ), seguido de cualquier número de bytes AEX y LEX;
  - todas las otras tramas: byte rápido, seguido de bytes ASx ( $X = 0, 1, 2, 3$ ), bytes LSx ( $X = 0, 1, 2$ ), y cualquier byte AEX y LEX;
- memoria tampón de datos intercalados:
  - trama 0: bytes ASx ( $X = 0, 1, 2, 3$ ), bytes LSx ( $X = 0, 1, 2$ ), seguido de cualquier byte AEX y LEX;
  - todas las otras tramas: byte de sincronización, seguido por bytes ASx ( $X = 0, 1, 2, 3$ ), bytes LSx ( $X = 0, 1, 2$ ), y cualquier byte AEX y LEX.

Cada byte se pondrá en sincronismo con el bit menos significativo de la CRC ubicado en primer término.

El número de bits por el cual se computa la CRC varía con la atribución de bytes a las memorias tampón de datos rápidos e intercalados (la cantidad de bytes en ASx y LSx varía conforme a los pares  $[B_F, B_I]$ ; AEX está presente en una memoria tampón dada sólo si se atribuye al menos un ASx a esa memoria tampón; LEX está presente en una memoria tampón dada sólo si al menos se atribuye un ASx o un LSx a esa memoria tampón).

Debido a la flexibilidad de asignación de canales portadores a las memorias tampón de datos rápidos e intercalados, las longitudes de campo de la CRC en una supertrama ADSL variará de 67 bytes a 14 875 bytes aproximadamente.

## 7.4.2 Sincronización

Si la base de temporización de bytes de los trenes de datos de usuario de entrada no está en sincronismo con la base de temporización del módem ADSL, los trenes de datos de entrada se sincronizarán con la base de temporización ADSL utilizando el mecanismo de control de sincronización (que comprende el byte de control de sincronización y los bytes AEX y LEX). La codificación de corrección de errores hacia adelante siempre se aplicará al byte o bytes de control de sincronización.

Si la base de temporización de bits de los trenes de datos de usuario de entrada está sincronizada con la base de temporización del módem ADSL, el mecanismo de control de sincronización no es

necesario, y el byte de control de sincronización indicará siempre "sin acción de sincronización" (véanse los cuadros 7-3 y 7-4).

#### 7.4.2.1 Sincronización para la memoria tampón de datos rápidos

El control de sincronización para la memoria tampón de datos rápidos puede ocurrir en las tramas 2 a 33, y 36 a 67 de una supertrama ADSL como se describe en 7.4.1.1, donde el byte rápido se puede usar como byte de control de sincronización. No se efectuarán acciones de sincronización para las tramas en que se utiliza el byte rápido para CRC, bits indicadores fijos, o EOC.

En el cuadro 7-3 se muestra el formato del byte rápido cuando se utiliza como control de sincronización para la memoria tampón de datos rápidos.

**Cuadro 7-3/G.992.1 – Formato del byte rápido para sincronización**

Bits	Designación	Códigos
sc7, sc6	Designador de canal portador ASx	"00 <sub>2</sub> ": AS0 "01 <sub>2</sub> ": AS1 "10 <sub>2</sub> ": AS2 "11 <sub>2</sub> ": AS3
sc5, sc4	Control de sincronización para el canal portador ASx designado	"00 <sub>2</sub> ": sin acción de sincronización "01 <sub>2</sub> ": añadir el byte AEX al canal portador ASx designado "11 <sub>2</sub> ": añadir los bytes AEX y LEX al canal portador ASx "10 <sub>2</sub> ": suprimir el último byte del canal portador ASx designado
sc3, sc2	Designador de canal portador LSx	"00 <sub>2</sub> ": LS0 "01 <sub>2</sub> ": LS1 "10 <sub>2</sub> ": LS2 "11 <sub>2</sub> ": sin acción de sincronización
sc1	Control de sincronización para el canal portador LSx designado	"1 <sub>2</sub> ": añadir byte LEX al canal portador LSx designado "0 <sub>2</sub> ": suprimir último byte del canal portador LSx designado
sc0	Sincronización/designador de EOC	"0 <sub>2</sub> ": efectuar el control de sincronización como se indica en sc7-sc1 "1 <sub>2</sub> ": este byte es parte de una trama EOC

Para los emplazamientos de ADSL puede ser necesario el interfuncionamiento con velocidades DS1 (1,544 Mbit/s) o DS1C (3,152 Mbit/s). La opción de control de sincronización que permite añadir hasta dos bytes a un canal portador ASx proporciona la capacidad de tara suficiente para transportar combinaciones de canales DS1 o DS1C de manera transparente (sin interpretación ni eliminación, y con regeneración de la alineación de trama insertada en los canales DS1 o DS1C). Sin embargo, el algoritmo de control de sincronización garantiza que el byte rápido en algún número de tramas mínimo está disponible para transportar tramas EOC de modo tal que se puede mantener una velocidad EOC mínima (4 kbit/s).

Cuando la velocidad de datos del canal C es 16 kbit/s, el canal portador LS0 se transporta en el byte LEX, empleando el código "añadir el byte LEX al canal LSx designado", con LS0 como el canal designado, cada dos tramas en término medio.

Si la base de temporización de los bits de los canales portadores de entrada (AS<sub>x</sub>, LS<sub>x</sub>) es síncrona con la base de temporización del módem ADSL, no es necesario que los sistemas ADSL efectúen el control de sincronización añadiendo o suprimiendo los bytes AEX o LEX a/de los canales AS<sub>x</sub> y LS<sub>x</sub> designados, y el byte de control de sincronización indicará "sin acción de sincronización" (es decir, sc7-0 codificado "XX0011X0<sub>2</sub>", siendo X un valor discrecional).

#### 7.4.2.2 Sincronización para la memoria tampón de datos intercalados

El control de sincronización para la memoria tampón de datos intercalados puede ocurrir en las tramas 1 a 67 de una supertrama ADSL como se describe en 7.4.1.1, donde el byte de sincronismo se puede utilizar como byte de control de sincronización. Durante la trama 0 no se efectuarán acciones de sincronización, en la que el byte de sincronización se utiliza para la CRC durante tramas cuando el byte LEX transporta la AOC.

El formato del byte de sincronización cuando se utiliza como control de sincronización para la memoria tampón de datos intercalados se indica en el cuadro 7-4. En el caso en que no se atribuyen señales a la memoria tampón de datos intercalados, el byte de sincronización llevará directamente los datos AOC, como se muestra en la figura 7-7, en 7.4.1.1.

**Cuadro 7-4/G.992.1 – Formato del byte para sincronización**

Bits	Designación	Códigos
sc7, sc6	Designador de canal portador AS <sub>x</sub>	"00 <sub>2</sub> ": AS0 "01 <sub>2</sub> ": AS1 "10 <sub>2</sub> ": AS2 "11 <sub>2</sub> ": AS3
sc5, sc4	Control de sincronización para el canal portador AS <sub>x</sub> designado	"00 <sub>2</sub> ": sin acción de sincronización "01 <sub>2</sub> ": añadir el byte AEX al canal portador AS <sub>x</sub> designado "11 <sub>2</sub> ": añadir los bytes AEX y LEX al canal portador AS <sub>x</sub> "10 <sub>2</sub> ": suprimir el último byte del canal portador AS <sub>x</sub> designado
sc3, sc2	Designador de canal portador LS <sub>x</sub>	"00 <sub>2</sub> ": LS0 "01 <sub>2</sub> ": LS1 "10 <sub>2</sub> ": LS2 "11 <sub>2</sub> ": sin acción de sincronización
sc1	Control de sincronización para el canal portador LS <sub>x</sub> designado	"1 <sub>2</sub> ": añadir el byte LEX al canal portador LS <sub>x</sub> designado "0 <sub>2</sub> ": suprimir el último byte del canal portador LS <sub>x</sub> designado
sc0	Sincronización/designador de AOC	"0 <sub>2</sub> ": efectuar control de sincronización como se indica en sc7-sc1 "1 <sub>2</sub> ": el byte LEX transporta datos de canal de control de tara ADSL; se permite el control desincronización para "añadir AEX" o "suprimir" como se indica en sc7-sc1

Para los emplazamientos de ADSL puede ser necesario el interfuncionamiento con velocidades DS1 (1,544 Mbit/s) o DS1C (3,152 Mbit/s). La opción de control de sincronización que permite añadir hasta dos bytes a un canal portador AS<sub>x</sub> proporciona la capacidad de tara suficiente para transportar

combinaciones de canales DS1 o DS1C de manera transparente (sin interpretación ni eliminación, y con regeneración de la alineación de trama insertada en los canales DS1 o DS1C).

Cuando la velocidad de datos del canal C es 16 kbit/s, el canal portador LS0 se transporta en el byte LEX, empleando el código "añadir el byte LEX al canal LSx designado", con LS0 como el canal designado, cada dos tramas en término medio.

Si la base de temporización de los bits de los canales portadores de entrada (ASx, LSx) es síncrona con la base de temporización del módem ADSL, no es necesario que los sistemas ADSL efectúen el control de sincronización añadiendo o suprimiendo los bytes AEX o LEX a/de los canales ASx y LSx designados, y el byte de control de sincronización indicará "sin acción de sincronización". En este caso, y cuando se utiliza el modo de alineación de trama 1, los bits sc7-0 siempre estarán codificados "XX0011XX<sub>2</sub>", siendo X un valor discrecional. Cuando sc0 se pone a 1, el byte LEX transportará el AOC. Cuando sc0 se pone a 0, el byte LEX se codificará 00<sub>16</sub>. El bit sc0 se puede poner a 0 sólo entre transmisiones de 5 mensajes AOC concatenados e idénticos.

### 7.4.3 Alineación de trama de tara reducida

El formato descrito en 7.4.1.2 para alineación de trama de tara completa incluye la tara para permitir la sincronización de siete canales portadores ASx y LSx. Cuando no se requiere la función de sincronización descrita en 7.4.2, el equipo ADSL puede funcionar en el modo de tara reducida. Este modo mantiene todas las funciones del modo de tara completa salvo el control de sincronización. Cuando se utiliza la alineación de trama de tara reducida, la estructura de alineación de trama será conforme a lo definido en 7.4.3.1 ó 7.4.3.2.

#### 7.4.3.1 Alineación de trama de tara reducida con bytes rápidos y de sincronización separados

Los bytes AEX y LEX se eliminarán del formato de trama ADSL, y tanto los bytes rápidos como los bytes de sincronización llevarán la información de tara que se describe en 7.4.1.2. El byte rápido transporta la CRC de la memoria tampón de datos rápidos, los bits indicadores, y los mensajes EOC; y el byte de sincronización lleva la CRC de la memoria tampón de datos intercalados y los mensajes AOC. En el cuadro 7-5 se indica la asignación de funciones de tara para los bytes rápidos y de sincronismo cuando se utiliza la alineación de trama de tara completa y cuando se utiliza la alineación de trama de tara reducida con bytes rápidos y de sincronismo separados.

En la alineación de trama de tara reducida con bytes rápidos y de sincronismo separados, la estructura de la memoria tampón de datos rápidos será la indicada en 7.4.1.2.1 con A<sub>F</sub> y L<sub>F</sub> puestos a "0". La estructura de la memoria tampón de datos intercalados será la indicada en 7.4.1.2.2 con A<sub>I</sub> y L<sub>I</sub> puestos a "0".

**Cuadro 7-5/G.992.1 – Funciones de tara para modos de alineación de trama**

Número de trama	Modo de tara completa		Modo de tara reducida	
	Sincronización rápida	Sincronización intercalada	Sincronización rápida	Sincronización intercalada
0	CRC rápida	CRC intercalada	CRC rápida	CRC intercalada
1	IB0-7	Sincronización o AOC	IB0-7	AOC
34	IB8-15	Sincronización o AOC	IB8-15	AOC
35	IB16-23	Sincronización o AOC	IB16-23	AOC
Todas las otras tramas	Sincronización o EOC	Sincronización o AOC	Sincronización o EOC (Nota)	AOC

NOTA – En el modo de tara reducida se utilizará únicamente el código "sin acción de sincronización".

### 7.4.3.2 Alineación de trama de tara reducida con bytes rápidos y de sincronización combinados

En el modo latencia simple, los datos se asignan a una sola memoria tampón de datos (rápidos o intercalados). Si los datos se asignan únicamente a la memoria tampón de datos rápidos, sólo se utilizará el byte rápido para transportar información de tara. Si los datos se asignan únicamente a la memoria tampón de datos intercalados, sólo se utilizará el byte de sincronización para transportar la información de tara. La alineación de trama de tara reducida con bytes rápidos y de sincronismo combinados no se utilizará cuando funciona en el modo latencia doble.

Para sistemas ADSL que transportan datos utilizando una sola memoria tampón de datos (rápidos o intercalados), la CRC, el indicador, y las funciones EOC y AOC se transportarán en un solo byte de tara asignado para separar tramas de datos dentro de la estructura de supertrama. La CRC permanece en la trama 0 y los bits indicadores en las tramas 1, 34 y 35. Los bytes AOC y EOC se asignan a pares de tramas alternados. Para el equipo ADSL que funciona en el modo latencia simple y que utiliza alineación de trama de tara reducida con bytes rápidos y de sincronismo combinados, la asignación de funciones de tara será como la indicada en el cuadro 7-6.

En el modo latencia simple que utiliza la alineación de trama de tara reducida con bytes rápidos y de sincronismo combinados, sólo se utilizará una memoria tampón de datos. Si se utiliza la memoria tampón de datos rápidos, su estructura será la indicada en 7.4.1.2.1 (con  $A_F$  y  $L_F$  puestas a "0") y la memoria tampón de datos intercalados estará vacía (sin byte de sincronización y  $K_I = 0$ ). Si se utiliza memoria tampón de datos intercalados, su estructura será la indicada en 7.4.1.2.2 (con  $A_I$  y  $L_I$  puestos a "0") y la memoria tampón de datos estará vacía (sin byte rápido y  $K_F = 0$ ).

**Cuadro 7-6/G.992.1 – Funciones de tara para el modo de tara reducida –  
Con bytes rápidos y de sincronismo combinados**

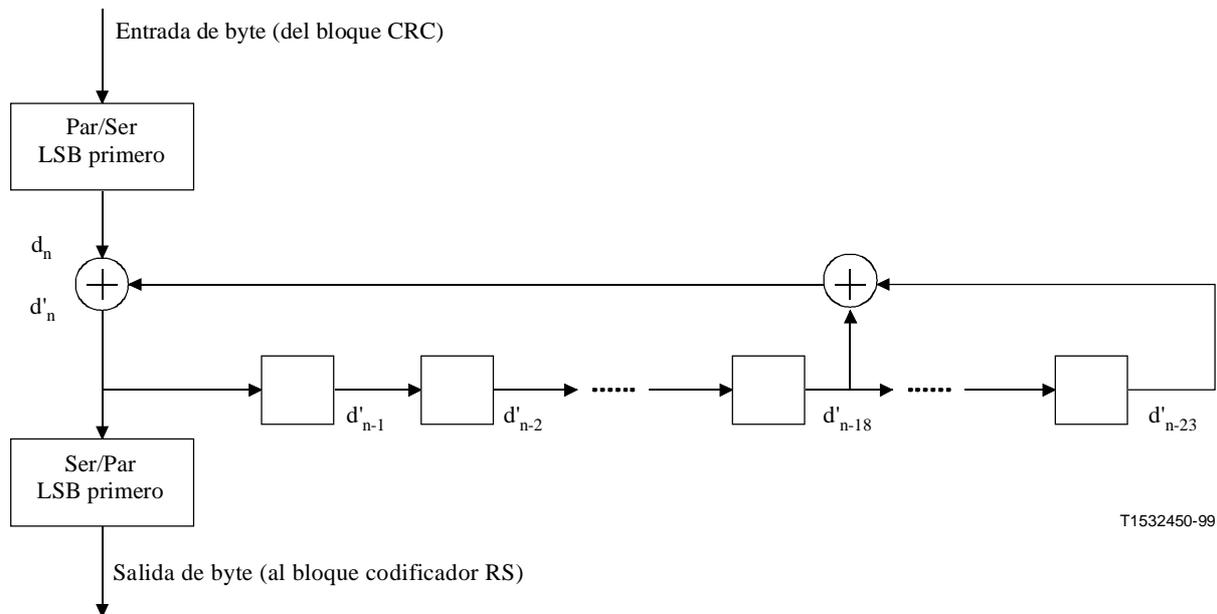
Número de trama	(Sólo memoria tampón datos rápidos) Formato del byte rápido	(Sólo memoria tampón datos intercalados) Formato del byte de sincronización
0	CRC datos rápidos	CRC datos intercalados
1	IB0-7	IB0-7
34	IB8-15	IB8-15
35	IB16-23	IB16-23
$4n+2, 4n+3$ con $n = 0 \dots 16, n \neq 8$	EOC o sincronización (véase la nota)	EOC o sincronización (véase la nota)
$4n, 4n+1$ con $n = 0 \dots 16, n \neq 0$	AOC	AOC
NOTA – En el modo de tara reducida se utilizará únicamente el código "sin acción de sincronización".		

## 7.5 Aleatorizadores

La salida de los trenes de datos binarios (se transmite primero el LSB de cada byte) procedentes de las memorias tampón de datos rápidos e intercalados se aleatorizará separadamente empleando para ambas el algoritmo siguiente:

$$d'_n = d_n \oplus d'_{n-18} \oplus d'_{n-23} \quad (7-15)$$

donde  $d_n$  es la  $n$ -ésima salida de la memoria tampón de datos rápidos o intercalados (es decir, la entrada al aleatorizador), y  $d'_n$  es la  $n$ -ésima salida del aleatorizador correspondiente. Esto se ilustra en la figura 7-10.



**Figura 7-10/G.992.1 – Aleatorizador**

Estos aleatorizadores se aplican a los trenes de datos en serie sin referencia a ninguna alineación de trama o sincronización de símbolo. El proceso de desaleatorización en receptores se puede efectuar también independientemente de la sincronización de símbolo.

### 7.6 Corrección de errores hacia delante

La ATU-C soportará transmisiones en sentido descendente con cualquier combinación de las capacidades de codificación FEC como mínimo indicadas en el cuadro 7-7.

**Cuadro 7-7/G.992.1 – Capacidades de codificación FEC mínimas para ATU-C**

Parámetros	Memoria tampón de datos rápidos	Memoria tampón de datos intercalados
Bytes de paridad por palabra de código R-S	$R_F = 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16$ (Nota 1)	$R_I = 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16$ (Notas 1 y 2)
Símbolos DMT por palabra de código R-S	$S = 1$	$S = 1, 2, 4, 8, 16$
Profundidad de intercalación	No aplicable	$D = 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64$
NOTA 1 – $R_F$ puede ser $> 0$ sólo si $K_F > 0$ , y $R_I$ puede ser $> 0$ sólo si $K_I > 0$ .		
NOTA 2 – $R_I$ será un múltiplo entero de $S$ .		

La ATU-C soportará transmisiones en sentido ascendente con cualquier combinación como mínimo de las capacidades de codificación FEC indicadas en el cuadro 8-3.

#### 7.6.1 Codificación de Reed-Solomon

Los bytes de verificación redundante  $R$  (es decir,  $R_F$  o  $R_I$ )  $c_0, c_1, \dots, c_{R-2}, c_{R-1}$ , se añadirán a los bytes de mensaje  $K$  (es decir,  $K_F$  o  $S \times K_I$ )  $m_0, m_1, \dots, m_{K-2}, m_{K-1}$ , para formar una palabra de código de Reed-Solomon de tamaño  $N = K + R$  bytes. Los bytes de verificación se computan a partir del byte de mensaje empleando la siguiente ecuación:

$$C(D) = M(D) D^R \text{ módulo } G(D) \quad (7-16)$$

donde:

$$M(D) = m_0 D^{K-1} + m_1 D^{K-2} + \dots + m_{K-2} D + m_{K-1} \quad (7-17)$$

es el polinomio de mensaje,

$$C(D) = c_0 D^{R-1} + c_1 D^{R-2} + \dots + c_{R-2} D + c_{R-1} \quad (7-18)$$

es el polinomio de verificación, y

$$G(D) = \prod_{i=0}^{R-1} (D + \alpha^i) \quad (7-19)$$

es el polinomio generador del código Reed-Solomon, donde el índice del producto varía de  $i = 0$  a  $R-1$ . Es decir,  $C(D)$  es el resto obtenido de dividir  $M(D) D^R$  por  $G(D)$ . La aritmética se efectúa en el campo Galois GF(256), donde  $\alpha$  es una primitiva que satisface el polinomio binario primitivo  $x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$ . Un byte de datos ( $d_7, d_6, \dots, d_1, d_0$ ) se identifica con el elemento del campo Galois  $d_7\alpha^7 + d_6\alpha^6 \dots + d_1\alpha + d_0$ .

El número de bytes de verificación  $R$ , y el tamaño de la palabra de código  $N$  varían, como se explica en 7.4.

### 7.6.2 Sincronización de supertrama con corrección de errores hacia adelante Reed-Solomon

Cuando se introduce el estado SHOWTIME después de haberse completado los procesos de inicialización y de reacondicionamiento rápido, la ATU alineará el primer byte de la primera palabra del código Reed-Solomon con el primer byte de datos de DF 0.

### 7.6.3 Intercalación

Las palabras del código Reed-Solomon en la memoria tampón de intercalación estarán intercaladas convolucionalmente. La profundidad de intercalación varía, como se explica en 7.4, pero siempre será una potencia de 2. La intercalación convolucional se define por la siguiente regla:

Cada uno de los  $N$  bytes  $B_0, B_1, \dots, B_{N-1}$  en una palabra de código Reed-Solomon se retarda en un valor que varía linealmente con el índice del byte. De manera más precisa, el byte  $D_i$  (con índice  $i$ ) se retarda en  $(D-1) \times i$  bytes, donde  $D$  es la profundidad de intercalación.

En el cuadro 7-8 se muestra un ejemplo para  $N = 5, D = 2$ , donde  $B_{ji}$  representa el  $i$ -ésimo byte de la  $j$ -ésima palabra de código.

**Cuadro 7-8/G.992.1 – Ejemplo de intercalación convolucional para  $N = 5, D = 2$**

Entrada del intercalador	$B_{j0}$	$B_{j1}$	$B_{j2}$	$B_{j3}$	$B_{j4}$	$B_{j+1_0}$	$B_{j+1_1}$	$B_{j+1_2}$	$B_{j+1_3}$	$B_{j+1_4}$
Salida del intercalador	$B_{j0}$	$B_{j-1_3}$	$B_{j1}$	$B_{j-1_4}$	$B_{j2}$	$B_{j+1_0}$	$B_{j3}$	$B_{j+1_1}$	$B_{j4}$	$B_{j+1_2}$

Con la regla anteriormente definida y las profundidades de intercalación elegidas (potencias de 2), los bytes de salida del intercalador ocupan siempre intervalos de tiempo distintos cuando  $N$  es impar. Cuando  $N$  es par, se añadirá un byte ficticio al comienzo de la palabra de código en la entrada del intercalador. La palabra de código de longitud impar resultante es entonces intercalada de manera convolucional, y el byte ficticio se eliminará a la salida del intercalador.

#### 7.6.4 Soporte de velocidades binarias superiores en sentido descendente con $S = 1/2$ (opcional)

Con una velocidad de 4000 tramas de datos por segundo y un máximo de 255 bytes (tamaño de palabra de código RS máximo) por trama de datos, la velocidad de línea de la ADSL en sentido descendente se limita a 8 Mbit/s aproximadamente por trayecto de latencia. El límite de velocidad de línea se puede incrementar en unos 16 Mbit/s para el trayecto intercalado poniendo en correspondencia dos palabras de código RS con una trama de datos FEC (es decir, utilizando  $S = 1/2$  en el trayecto intercalado). En el sentido descendente se utilizará  $S = 1/2$  únicamente en el canal portador AS0. El soporte de  $S = 1/2$  es opcional.

Cuando los bytes de datos  $K_I$  por trama de datos de multiplexación intercalados no se pueden empaquetar en una palabra de código RS, es decir,  $K_I$  es tal que  $K_I + R > 255$ , los bytes de datos  $K_I$  se pueden dividir en dos palabras de código RS consecutivas. Cuando  $K_I$  es par, la primera y segunda palabra de código tiene la misma longitud  $N_{I1} = N_{I2} = (K_I/2 + R_I)$ , de otro modo la primera palabra de código es un byte mayor que la segunda, es decir la primera palabra de código tiene  $N_{I1} = (K_I + 1)/2 + R_I$  bytes, la segunda palabra de código tiene  $N_{I2} = (K_I - 1)/2 + R_I$  bytes. Para la trama de datos de salida FEC,  $N_I = N_{I1} + N_{I2}$ , con  $N_I < 511$  bytes.

El intercalador convolucional requiere que todas las palabras de código tengan la misma longitud impar. Para obtener la longitud de palabra de código impar, se puede requerir la inserción de un byte ficticio (no transmitido). Para  $S = 1/2$ , la adición del byte ficticio a la primera y/o segunda palabra de código a la entrada del intercalador será la indicada en el cuadro 7-9.

**Cuadro 7-9/G.992.1 – Inserción de bytes ficticios a la entrada del intercalador para  $S = 1/2$**

$N_{Id1}$	$N_{Id2}$	Acción de la inserción del byte ficticio
Impar	Impar	Sin acción
Par	Par	Añadir un byte ficticio al comienzo de ambas palabras de código
Impar	Par	Añadir un byte ficticio al comienzo de la segunda palabra de código
Par	Impar	Añadir un byte ficticio al comienzo de la primera palabra de código y dos bytes ficticios al comienzo de la segunda palabra de código [el desintercalador insertará un byte ficticio en la matriz del desintercalador en el primer byte y el $(D + 1)$ -ésimo byte de la palabra clave correspondiente para efectuar correctamente la tarea de direccionamiento].

#### 7.7 Ordenación de tonos

La señal DMT en el dominio del tiempo tiene una relación valor de cresta/valor medio elevada (su distribución de amplitud es casi gaussiana), y el convertidor digital a analógico puede recortar los valores grandes. La señal de error causada por cercenamiento se puede considerar como un impulso negativo aditivo para la muestra de tiempo que fue recortada. La potencia de error de cercenamiento se distribuye casi por igual a través de todos los tonos en el símbolo en el que se produce el recorte. Por tanto, es muy probable que el recorte cause errores en aquellos tonos que, en anticipo de una relación señal/ruido recibida elevada, se le hayan asignado el mayor número de bits (y, por lo tanto, tener las constelaciones más densas). Estos errores ocasionales se pueden corregir eficazmente mediante la codificación FEC si los tonos con el mayor número de bits han sido asignados a la memoria tampón de datos intercalados.

El número de bits y las ganancias relativas que se han de utilizar para cada tono serán calculados en el receptor ATU-R, y devueltas a la ATU-C de conformidad con un protocolo definido (véase 10.9.14). Los pares de números se almacenan típicamente en orden ascendente de frecuencia o número de tono  $i$ , en una tabla de bits y ganancias.

La codificación de "tonos ordenados" asignará primero los  $8 \times N_F$  bits de la memoria tampón de datos rápidos (véase 7.4) a los tonos con el menor número de bits asignados a ellos, y luego los  $8 \times N_I$  bits de la memoria tampón de datos intercalados a los restantes tonos.

Todos los tonos se codificarán con el número de bits asignados a ellos; un tono puede, por tanto, obtener una mezcla de bits de las memorias tampón de datos rápidos e intercalados.

Tabla de bits ordenados  $b'_i$  se basará en la tabla de bits original  $b_i$  como sigue:

Para  $k = 0$  a  $15$  {

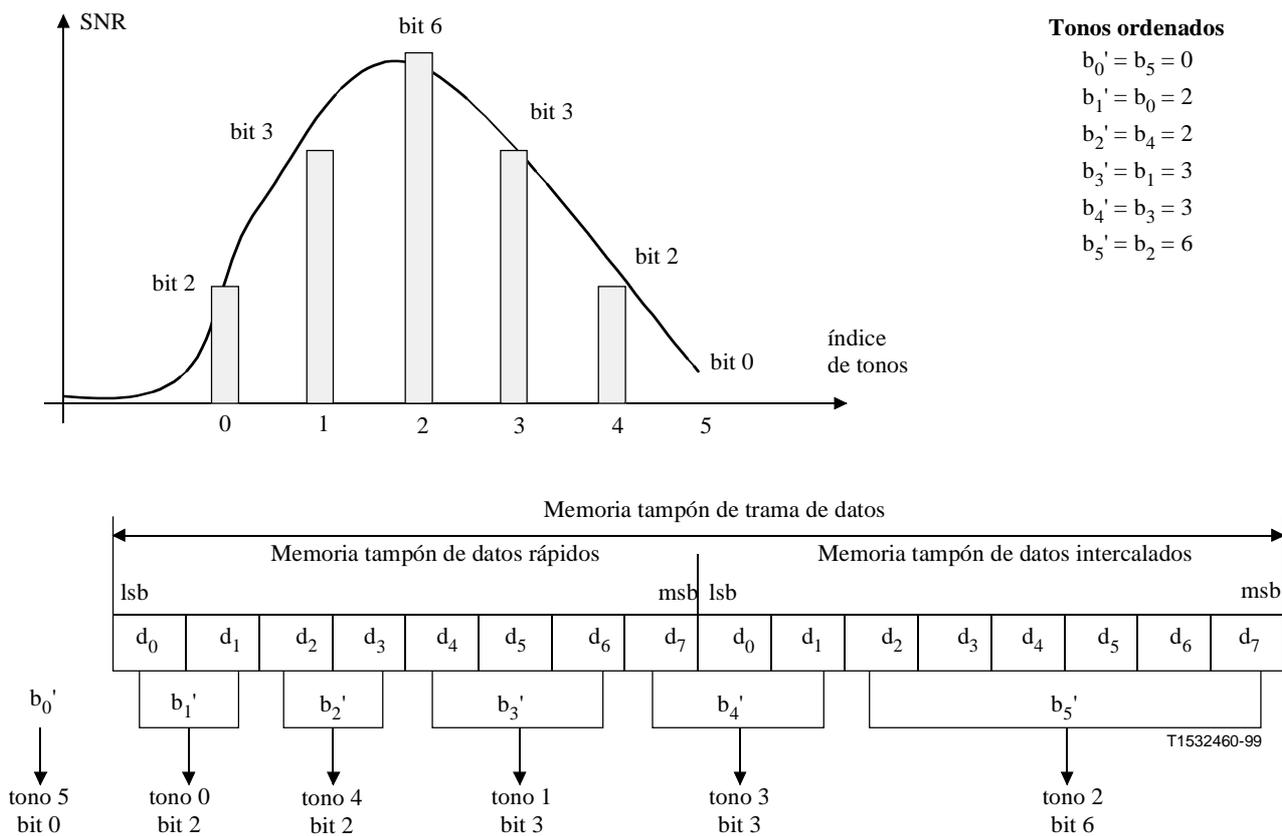
De la tabla de bits, hallar el conjunto de todas las  $i$  con el número de bits por tono  $b_i = k$

Asignar  $b_i$  al cuadro de atribuciones de bits ordenados en orden ascendente de  $i$

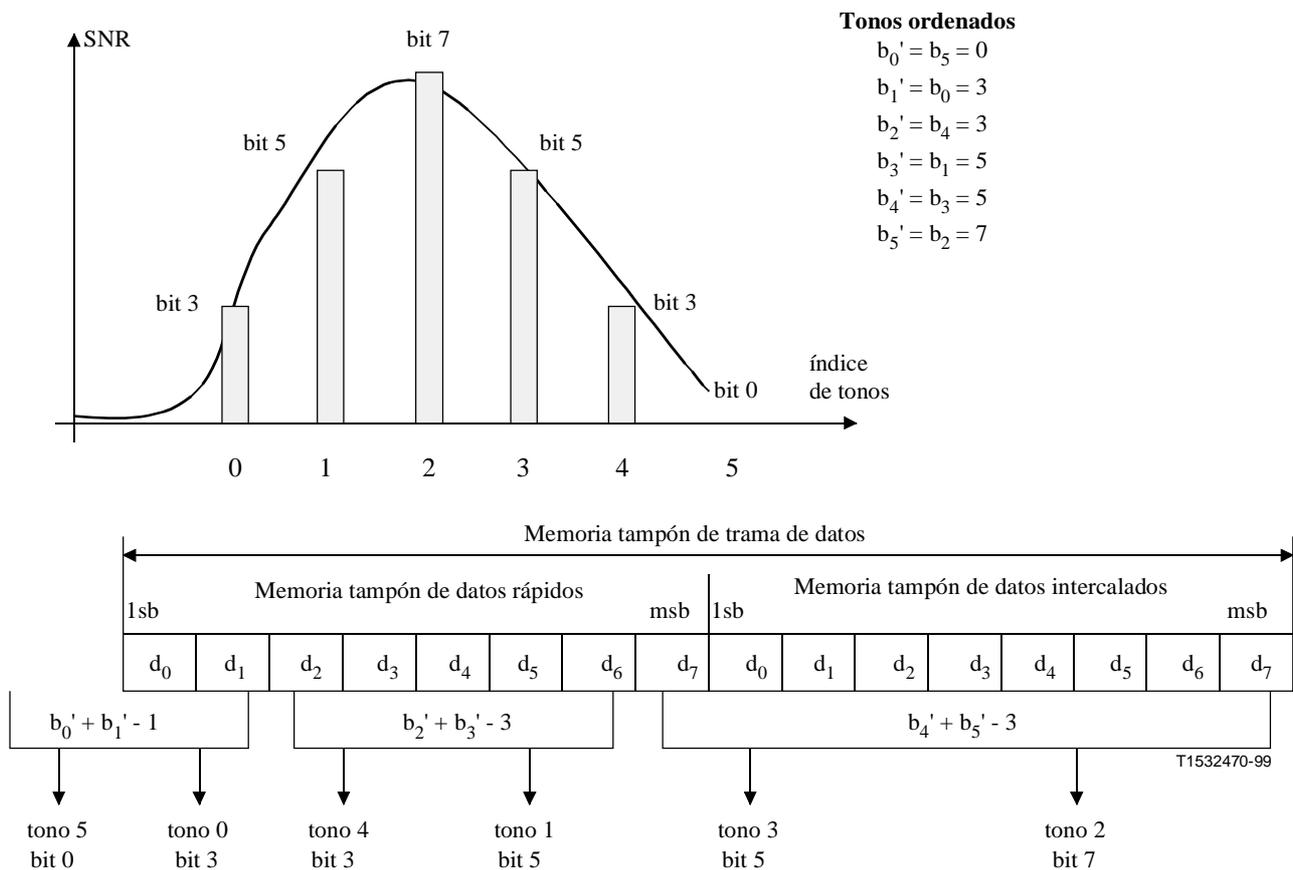
}

En el receptor ATU-R se debe llevar a cabo un procedimiento complementario de desordenamiento. Sin embargo, no es necesario enviar los resultados del proceso de ordenamiento al receptor debido a que la tabla de bits fue generada originalmente en la ATU-R y, por tanto, esa tabla tiene toda la información necesaria para efectuar el desordenamiento.

En las figuras 7-11 y 7-12 se muestra un ejemplo de ordenación de tonos y extracción de bits (con y sin codificación reticular, respectivamente) para un caso DMT de 6 tonos, con  $N_F = 1$  y  $N_I = 1$  por razones de simplicidad.



**Figura 7-11/G.992.1 – Ejemplo de ordenación de tonos y extracción de bits (sin codificación reticular)**



**Figura 7-12/G.992.1 – Ejemplo de ordenación de tonos y extracción de bits (con codificación reticular)**

## 7.8 Codificación de constelación (versión de código reticular)

El procesamiento de bloques de código reticular tetradimensional con 16 estados de Wei para mejorar la calidad de funcionamiento del sistema es opcional. Para construir constelaciones con un número de bits máximo igual a  $N_{\text{downmax}}$ , (donde  $8 \leq N_{\text{downmax}} \leq 15$ ) se utilizará un codificador de constelación de algoritmo.

### 7.8.1 Extracción de bits

Los bytes de datos procedentes de la memoria tampón de trama de datos se extraerán conforme a una tabla de atribución de bits reordenados  $b'_i$ , transmitiéndose primero el bit más significativo. Debido a la naturaleza tetradimensional del código, la extracción se basa en pares de  $b'_i$  consecutivos, en lugar de pares separados, como en el caso de codificación no reticular. Además, debido a la expansión de la constelación asociada con la codificación, la tabla de atribución de bits,  $b'_i$ , especifica el número de bits codificados por tono, que puede ser cualquier entero de 2 a 15. Dado un par  $(x, y)$  de  $b'_i$  consecutivos, se extraen  $x + y - 1$  bits (que reflejan una expansión de constelación de un bit por 4 dimensiones, o medio bit por tono) de la memoria tampón de tramas de datos. Estos  $z = x + y - 1$  bits ( $t_z, t_{z-1}, \dots, t_1$ ) se utilizan para formar la palabra binaria  $u$  como se muestra en el cuadro 7-10. El procedimiento de ordenación de tonos asegura que  $x \leq y$ . Las constelaciones de un solo bit no se permiten debido a que pueden ser reemplazadas por constelaciones de 2 bits con la misma energía media. Las razones referentes a la forma especial de la palabra  $u$  para el caso  $x = 0, y > 1$ , véase 7.8.2.

**Cuadro 7-10/G.992.1 – Formación de la palabra binaria  $u$**

Condición	Palabra binaria/comentarios
$x > 1, y > 1$	$u = (t_z, t_{z-1}, \dots, t_1)$
$x = 1, y \geq 1$	Condición no permitida
$x = 0, y > 1$	$u = (t_z, t_{z-1}, \dots, t_2, 0, t_1, 0)$
$x = 0, y = 0$	La extracción de bits no es necesaria, no se envían bits de mensaje
$x = 0, y = 1$	Condición no permitida
NOTA – $t_1$ es el primer bit extraído de la memoria tampón de trama de datos.	

Se seleccionarán los últimos dos símbolos tetradimensionales en el símbolo DMT para forzar el estado del codificador convolucional al estado 0. Para cada uno de esos símbolos, los dos LSB de  $u$  están predeterminados y sólo  $(x + y - 3)$  bits serán extraídos de la memoria tampón de trama de datos y atribuidos a  $t_3, t_4, \dots, t_z$ .

### 7.8.2 Conversión de bits

La palabra binaria  $u = (u_z, u_{z-1}, \dots, u_1)$  determina dos palabras binarias  $v = (v_{z'-y}, \dots, v_0)$  y  $w = (w_{y-1}, \dots, w_0)$ , que se utilizan para buscar dos puntos de constelación en el cuadro de constelación del codificador. Para el caso usual de  $x > 1$  e  $y > 1$ ,  $z' = z = x + y - 1$ , y  $v$  y  $w$  contienen  $x$  e  $y$  bits, respectivamente. Para el caso especial de  $x = 0$  e  $y > 1$ ,  $z' = z + 2 = y + 1$ ,  $v = (v_1, v_0) = 0$  y  $w = (w_{y-1}, \dots, w_0)$ . Los bits  $(u_3, u_2, u_1)$  determinan  $(v_1, v_0)$  y  $(w_1, w_0)$  conforme a la figura 7-13.

El codificador convolucional que se muestra en la figura 7-13 es un codificador sistemático (es decir  $u_1$  y  $u_2$  lo atraviesan sin experimentar modificaciones) como se muestra en la figura 7-14. El estado de codificador convolucional  $(S_3, S_2, S_1, S_0)$  se utiliza para clasificar los estados de la retícula que se muestra en la figura 7-16. Al comienzo de un periodo de símbolo DMT, el estado del codificador convolucional se inicializa a  $(0, 0, 0, 0)$ .

Los bits restantes de  $v$  y  $w$  se obtienen de las partes más significativas y menos 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  $x = 0$  el bit de extracción y los algoritmos de conversión se han diseñado de forma tal que  $v_1 = v_0 = 0$ . Se aplica al codificador de constelación primero la palabra binaria  $v$  y luego la palabra binaria  $w$ .

Para forzar el estado final al estado cero  $(0, 0, 0, 0)$ , los dos LSB  $u_1$  y  $u_2$  de los dos símbolos tetradimensionales finales en el símbolo DMT están limitados a  $u_1 = S_1 \oplus S_3$ , y  $u_2 = S_2$ .

### 7.8.3 Fraccionamiento de conjunto y diagrama reticular

En un sistema de modulación de código reticular, la constelación ampliada se clasifica y fracciona en subconjuntos ("coconjuntos") mediante una técnica denominada correspondencia por fraccionamiento de conjuntos. Los coconjuntos tetradimensionales en código Wei se pueden expresar cada uno como la unión de dos productos cartesianos de dos coconjuntos bidimensionales. Por ejemplo,  $C_4^0 = (C_2^0 \times C_2^1) \cup (C_2^2 \times C_2^3)$ . En la figura 7-15 se muestran los cuatro coconjuntos bidimensionales constituyentes, indicados como  $C_2^0, C_2^1, C_2^2, C_2^3$ .

El algoritmo de codificación asegura que los dos bits menos significativos de un punto de constelación comprende el índice  $i$  del coconjunto bidimensional  $C_2^i$  en el que se halla el punto de constelación. Los bits  $(v_1, v_0)$  y  $(w_1, w_0)$  son en realidad representaciones binarias de este índice.

Los tres bits ( $u_2, u_1, u_0$ ) se utilizan para seleccionar uno de los ocho coconjuntos tetradimensionales posibles. Los ocho coconjuntos se designan  $C_4^i$ , donde  $i$  es el entero con representación binaria ( $u_2, u_1, u_0$ ). El bit adicional  $u_3$  (véase la figura 7-13) determina cuál de los dos productos cartesianos de coconjuntos bidimensionales en el coconjunto tetradimensional se selecciona. La relación se muestra en el cuadro 7-11. Los bits ( $v_1, v_0$ ) y ( $w_1, w_0$ ) se calculan a partir de ( $u_3, u_2, u_1, u_0$ ) empleando las ecuaciones lineales que se indican en la figura 7-13.

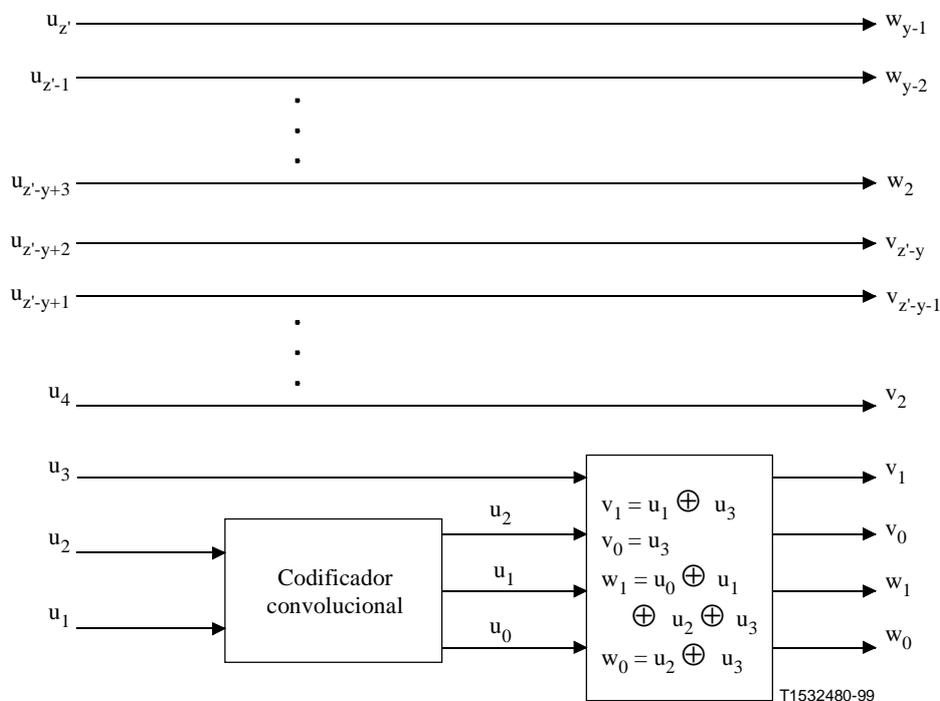


Figura 7-13/G.992.1 – Conversión de  $u$  a  $v$  y  $w$

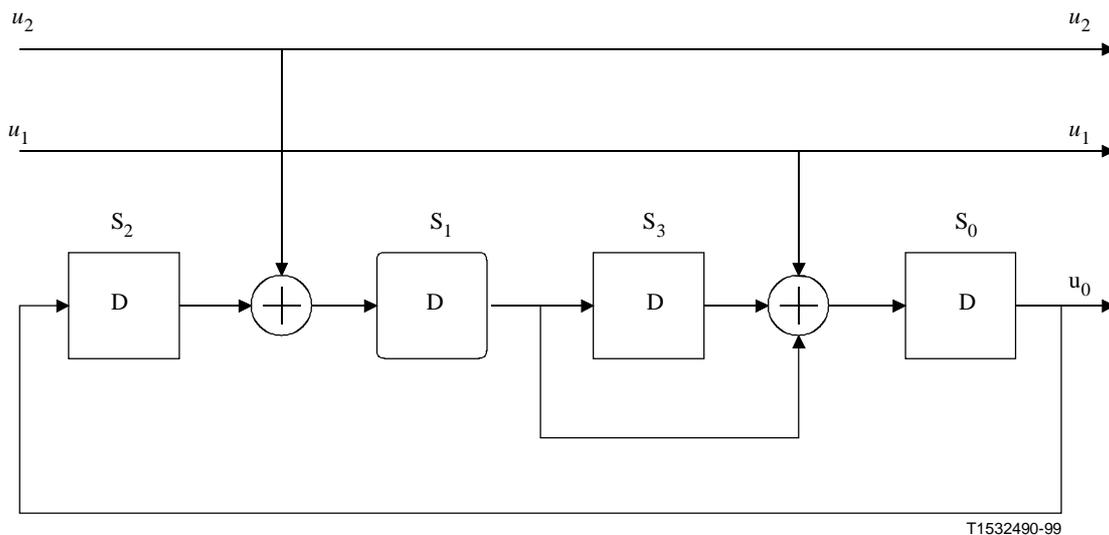
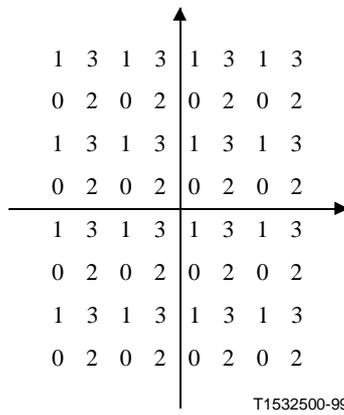


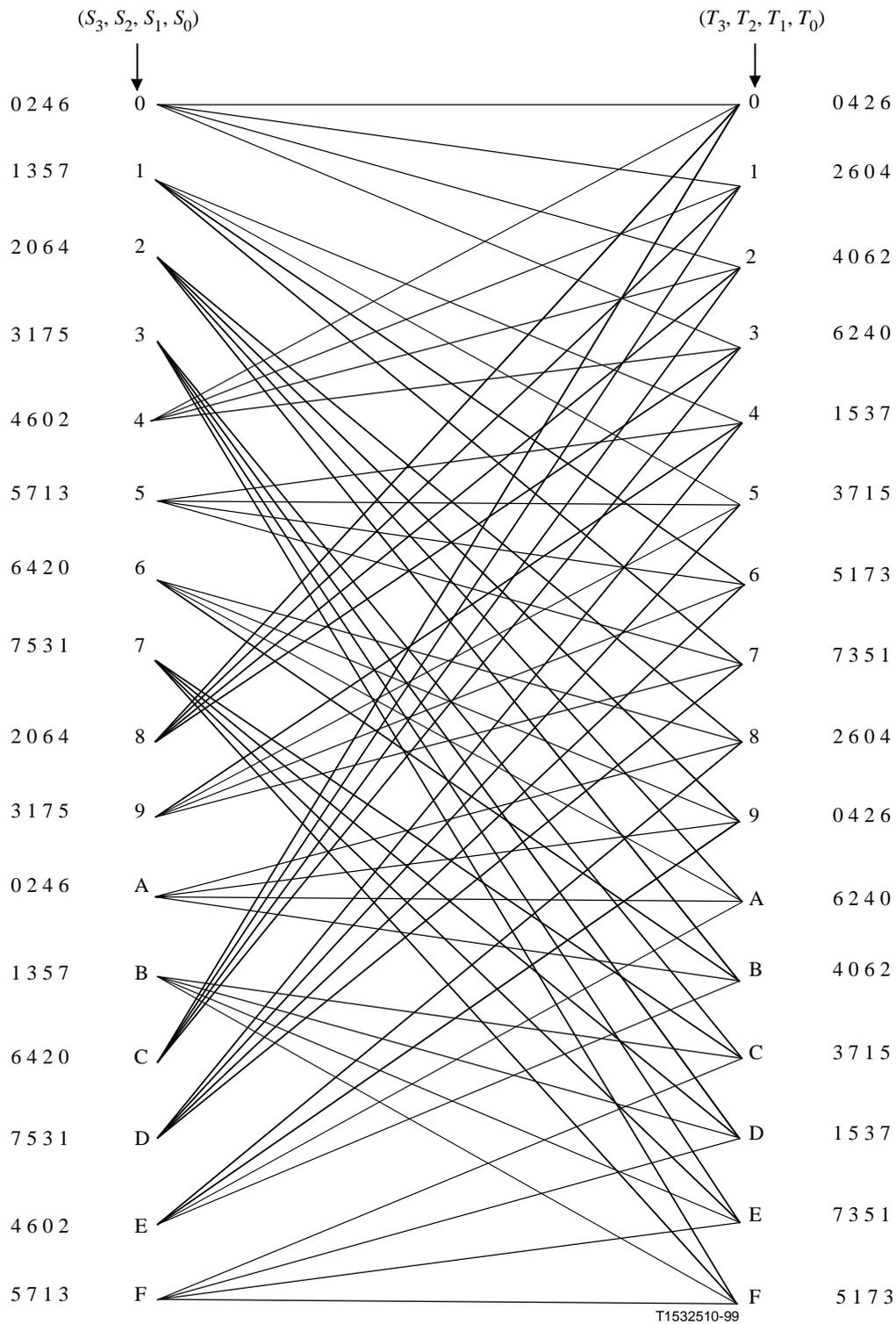
Figura 7-14/G.992.1 – Máquina de estados finitos para el codificador de Wei



**Figura 7-15/G.992.1 – Codificador convolucional**

**Cuadro 7-11/G.992.1 – Relación entre coconjuntos tetradimensionales y bidimensionales**

Coconjunto tetradimensional	$u_3$	$u_2$	$u_1$	$u_0$	$v_1$	$v_0$	$w_1$	$w_0$	Coconjuntos bidimensionales
$C_4^0$	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	$C_2^1 \times C_2^2$
$C_4^1$	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	0	1	$C_2^3 \times C_2^2$
$C_4^3$	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 7-16/G.992.1 – Diagrama reticular**

La figura 7-16 muestra el diagrama reticular basado en la máquina de estados finitos de la figura 7-14, así como de la correspondencia unívoca entre  $(u_2, u_1, u_0)$  y los coconjuntos tetradimensionales. En las figuras,  $S = (S_3, S_2, S_1, S_0)$  representa el estado corriente, mientras que  $T = (T_3, T_2, T_1, T_0)$  representa el estado siguiente en la máquina de estados finitos.  $S$  se conecta a  $T$  en el diagrama de constelación por una rama determinada por los valores de  $u_2$  y  $u_1$ . La rama se marca con el coconjunto tetradimensional especificado por los valores de  $u_2, u_1$  (y  $u_0 = S_0$ , véase la figura 7-15). Para hacer el diagrama de constelación más legible, los índices de las identificaciones

de cocanales tetradimensionales se enumeran junto a los puntos de inicio y fin de las ramas, en lugar de hacerlo sobre las mismas ramas. La identificación en el extremo izquierdo corresponde a la rama más alta para cada estado. El diagrama de constelación se utiliza cuando se decodifica el código reticular con el algoritmo de Viterbi.

### 7.8.4 Codificador de constelación

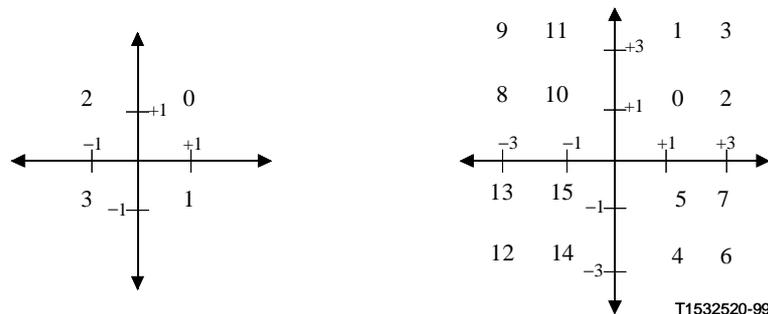
Para una determinada subportadora, el codificador seleccionará un punto de entero impar  $(X, Y)$  de la constelación cuadrículada basada en los bits  $b$  de  $\{v_{b-1}, v_{b-2}, \dots, v_1, v_0\}$  o  $\{w_{b-1}, w_{b-2}, \dots, w_1, w_0\}$ . Por razones descriptivas, estos bits  $b$  se identifican con un indicador entero cuya representación binaria es  $(v_{b-1}, v_{b-2}, \dots, v_1, v_0)$ , pero las mismas reglas de codificación se aplican también al vector  $w$ . Por ejemplo, para  $b = 2$ , los cuatro puntos de constelación se identifican 0, 1, 2, 3 correspondientes a  $(v_1, v_0) = (0, 0), (0, 1), (1, 0), (1, 1)$ , respectivamente.

NOTA –  $v_0$  es el primer bit extraído de la memoria tampón.

#### 7.8.4.1 Valores pares de $b$

Para los valores pares de  $b$ , se determinarán los valores enteros  $X$  e  $Y$  del punto de constelación  $(X, Y)$  mediante los bits  $b$   $\{v_{b-1}, v_{b-2}, \dots, v_1, v_0\}$  como sigue.  $X$  e  $Y$  indican los enteros impares con representaciones binarias de complementos de 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  $v_{b-2}$ , son los bits de signo para  $X$  e  $Y$ , respectivamente.

La figura 7-17 muestra ejemplos de constelaciones para  $b = 2$  y  $b = 4$ .

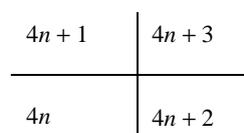


NOTA – Los valores de  $X$  e  $Y$  mostrados representan la salida del codificador de constelación. Estos valores requieren un factor de escala adecuado de modo que:

- 1) todas las constelaciones independientemente del tamaño representen la misma energía RMS; y
- 2) la aplicación de un factor de escala de ganancias fino (véase 7.10) antes de la modulación por la IDFT (véase 7.11.2).

**Figura 7-17/G.992.1 – Identificadores de constelación para  $b = 2$  y  $b = 4$**

Se pueden obtener constelaciones de 4 bits a partir de la constelación de 2 bits reemplazando cada indicador  $n$  con un bloque de indicadores de  $2 \times 2$  como se muestra en la figura 7-18.



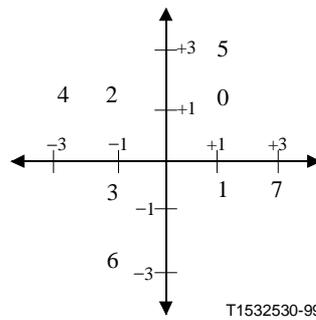
**Figura 7-18/G.992.1 – Expansión del punto  $n$  en la constelación cuadrada más grande siguiente**

Se puede usar el mismo procedimiento para construir recurrentemente las constelaciones de bit par más grandes.

Las constelaciones obtenidas para valores pares de  $b$  tienen forma cuadrada. Los bits menos significativos  $\{v_1, v_0\}$  representan la identificación coconjunto de los coconjuntos bidimensionales constituyentes en el código reticular de Wei tetradimensional.

#### 7.8.4.2 Valores impares de $b$ , $b = 3$

En la figura 7-19 se muestra la constelación para el caso  $b = 3$ .



NOTA – Los valores de  $X$  e  $Y$  mostrados representan la salida del codificador de constelación. Estos valores requieren un factor de escala adecuado de modo que:

- 1) todas las constelaciones independientemente del tamaño representen la misma energía RMS; y
- 2) la aplicación de un factor de escala de ganancias fino (véase 7.10) antes de la modulación por la IDFT (véase 7.11.2).

**Figura 7-19/G.992.1 – Identificadores de constelación para  $b = 3$**

#### 7.8.4.3 Valores impares de $b$ , $b > 3$

Si  $b$  es impar y mayor que 3, los 2 MSB de  $X$  y los 2 MSB de  $Y$  se determinan mediante los 5 MSB de los  $b$  bits. Sea  $c = (b + 1)/2$ , los bits  $X$  e  $Y$  tendrán las representaciones binarias de complemento de 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 signos de  $X$  e  $Y$  respectivamente. La relación entre  $X_c, X_{c-1}, Y_c, Y_{c-1}$  y  $v_{b-1}, v_{b-2}, \dots, v_{b-5}$  se muestra en el cuadro 7-12.

**Cuadro 7-12/G.992.1 – Determinación de los 2 bits superiores de X e Y**

$v_{b-1}, v_{b-2}, \dots, v_{b-5}$	$X_c, X_{c-1}$	$Y_c, Y_{c-1}$
00000	00	00
00001	00	00
00010	00	00
00011	00	00
00100	00	11
00101	00	11
00110	00	11
00111	00	11
01000	11	00
01001	11	00
01010	11	00
01011	11	00
01100	11	11
01101	11	11
01110	11	11
01111	11	11
10000	01	00
10001	01	00
10010	10	00
10011	10	00
10100	00	01
10101	00	10
10110	00	01
10111	00	10
11000	11	01
11001	11	10
11010	11	01
11011	11	10
11100	01	11
11101	01	11
11110	10	11
11111	10	11

La figura 7-20 muestra la constelación para el caso  $b = 5$ .

	24	26		20	22	
19	09	11		01	03	17
18	08	10		00	02	16
31	13	15		05	07	29
30	12	14		04	06	28
	25	27		21	23	

NOTA 1 – Como la figura 7-19 los valores de  $X$  e  $Y$  están en una grilla  $\pm 1, \pm 3, \dots$

NOTA 2 – Los valores de  $X$  e  $Y$  mostrados representan la salida del codificador de constelación. Estos valores requieren un factor de escala apropiado tal que:

- 1) todas las constelaciones independientemente del tamaño representen la misma energía RMS; y
- 2) la aplicación de un factor de escala fino de ganancia (véase 7.10) antes de la modulación por la IDFT (véase 7.11.2).

**Figura 7-20/G.992.1 – Identificadores de constelación para  $b = 5$**

La constelación de 7 bits se obtendrá por medio de la constelación de 5 bits reemplazando cada identificador  $n$  por el bloque  $2 \times 2$  de identificadores como se muestra en la figura 7-18.

Nuevamente, se utilizará el mismo procedimiento para construir recurrentemente las constelaciones de bits impares más grandes. Se observa también que los bits menos significativos  $\{v_1, v_0\}$  representan la designación de coconjunto de los coconjuntos bidimensionales constituyentes utilizados en el código reticular de Wei tetradimensional.

## 7.9 Codificador de constelación – Sin codificación reticular

Se utilizará un codificador de constelación algorítmico para construir constelaciones con un número de bits máximo igual a  $N_{\text{downmax}}$ , donde  $8 \leq N_{\text{downmax}} \leq 15$ . El codificador de constelación no utilizará codificación reticular con esta opción.

### 7.9.1 Extracción de bits

Los bits de datos de la memoria tampón de datos de trama se extraerán conforme a un cuadro de atribución de bits reordenados  $b'_i$ , con el bit menos significativo en primer término. El número de bits por tono,  $b'_i$ , puede tener cualquier valor entero no negativo que no exceda de  $N_{\text{downmax}}$ , y mayor que 1. Para un tono dado  $b = b'_i$  los bits se extraen de la memoria tampón de trama de datos y estos bits forman una palabra binaria  $\{v_{b-1}, v_{b-2}, \dots, v_1, v_0\}$ . El primer bit extraído será el LSB  $v_0$ .

### 7.9.2 Codificador de constelación

Los requisitos del codificador de constelación se especifican en 7.8.4.

## 7.10 Aplicación de un factor de escala de ganancia

Para la transmisión de la aplicación de un factor de escala de ganancia, los símbolos de datos,  $g_i$ , se aplicarán conforme a las necesidades de la ATU-R (véanse 10.9.14 y A.1.2.1 o B.1.3.1) y, posiblemente, se actualizará durante el estado SHOWTIME a través del procedimiento de intercambio de bits. Sólo se pueden utilizar valores de  $g_i$  iguales a cero o dentro de una gama de aproximadamente 0,19 a 1,33 (es decir,  $-14,5$  dB a  $+2,5$  dB). Para la transmisión de símbolos de sincronización, no se aplicará un factor de escala de ganancia como indicado en los anexos A, B y C.

Cada punto de constelación,  $(X_i, Y_i)$ , es decir el número complejo  $X_i + jY_i$ , salida del codificador, se multiplica por  $g_i$ :

$$Z_i = g_i (X_i + jY_i) \quad (7-20)$$

NOTA – La  $g_i$  define una aplicación de un factor de escala de los niveles de subportadora del valor cuadrático medio (rms) relativos a los utilizados en C-MEDLEY (véase 10.6.6). Son independientes de cualquier método que los fabricantes pueden utilizar para simplificar la implementación (por ejemplo, jerarquización de constelaciones).

## 7.11 Modulación

### 7.11.1 Subportadoras

La separación de frecuencias,  $\Delta f$ , entre subportadoras es de 4,3125 kHz, con una tolerancia de  $\pm 50$  ppm.

#### 7.11.1.1 Subportadoras de datos

La señal de análisis de canal definida en 10.6.6 permite que se utilice un máximo de 255 portadoras (en frecuencias  $n\Delta f$ , siendo  $n = 1$  a 255). El límite inferior de  $n$  depende de las opciones de servicio y comunicación en dúplex seleccionadas. Por ejemplo, para la opción de servicio telefónico ordinario en la ADSL como se define en el anexo A, si se utiliza espectro superpuesto para separar las señales en sentidos descendente y ascendente, el límite inferior de  $n$  se determina por medio de los filtros divisores del servicio telefónico ordinario; si se emplea multiplexación por división de frecuencia (FDM, *frequency-division multiplexing*) el límite inferior se fija mediante los filtros de separación descendente-ascendente.

En todos los casos las frecuencias de corte de esos filtros queda completamente a discreción del fabricante, y la gama de  $n$  utilizable se determina durante la estimación del canal.

#### 7.11.1.2 Piloto

La portadora  $\#N_{\text{pilot}}$  ( $f_{\text{pilot}} = 4,3125 \times N_{\text{pilot}}$  kHz) se reservará como elemento piloto; es decir  $b(N_{\text{pilot}}) = 0$  y  $g(N_{\text{pilot}}) = g_{\text{sync}}$ .

$N_{\text{pilot}}$  y  $g_{\text{sync}}$  se definen en los anexos A, B y C. El valor de  $g_{\text{sync}}$  representa el ajuste de ganancia aplicado al símbolo de sincronización. (Véase 10.4.2.)

Los datos modulados en la subportadora piloto serán constantes  $\{0,0\}$ . La utilización de este piloto permite la resolución de temporización de muestra en un receptor de muestras en módulo 8. Por lo tanto, podría persistir un grueso error de temporización, es decir un múltiplo entero de 8 muestras, después de una microinterrupción (por ejemplo, un cortocircuito momentáneo, circuito abierto o un intenso chasquido de línea); la corrección de tales errores de temporización se hace posible mediante la utilización del símbolo de sincronización definido en 7.11.3.

#### 7.11.1.3 Frecuencia de Nyquist

No se utilizará la portadora a la frecuencia de Nyquist ( $\#256$ ) para datos de usuario y serán valores reales; otra utilización posible queda en estudio.

#### 7.11.1.4 Corriente continua

No se utilizará la portadora en corriente continua ( $\#0$ ) y no contendrá energía.

### 7.11.2 Modulación por la transformada discreta inversa de Fourier (IDFT)

La transformada de modulación define la relación entre los 512 valores reales  $x_n$  y la  $Z_i$ :

$$x_n = \sum_{i=0}^{511} \exp\left(\frac{j\pi ni}{256}\right) Z_i \quad \text{para } n = 0 \text{ a } 511 \quad (7-21)$$

El codificador de constelación y aplicación de un factor de escala de ganancia sólo generan 255 valores complejos de  $Z_i$ . Para generar valores reales de  $x_n$ , los valores de entrada (se utilizan 255 valores complejos más cero a c.c. y un valor real para Nyquist) se aumentarán de modo tal que el vector  $Z$  tenga simetría Hermitian. Es decir,

$$Z_i = \text{conj}(Z'_{512-i}) \quad \text{para } i = 257 \text{ a } 511 \quad (7-22)$$

### 7.11.3 Símbolo de sincronización

El símbolo de sincronización permite la recuperación de la frontera de trama después de microinterrupciones, que de otra forma podría forzar el reacondicionamiento.

La velocidad de símbolo de datos,  $f_{\text{símb}} = 4$  kHz, la separación de portadoras,  $\Delta f = 4,3125$  kHz, y el tamaño de la IDFT,  $N = 512$ , son tales que podría utilizarse un prefijo cíclico de 40 muestras. Es decir,

$$(512 + 40) \times 4,0 = 512 \times 4,3125 = 2208 \quad (7-23)$$

Sin embargo, el prefijo cíclico se puede reducir a 32 muestras e insertar un símbolo de sincronización (con una longitud nominal de 544 muestras) después de cada 68 símbolos de datos. Es decir,

$$(512 + 32) \times 69 = (512 + 40) \times 68 \quad (7-24)$$

El diagrama de datos utilizado en el símbolo de sincronización será la secuencia pseudoaleatoria PRD, ( $d_n$ , para  $n = 1$  a 512) definida por:

$$d_n = 1 \quad \text{para } n = 1 \text{ a } 9 \quad (7-25)$$

$$d_n = d_{n-4} \oplus d_{n-9} \quad \text{para } n = 10 \text{ a } 512 \quad (7-26)$$

El primer par de bits ( $d_1$  y  $d_2$ ) se utilizará para las subportadoras de c.c. y de Nyquist (la potencia asignada a las mismas es cero, de modo que los bits se ignoran efectivamente); el primer y segundo bits de los pares subsiguientes se utilizan entonces para definir la  $X_i$  e  $Y_i$ , siendo  $i = 1$  a 255, como se muestra en el cuadro 7-13.

**Cuadro 7-13/G.992.1 – Correspondencia de dos bits de datos con una constelación 4QAM**

$d_{2i+1}, d_{2i+2}$	Identificador decimal (Nota)	$X_i, Y_i$
0 0	0	+ +
0 1	1	+ -
1 0	2	- +
1 1	3	- -
NOTA – Esta identificación es diferente de la correspondencia en la figura 7-17, donde $d_{2i+1}$ sería considerado el primer bit y el menos significativo.		

El periodo de la secuencia PRD es sólo de 511 bits, de modo que  $d_{512}$  será igual a  $d_1$ .

Los valores  $d_1$ - $d_9$  se reinicializarán por cada símbolo de sincronización, de modo que cada símbolo utiliza los mismos datos.

Los bits 129 y 130, que modulan la portadora piloto, estarán sobregrabados por {0,0}: generando la constelación {+,+}.

El conjunto mínimo de subportadoras que se ha de utilizar es el conjunto para transmisión de datos (es decir, aquellas en las cuales  $b_i > 0$ ); se pueden utilizar subportadoras en las cuales  $b_i = 0$  con una densidad espectral de potencia reducida como se define en los párrafos PSD de transmisión de los anexos A, B y C. Los datos modulados en cada subportadora serán los definidos anteriormente; no dependerán de la subportadora que se está utilizando.

#### **7.11.4 Símbolo de sincronización inverso (anexo C solamente)**

Para el anexo C, véase C.4.7.1.

### **7.12 Prefijo cíclico**

Las últimas 32 muestras a la salida de la IDFT ( $x_n$  para  $n = 480$  a  $511$ ) se añadirán al bloque de 512 muestras y extraerán para el convertidor de digital a analógico (DAC, *digital-to-analogue converter*) en secuencias. Es decir, los subíndices,  $n$ , de las muestras DAC en secuencia son 480 ... 511, 0 ... 511.

El prefijo cíclico se utilizará para todos los símbolos que comienzan con el segmento C-RATES1 de la secuencia de inicialización, como se define en 10.6.2.

### **7.13 Gama dinámica del transmisor**

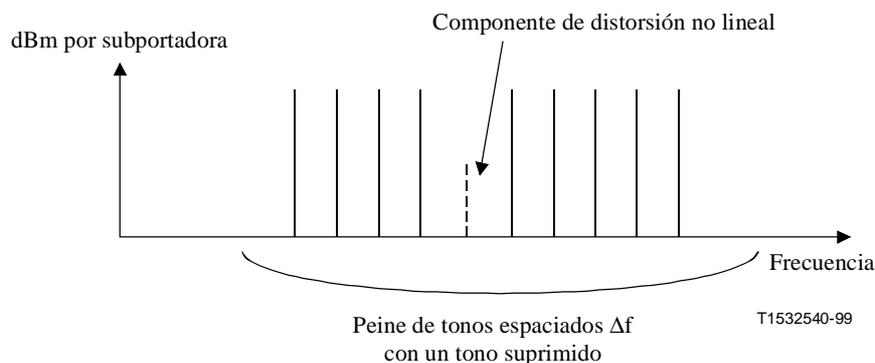
El transmisor incluye todas las funciones del transmisor analógico: convertidor D/A, filtro anti-solape, circuitos híbridos, y la parte de paso alto del divisor del servicio telefónico ordinario (POTS) o de la red digital de servicios integrados (RDSI). La señal transmitida se ajustará a los requisitos de separación de frecuencia que se describen en 7.11.1.

#### **7.13.1 Velocidad de recorte máxima**

La máxima señal de salida del transmisor será tal que la señal será cercenada en no más del 0,00001% del tiempo.

#### **7.13.2 Ruido/distorsión de fondo**

La relación señal/ruido más distorsión de la señal transmitida en una subportadora dada se especifica como la relación del valor cuadrático medio del tono en esa subportadora con respecto a la suma de los valores cuadráticos medio de todas las señales que no son tonos en la banda de frecuencias 4,3125 kHz centrada en la frecuencia subportadora. Esta relación se mide para cada subportadora utilizada para transmisión mediante la prueba de relación de potencia multitono (MTPR, *multitone power ratio*) como se muestra en la figura 7-21.



**Figura 7-21/G.992.1 – Prueba MTPR**

En la banda de frecuencias de transmisión, la MTPR del transmisor en cualquier subportadora no será menor que  $(3N_{\text{down}i} + 20)$  dB, donde  $N_{\text{down}i}$  se define como el tamaño de la constelación (en bits) que se ha de utilizar en la subportadora  $i$ . La MTPR mínima del transmisor será por los menos de 38 dB (que corresponde a un  $N_{\text{down}i}$  de 6) para cualquier subportadora.

NOTA – Las señales transmitidas durante la inicialización y transmisión de datos normales no se puede utilizar para esta prueba debido a que los símbolos DMT llevan anexados un prefijo cíclico, y la PSD de una señal no repetitiva no tiene valores nulos en ninguna frecuencia subportadora. Se podría utilizar un analizador controlado basado en la transformada rápida de Fourier, pero esto mediría la distorsión no lineal y lineal introducidas por el filtro de transmisión. Por tanto, esta prueba requerirá que el transmisor se programe con soporte lógico especial, probablemente para ser utilizado sólo en la etapa de desarrollo. El tema de una prueba MTPR que se puede aplicar a módem de producción queda en estudio.

#### **7.14 Plantillas espectrales de transmisión en sentido descendente de la ATU-C**

Las plantillas espectrales para las tres opciones de servicio se definen en los anexos A, B y C.

Para el anexo A, véanse A.1.2. y A.1.3.

Para el anexo B, véase B.1.3.

Para el anexo C, véase C.4.8.

#### **7.15 Correspondencia de bits doble y conversión de velocidad (anexo C solamente)**

Para el anexo C, véase C.4.4.

#### **7.16 Correspondencia de bits FEXT (anexo C solamente)**

Para el anexo C, véase C.4.5.

### **8 Características funcionales de la ATU-R**

Una ATU-R puede soportar la transmisión STM, la transmisión ATM, o ambas. Si se soporta el modo STM se efectuará conforme a lo definido en 8.1; si se soporta ATM, se efectuará conforme a lo indicado en 8.2.

Los modos de alineación de trama que se han de soportar, dependen de la ATU-R que ha de ser configurada para el transporte STM o ATM como se definen en 8.1.4 y 8.2.3, respectivamente. Si se soporta el modo de alineación de trama  $k$ , se soportarán también los modos  $k - 1, \dots, 0$ .

Durante la inicialización ATU-C y ATU-R indicarán el número de modo de alineación de trama 0, 1, 2 ó 3 que se proyecta utilizar. Se utilizará el modo de alineación de trama más bajo indicado (véanse 10.6.4 y 10.7.6).

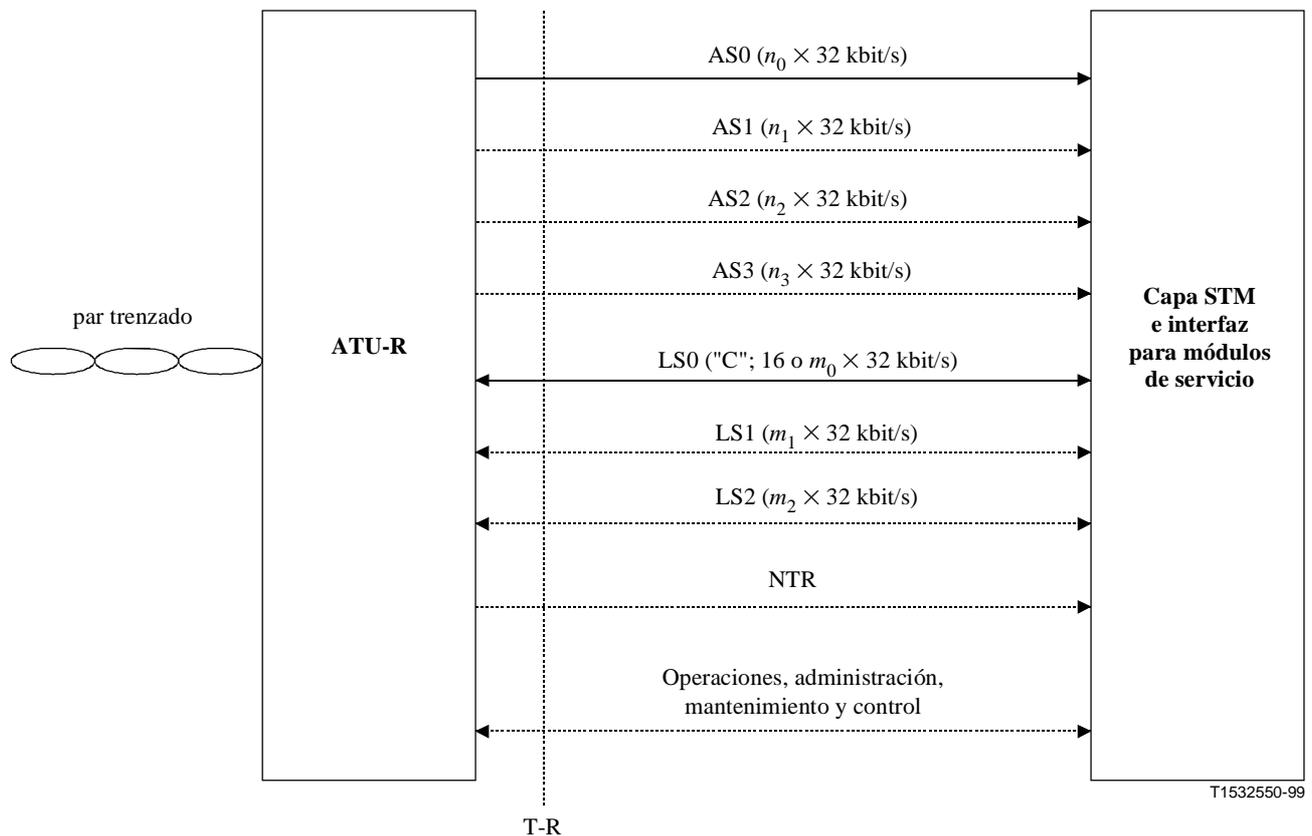
Una ATU-R puede soportar la reconstrucción de una referencia de temporización de red (NTR) a partir de los bits indicadores en sentido descendente.

## 8.1 Funcionalidades específicas del protocolo de transmisión STM

### 8.1.1 Interfaces T de entrada y salida de la ATU-R para transporte STM

En la figura 8-1 se muestran las interfaces de datos funcionales en la ATU-R. Las interfaces de salida para canales portadores símplex de alta velocidad en sentido descendente se designan AS0 a AS3; las interfaces de entrada-salida para los canales portadores dúplex se designan LS0 a LS2. Puede ser también una interfaz funcional para transportar indicadores de operación, administración y mantenimiento (OAM) de la instalación de cliente a la ATU-R; esta interfaz se puede combinar físicamente con la interfaz LS0.

La velocidad de datos de las interfaces de datos de entrada y salida y la ATU-R para las configuraciones por defecto se especifican en 6.1.



NOTA – Los canales portadores opcionales (dúplex y símplex) y las características se indican en línea punteada.

**Figura 8-1/G.992.1 – Interfaces funcionales de la ATU-R para transporte STM en el punto de referencia T-R**

### **8.1.2 Canales símplex en sentido descendente – Velocidades binarias del transceptor**

Los canales símplex se transportan solamente en sentido descendente; por tanto, sus interfaces de datos en la ATU-R sólo funcionan como salidas. Las velocidades son las mismas que las correspondientes al transmisor ATU-C especificadas en 6.1.

### **8.1.3 Canales dúplex – Velocidades binarias del transceptor**

Los canales dúplex se transportan en ambos sentidos, de modo que la ATU-R proporcionará interfaces de datos de entrada y salida. Las velocidades son las mismas que para la ATU-C, como se especifica en 6.1.

### **8.1.4 Estructura de alineación de trama para transporte STM**

Una ATU-R configurada para transportar STM soportará la estructura de alineación de trama de tara completa 0 como se especifica en 8.4. El soporte de la estructura de alineación de trama de tara completa 1 y las estructuras de alineación de trama de tara reducida 2 y 3 es opcional.

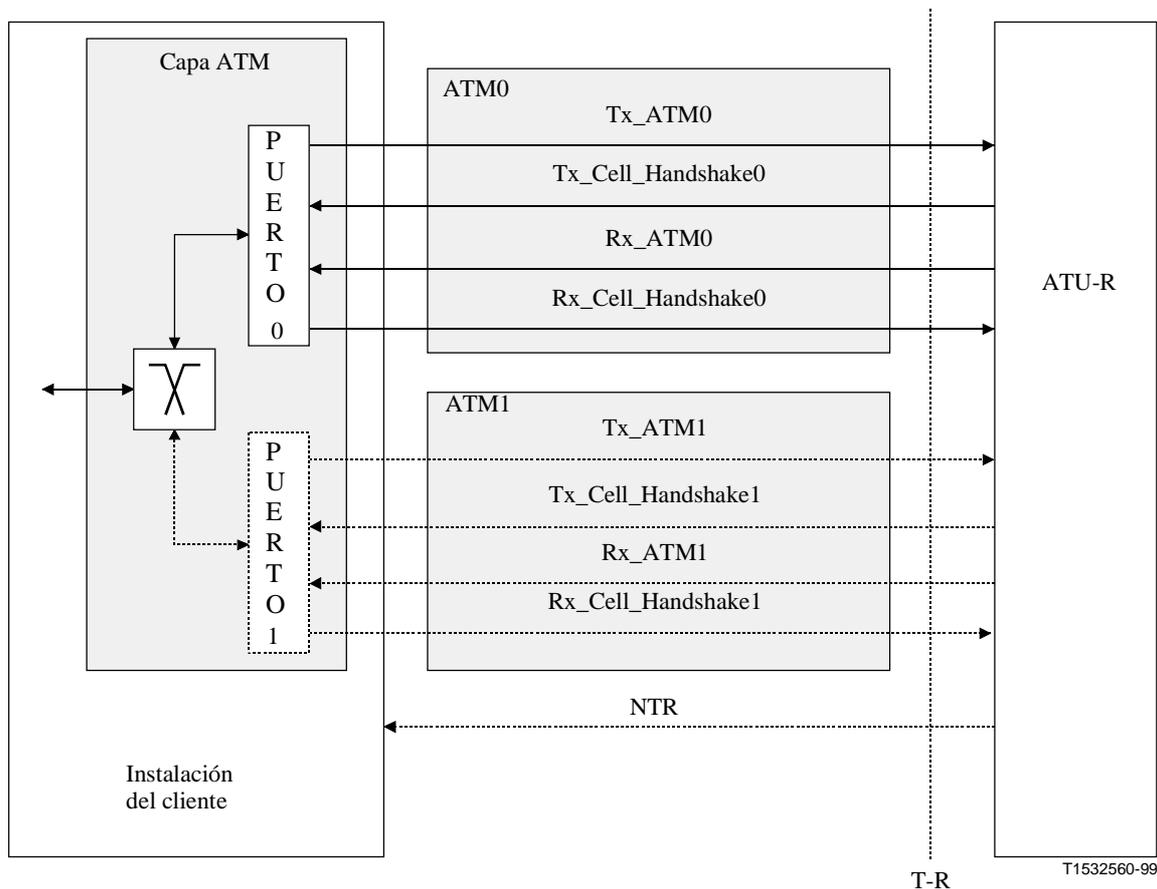
La preservación de las fronteras de byte de la interfaz T-R (si está presente) en la interfaz U-R puede soportar cualquiera de las estructuras de alineación de trama de la interfaz U-R.

Una ATU-R configurada para transporte STM puede soportar la reconstitución de una referencia de temporización de red (NTR).

## **8.2 Funcionalidades específicas del protocolo de transporte ATM**

### **8.2.1 Interfaces T de entrada y salida de la ATU-R para transporte ATM**

Las interfaces T de entrada y salida de la ATU-R son idénticas a las interfaces de entrada y salida de la ATU-C, como se describe en 7.2 y se ilustra en la figura 8-2.



**Figura 8-2/G.992.1 – Interfaces funcionales de la ATU-R para la capa ATM en el punto de referencia T-R**

### 8.2.2 Funcionalidades específicas de célula ATM

Las funcionalidades específicas de la célula ATM efectuadas en la ATU-R serán idénticas a las funcionalidades específicas de la célula ATM efectuadas en la ATU-C, como se describe en 7.2.3.

### 8.2.3 Estructura de alineación de trama para transporte ATM

Una ATU-R configurada para transporte ATM soportará las estructuras de alineación de trama con tara completa 0 y 1 como se especifica en 8.4. El soporte de las estructuras de alineación de trama con tara reducida 2 y 3 es opcional.

El transmisor ATU-R preservará las fronteras de byte de la interfaz T-R (presente explícita o implícitamente por las fronteras de células ATM) en la interfaz U-R, independientemente de la estructura de alineación de trama de la interfaz U-R.

Una ATU-R configurada para transporte ATM puede soportar la reconstitución de una referencia de temporización de red (NTR).

Para asegurar el interfuncionamiento de la estructura de alineación de trama 0 entre una ATU-R en ATM y una TC de células del ATM más una ATU-C del STM (es decir, interoperabilidad entre ATM y STM), se aplicará lo siguiente:

- una ATU-C en STM que transporta células ATM y no preserva las fronteras de byte V-C en la interfaz U-C indicará durante la inicialización que la estructura de trama 0 es la estructura de trama más alta soportada;

- una ATU-C en STM que transporta células ATM y que preserve fronteras de byte V-C en la interfaz U-C indicará durante la inicialización que la estructura de trama 0, 1, 2 ó 3 es la estructura de trama más alta soportada, conforme se aplica a la implementación;
- un receptor ATU-R en ATM que funciona en estructura de alineación de trama 0 no puede suponer que el transmisor ATU-C preservará fronteras de byte de interfaz V-C en la interfaz U-C y efectuará por tanto la delimitación de células bit por bit (véase 7.2.3.5).

### 8.3 Referencia de temporización de red

Si la ATU-C ha señalado que utilizará los bits indicadores 20 a 23 (véase 10.6.4) para transmitir el cambio de desplazamiento de fase, la ATU-R puede entregar la señal de 8 kHz a la interfaz T-R.

### 8.4 Alineación de trama

La alineación de trama de la señal en sentido ascendente (transmisor ATU-R) sigue estrechamente la alineación de trama en sentido descendente (transmisor ATU-C), especificado en 7.4, pero con las siguientes excepciones:

- no hay canales ASx ni byte AEX;
- existe un máximo de tres canales, de modo tal que sólo se especifican tres pares  $B_F$ ,  $B_I$ ;
- los parámetros de codificación FEC RS mínimos y la profundidad de intercalado difieren (véase el cuadro 8-3);
- cuatro bits de los bytes rápidos y de sincronización no se utilizan (correspondiente a las posiciones de bit utilizadas por el transmisor ATU-C para especificar el control de sincronización para los canales ASx) (véanse los cuadros 8-1 y 8-2);
- los cuatro bits indicadores para transporte NTR no se utilizan en el sentido ascendente.

Se definen dos tipos de alineación de tramas: de tara completa y de tara reducida. Asimismo, se definen dos versiones de tara completa y dos versiones de tara reducida. Las cuatro estructuras de alineación de trama resultantes se definen conforme a ATU-C en 7.4 y se hace referencia como estructuras de alineación de tramas 0, 1, 2 y 3.

Los requisitos para las estructuras de alineación de trama que se han de soportar, dependen de la ATU-R que ha de ser configurada para transporte STM o ATM, y se definen en 8.1.4 y 8.2.3, respectivamente.

Conforme a lo especificado en la cláusula 5, los bytes de datos de interfaces en serie ASx/LSx se transmiten con el MSB en primer término conforme a las Recomendaciones G.703, G.707, I.361 e I.432.1. Sin embargo, todos los procesamientos en serie en la trama ADSL (por ejemplo, CRC, aleatorización, etc.) se efectuarán transmitiendo primero el LSB. El MSB del ámbito exterior es considerado por la ADSL como LSB. Como resultado, el primer bit que se recibe (MSB del ámbito externo) será el primer bit procesado dentro de la ADSL (LSB ADSL).

#### 8.4.1 Símbolos de datos

El transmisor ATU-R es funcionalmente similar al transmisor ATU-C, como se especifica en 7.4.1, salvo que se sincronizan a la velocidad de símbolo DMT ADSL de 4 kHz hasta tres canales de datos dúplex (en lugar de hasta cuatro canales símplex o tres dúplex como en el caso de la ATU-C) y se multiplexan en las dos memorias tampón separadas (datos rápidos y datos intercalados). El transmisor ATU-R y sus puntos de referencia asociados para alineación de trama de datos se muestra en las figuras 5-3 y 5-4.

### 8.4.1.1 Estructura de supertrama

La estructura de supertrama del transmisor ATU-R es idéntica a la del transmisor ATU-C, como se especifica en 7.4.1.1 y se ilustra en la figura 7-5.

La ATU-R soportará los bits indicadores definidos en el cuadro 7-2. Los bits indicadores, ib20-23, no transportarán NTR en el sentido ascendente y se fijarán en "1".

### 8.4.1.2 Estructura de trama (con tara completa)

Cada trama estará codificada dentro de un símbolo de DMT, como se describe en 8.8 a 8.11.4. Como se especifica para la ATU-C y se ilustra en la figura 7-5, cada trama se compone de una memoria tampón de datos rápidos y una memoria tampón de datos intercalados, y la estructura de trama tiene una apariencia diferente en cada uno de los puntos de referencia (A, B, y C). Los bytes de la memoria tampón de datos rápidos se sincronizarán primero con el codificador de constelación, seguido de los bytes de la memoria tampón de datos intercalados. Los bytes se sincronizan transmitiendo primero el bit menos significativo.

La asignación de canales portadores a las memorias tampón de datos rápidos e intercalados se configurará durante la inicialización (véase 10.7.4) con el intercambio de un par ( $B_F$ ,  $B_I$ ) para cada tren de datos, donde  $B_F$  representa el número de bytes de un tren de datos determinado para atribuir a la memoria tampón de datos rápidos, y  $B_I$  representa el número de bytes atribuidos a la memoria tampón de datos intercalados.

Los tres pares ( $B_F$ ,  $B_I$ ) posibles son  $B_F(LS_x)$ ,  $B_I(LS_x)$  para  $x = 0, 1$  y  $2$ , para los canales dúplex; se especifican igual que para ATU-C en 10.7.4.

#### 8.4.1.2.1 Memoria tampón de datos rápidos

La estructura de trama de la memoria tampón de datos rápidos se muestra en la figura 8-3 para los tres puntos de referencia que se definen en las figuras 5-3 y 5-4. Esta estructura es la misma que la especificada para la ATU-C con las siguientes excepciones:

- no aparecen bytes ASx;
- no aparecen bytes AEX.

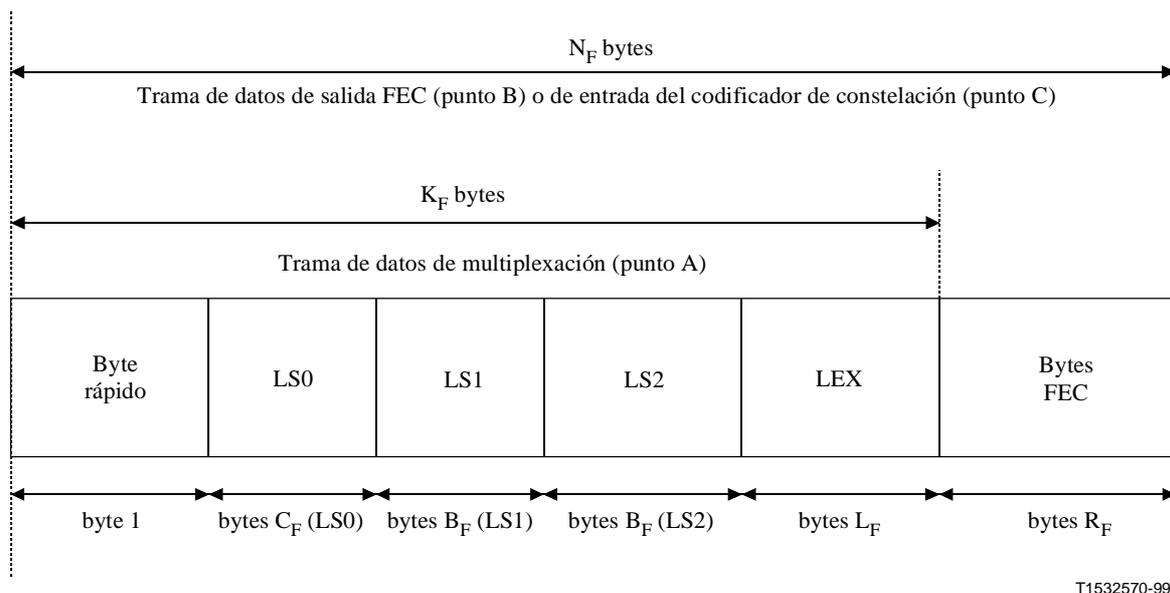


Figura 8-3/G.992.1 – Memoria tampón de datos rápidos – Transmisor ATU-R

Las siguientes expresiones se utilizan para calcular los parámetros indicados en la figura 8-3:

$$\begin{aligned} C_F(\text{LS0}) &= 0 && \text{si } B_F(\text{LS0}) = 255 \text{ (11111111}_2\text{)} && (8-1) \\ &= B_F(\text{LS0}) && \text{de otro modo} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_F &= 0 && \text{si } B_F(\text{LS0}) = B_F(\text{LS1}) = B_F(\text{LS2}) = 0 && (8-2) \\ &= 1 && \text{de otro modo} \end{aligned}$$

$$K_F = 1 + C_F(\text{LS0}) + B_F(\text{LS1}) + B_F(\text{LS2}) + L_F \quad (8-3)$$

$$N_F = K_F + R_F \quad (8-4)$$

donde:

$R_F$  = número de bytes de redundancia FEC en sentido ascendente de trayecto rápido.

En el punto de referencia A (trama de datos de multiplexación) de las figuras 5-3 y 5-4, la memoria tampón de datos rápidos contiene siempre el byte rápido como mínimo. Este byte es seguido por los bytes  $B_F(\text{LS0})$  del canal LS0, por los bytes  $B_F(\text{LS1})$  del canal LS1, y por los bytes  $B_F(\text{LS2})$  del canal LS2, y si algún byte  $B_F(\text{LSx})$  es distinto de cero, por un byte LEX.

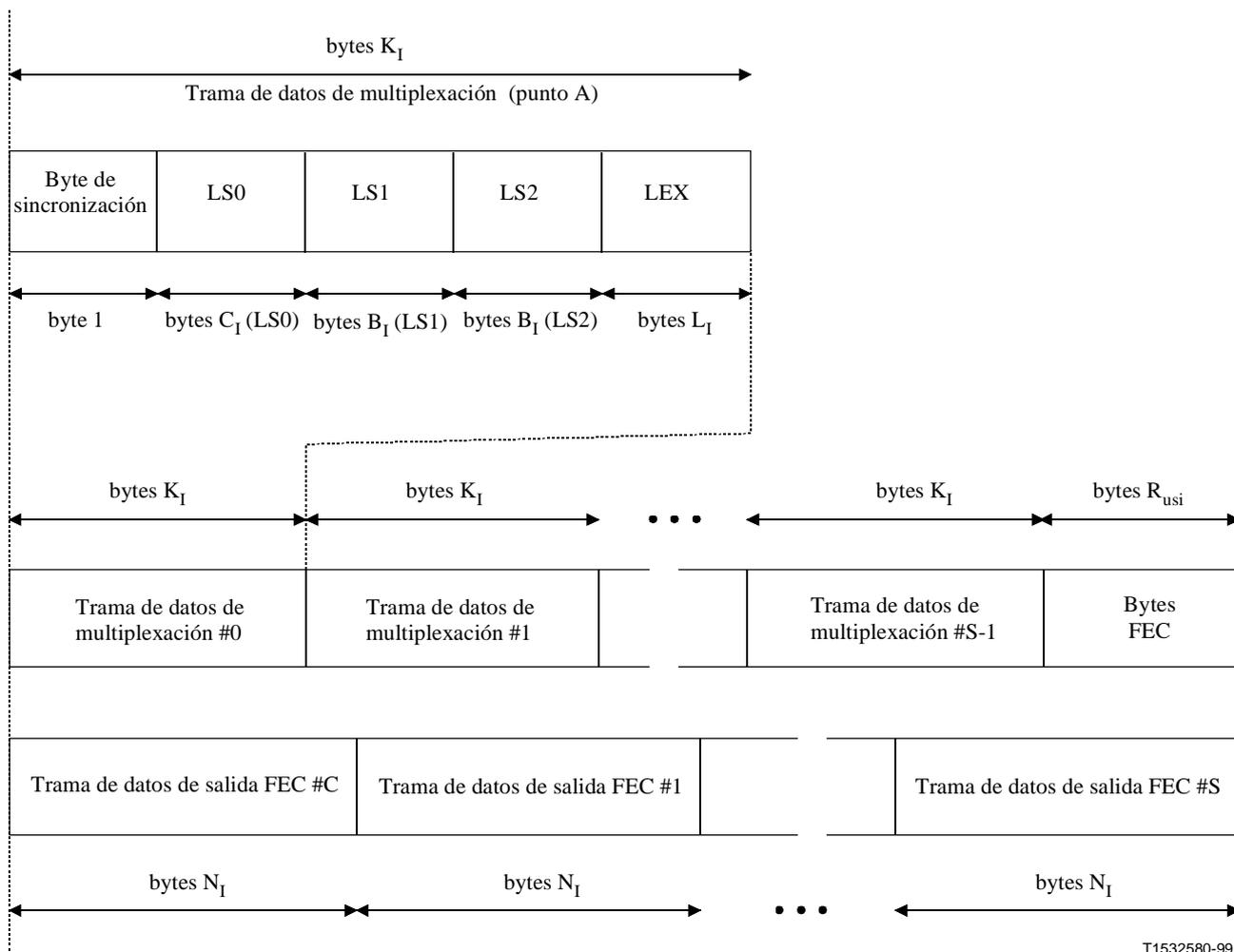
Cuando  $B_F(\text{LS0}) = 255 \text{ (11111111}_2\text{)}$ , se incluyen bytes no separados para el canal LS0. En su lugar, se transportará el canal C a 16 kbit/s en cualquier otro byte LEX en promedio, utilizando el byte de sincronización para indicar cuándo añadir el byte LEX al canal portador LS0.

Los bytes de redundancia FEC  $R_F$  se añadirán a la trama de datos de multiplexación (punto de referencia A) para producir la trama de datos de salida FEC (punto de referencia B), donde  $R_F$  viene dado en las opciones de señal C-RATES1 recibida de la ATU-C durante la inicialización (véase 10.6.2). En razón que los datos procedentes de la memoria tampón de datos rápidos no son intercalados, la trama de datos de entrada del codificador de constelación (punto de referencia C) es idéntica a la trama de datos de salida FEC (punto de referencia B).

#### 8.4.1.2.2 Memoria tampón de datos intercalados

En la figura 8-4 se muestra la estructura de trama de la memoria tampón de datos intercalados para los tres puntos de referencia que se definen en las figuras 5-3 y 5-4. Esta estructura es la misma que la especificada para la ATU-C, con las siguientes excepciones:

- no aparecen los bytes ASx;
- no aparece el byte AEX.



**Figura 8-4/G.992.1 – Memoria tampón de datos intercalados – Transmisor ATU-R**

Para los parámetros indicados en la figura 8-4 son válidas las siguientes ecuaciones:

$$C_I( LS0) = 0 \quad \text{si } B_I( LS0) = 255 \text{ (11111111}_2\text{)} \quad (8-5)$$

$$= B_I( LS0) \quad \text{de otro modo}$$

$$L_I = 0 \quad \text{si } B_I( LS0) = B_I( LS1) = B_I( LS2) = 0 \quad (8-6)$$

$$= 1 \quad \text{de otro modo}$$

$$K_I = 1 + C_I( LS0) + B_I( LS1) + B_I( LS2) + L_I \quad (8-7)$$

$$N_I = (S \times K_I + R_I) / S \quad (8-8)$$

donde:

$R_I$  = número de bytes de redundancia FEC en sentido ascendente en el trayecto intercalado; y

$S$  = número de trama de datos de multiplexación por palabra de código FEC (véase 8.6).

### 8.4.1.3 Estructura hipertrama (únicamente anexo C)

Para el anexo C, véase C.5.1.2.

#### 8.4.1.4 Estructura de subtrama (anexo C solamente)

Para el anexo C, véase C.5.1.3.

#### 8.4.1.5 Verificación por redundancia cíclica (CRC)

Las pruebas de verificación por redundancia cíclica (CRC) – una para la memoria tampón de datos rápidos y otra para la memoria tampón de datos intercalados – se generan para cada supertrama y se transmiten en la primera trama de la supertrama siguiente. Se atribuyen ocho bits por tipo de memoria tampón (de datos rápidos o intercalados) por supertrama a los bits de prueba de la CRC. Estos bits se calculan mediante los bits de mensaje  $k$  utilizando la ecuación:

Los bits de la CRC se transportan en el byte rápido (8 bits) de trama 0 en la memoria tampón de datos rápidos, y el byte de sincronización (8 bits) de trama 0 en la memoria tampón de datos intercalados.

Los bits incluidos en la CRC comprenden:

- para la memoria tampón de datos rápidos:
  - *trama 0*: bytes LSx ( $X = 0, 1, 2$ ), seguidos por el byte LEX;
  - *todas las otras tramas*: byte rápido, seguido de bytes LSx ( $X = 0, 1, 2$ ), y del byte LEX;
- para la memoria tampón de datos intercalados:
  - *trama 0*: bytes LSx ( $X = 0, 1, 2$ ), seguidos por el byte LEX;
  - *todas las otras tramas*: byte de sincronización, seguido de bytes LSx ( $X = 0, 1, 2$ ), y del byte LEX;

Cada byte se pondrá en sincronismo con el bit menos significativo de la CRC ubicado en primer término.

El polinomio generador de la CRC y el método de generación del byte CRC son los mismos que para los datos en sentido descendente que se especifican en 7.4.1.3.

### 8.4.2 Sincronización

Si la base de temporización de los bits de los trenes de datos de entrada de usuario no son síncronos con la base de temporización del módem ADSL, los trenes de datos de entrada serán sincronizados con la base de temporización ADSL por medio del mecanismo de control de sincronización (que comprende el byte de control de sincronización y el byte LEX). La codificación de la FEC se aplicará siempre al byte o bytes de control de sincronización.

Si la base de temporización de los bits de los trenes de datos de entrada de usuario es síncrono con la base de temporización del módem ADSL, el mecanismo de control de sincronización no es necesario. El byte de control de sincronización indicará siempre "sin acción de sincronización" (véase el cuadro 8-1).

#### 8.4.2.1 Sincronización para la memoria tampón de datos rápidos

El control de sincronización para la memoria tampón de datos rápidos se puede efectuar en las tramas 2 a 33 y 36 a 67 de una supertrama ADSL como se describe en 7.4.1.1, donde el byte rápido se puede utilizar como byte de control de sincronización. No se efectuarán acciones de sincronización en las que se utiliza el byte rápido para la CRC, bits indicadores fijos, o EOC.

En el cuadro 8-1 se muestra el formato del byte rápido cuando se utiliza como control de sincronización para la memoria tampón de datos rápidos.

En el caso en que no se atribuyan señales a la memoria tampón de datos intercalados, el byte de sincronización lleva directamente los datos AOC, como se muestra en la figura 7-7.

**Cuadro 8-1/G.992.1 – Formato del byte rápido para sincronización**

Bit	Aplicación	Utilización específica
sc7-sc4	No utilizada	Puesto a "0 <sub>2</sub> " hasta que no haya especificación en contrario
sc3, sc2	Designador de canal LSx	"00 <sub>2</sub> ": canal LS0 "01 <sub>2</sub> ": canal LS1 "10 <sub>2</sub> ": canal LS2 "11 <sub>2</sub> ": sin acción de sincronización
sc1	Control de sincronización para el canal LSx designado	"1 <sub>2</sub> ": añadir el byte LEX al canal LSx designado "0 <sub>2</sub> ": suprimir el último byte del canal LSx designado
sc0	Sincronización/designador de EOC	"0 <sub>2</sub> ": efectuar control de sincronización como se indica en sc7-sc1 "1 <sub>2</sub> ": este byte forma parte de una trama EOC

Si la base de temporización de los bits de los canales portadores de entrada (LSx) es síncrona con la base de temporización del módem ADSL, los sistemas ADSL no necesitan efectuar control de sincronización añadiendo o suprimiendo bytes LEX a/de los canales LSx designados, y el byte de control de sincronización indicará "sin acción de sincronización" (es decir, sc7-0 codificado "000011X0<sub>2</sub>", siendo X un valor discrecional).

Cuando la velocidad de datos del canal C es 16 kbit/s, el canal portador LS0 será transportado en el byte LEX, empleando el código "añadir byte LEX al canal LSx designado", con LS0 como el canal designado, cada dos tramas en término medio.

#### **8.4.2.2 Sincronización para la memoria tampón de datos intercalados**

El control de sincronización para la memoria tampón de datos intercalados puede ocurrir en las tramas 1 a 67 de una supertrama ADSL como se describe en 7.4.1.1, donde el byte de sincronización se puede utilizar como byte de control de sincronización. No se efectuará acción de sincronización durante la trama 0, en la que el byte de sincronización se utiliza para la CRC, ni las tramas cuando el byte LEX transporta el AOC.

En el cuadro 8-2 se muestra el formato del byte de sincronización cuando se lo utiliza como control de sincronización para la memoria tampón de datos intercalados. En el caso en que no se atribuyan señales a la memoria tampón de datos intercalados, el byte de sincronización llevará los datos del AOC directamente, como se muestra en la figura 7-7 y en 7.4.1.1.

**Cuadro 8-2/G.992.1 – Formato del byte de sincronización para sincronización**

Bit	Aplicación	Utilización específica
sc7-sc4	No utilizada	Puesto a "0 <sub>2</sub> " hasta que no haya especificación en contrario
sc3, sc2	Designador de canal LSx	"00 <sub>2</sub> ": canal LS0 "01 <sub>2</sub> ": canal LS1 "10 <sub>2</sub> ": canal LS2 "11 <sub>2</sub> ": sin acción de sincronización
sc1	Control de sincronización para el canal LSx designado	"1 <sub>2</sub> ": añadir el byte LEX al canal LSx designado "0 <sub>2</sub> ": suprimir el último byte del canal LSx designado
sc0	Sincronización/designador de AOC	"0 <sub>2</sub> ": efectuar control de sincronización como se indica en sc3-sc1 "1 <sub>2</sub> ": el byte LEX lleva los datos del canal de control de tara ADSL; se puede permitir una supresión del control de sincronización como se indica en sc3-sc1

Cuando la velocidad de datos del canal C es 16 kbit/s, el canal portador LS0 será transportado en el byte LEX, mediante el código "añadir byte LEX al canal LSx designado", con LS0 como el canal designado, cada dos tramas en término medio.

Si la base de temporización de los bits de los canales portadores de entrada (LSx) es síncrona con la base de temporización del módem ADSL, los sistemas ADSL no necesitan efectuar control de sincronización añadiendo o suprimiendo bytes LEX a/de los canales LSx designados, y el byte de control de sincronización indicará "sin acción de sincronización". En este caso, y cuando se utiliza la estructura de alineación de trama 1, sc7-0 estará siempre codificado "000011XX<sub>2</sub>", siendo X un valor discrecional. Cuando sc0 se pone a "1", el byte LEX transportará el AOC. Cuando sc0 se pone a "0", el byte LEX se codificará 00<sub>16</sub>. El sc0 se puede poner a "0" sólo entre transmisiones de 5 mensajes AOC concatenados e idénticos.

### 8.4.3 Alineación de trama con tara reducida

El formato descrito en 8.4.1.2 para alineación de trama con tara completa incluye trama para permitir la sincronización de tres canales portadores LSx. Cuando no se requiere la función de sincronización descrita en 8.4.2, el equipo ADSL puede funcionar en el modo de trama reducida. Este modo mantiene todas las funciones del modo de tara completa salvo el control de sincronización. Cuando se utiliza la alineación de trama de tara reducida, la estructura de alineación de trama será la definida en 7.4.3.1 (cuando se utilizan bytes rápidos y de sincronización separados) o 7.4.3.2 (cuando se utilizan bytes rápidos y de sincronización combinados).

## 8.5 Aleatorizadores

La salida de trenes de datos de las memorias tampón de datos rápidos e intercalados se aleatorizará por separado utilizando el mismo algoritmo que para la señal en sentido descendente, especificado en 7.5.

## 8.6 Corrección de errores hacia adelante

Los datos ascendentes estarán codificados en Reed-Solomon e intercalados utilizando el mismo algoritmo que para los datos en sentido descendente, especificados en 7.6.

La tara de codificación de FEC, el número de símbolos por palabra de código de FEC, y la profundidad de intercalación se dan en las opciones C-RATES1 recibidas de la ATU-C durante la inicialización (véase 10.6.2).

La ATU-R soportará la transmisión en sentido ascendente con cualquier combinación de las capacidades de codificación de FEC como mínimo, mostrada en el cuadro 8-3.

**Cuadro 8-3/G.992.1 – Capacidades de codificación FEC mínimas para ATU-R**

Parámetros	Memoria tampón de datos rápidos	Memoria tampón de datos intercalados
Bytes de paridad por palabra de código RS	$R_F = 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16$ (Nota 1)	$R_I = 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16$ (Notas 1 y 2)
Símbolos DMT por código de palabra RS	$S = 1$	$S = 1, 2, 4, 8, 16$
Profundidad de intercalación	No aplicable	$D = 1, 2, 4, 8$

NOTA 1 –  $R_F$  puede ser  $> 0$  sólo si  $K_F > 0$  y  $R_I$  puede ser  $> 0$  sólo si  $K_I > 0$ .

NOTA 2 –  $R_I$  será un múltiplo entero de S.

La ATU-R soportará también la transmisión en sentido descendente con al menos cualquier combinación de las capacidades de codificación FEC que se muestran en el cuadro 7-7.

## 8.7 Ordenación de tonos

El algoritmo de ordenación de tonos será el mismo que para los datos en sentido descendente, especificados en 7.7.

## 8.8 Codificador de constelación – Versión reticular

El procesamiento en bloques del código reticular tetradimensional de 16 estados de Wei para mejorar la calidad de funcionamiento del sistema, es opcional. Se utilizará un algoritmo de codificación de constelación para construir constelaciones con un número de bits máximo igual a  $N_{upmax}$ , donde  $8 \leq N_{upmax} \leq 15$ .

El algoritmo de codificación será el mismo que el utilizado para datos en sentido descendente (con la sustitución del límite de la constelación de  $N_{upmax}$  por  $N_{downmax}$ ), especificado en 7.8.

## 8.9 Codificador de constelación – Versión no codificada

Se utilizará un algoritmo de codificador de constelación para construir constelaciones con un número de bits máximo igual a  $N_{upmax}$ , donde  $8 \leq N_{upmax} \leq 15$ . El algoritmo de codificación es el mismo que el utilizado para datos en sentido descendente (con la sustitución del límite de constelación de  $N_{upmax}$  para  $N_{downmax}$ ), que se especifica en 7.9. El codificador de constelación no utilizará codificación reticular con esta opción.

## 8.10 Aplicación de un factor de escala de ganancia

Para la transmisión de símbolos de datos se aplicará un factor de escala de ganancia,  $g_i$ , conforme lo peticionado por ATU-C (véanse 10.8.13 y A.2.4.1 o B.2.2.1) y posiblemente actualizará durante el estado SHOWTIME (tiempo de presentación) a través del procedimiento de intercambio de bits. Sólo se pueden utilizar valores de  $g_i$  iguales a 0 o dentro de una gama de aproximadamente 0,19 a 1,33 (es decir,  $-14,5$  dB a  $+2,5$  dB). Para la transmisión de símbolos de sincronización, no se aplicará un factor de escala de ganancia como indicado en los anexos A, B y C.

Cada punto de constelación,  $(X_i, Y_i)$ , es decir el número complejo  $X_i + jY_i$ , salida del codificador se multiplica por  $g_i$ :

$$Z_i = g_i (X_i + jY_i) \quad (8-9)$$

NOTA –  $g_i$  define una aplicación de un factor de escala de valor cuadrático medio de niveles de subportadora relativos a los utilizados en R-MEDLEY (véase 10.7.8). Éstos son independientes de cualquier método que puedan usar los fabricantes para simplificar la implementación (por ejemplo, jerarquización de la constelación).

## 8.11 Modulación

La separación de frecuencias,  $\Delta f$ , entre subportadoras será de 4,3125 kHz con una tolerancia de  $\pm 50$  ppm.

### 8.11.1 Subportadoras

#### 8.11.1.1 Subportadoras de datos

La señal de análisis de canal, definida en 10.7, permite utilizar un máximo de 31 portadoras (en frecuencias  $n\Delta f$ ). La gama de  $n$  depende de la opción de servicios seleccionada. Por ejemplo, para

ADSL en POTS (véase el anexo A) los filtros divisores POTS/ADSL fijan el límite inferior; el límite superior viene fijado por los filtros limitadores de banda de transmisión y recepción, y no será mayor que 31; las frecuencias de corte de esos filtros quedan a discreción del fabricante en razón que la gama utilizable  $n$  se determina durante la estimación del canal.

Las subportadoras de datos para el anexo B se definen en B.2.3.

### 8.11.1.2 Frecuencia de Nyquist

La subportadora a la frecuencia de Nyquist no será utilizada para datos de usuario y será realmente valorizada; otras utilizaciones posibles quedan en estudio.

La frecuencia de Nyquist para los anexos A y C se especifica en A.2.5.

La frecuencia de Nyquist para el anexo B se especifica en B.2.5.

### 8.11.1.3 Corriente continua

La subportadora en corriente continua (#0) no se utilizará y no contendrá energía.

## 8.11.2 Modulación por la transformada de Fourier discreta inversa

Para los anexos A y C, véase A.2.1.

Para el anexo B, véase B.2.6.

### 8.11.3 Símbolo de sincronización

El símbolo de sincronización permite la recuperación de la frontera de trama después de microinterrupciones que podrían de otro modo forzar el reacondicionamiento.

La velocidad de símbolo de datos,  $f_{\text{symp}} = 4$  kHz, la separación de subportadoras,  $\Delta f = 4,3125$  kHz, y el tamaño de la IDFT,  $N = 64$ , son tales que se podría utilizar un prefijo cíclico de 5 muestras. Es decir,

$$(64 + 5) \times 4,0 = 64 \times 4,3125 = 276 \quad (8-10)$$

Sin embargo, el prefijo cíclico podrá reducirse a 4 muestras, y un símbolo de sincronización (con una longitud nominal de 68 muestras) insertada cada 68 símbolos de datos. Es decir,

$$(64 + 4) \times 69 = (64 + 5) \times 68 \quad (8-11)$$

El diagrama de datos utilizado en el símbolo de sincronización será el que se define en los anexos apropiados.

Para los anexos A y C, véase A.2.2.

Para el anexo B, véase B.2.7.

El conjunto mínimo de subportadoras que se ha de utilizar es el conjunto para transmisión de datos (es decir, subportadoras en las que  $b_i > 0$ ); las subportadoras para las que  $b_i = 0$  se pueden utilizar en una PSD reducida como se define en párrafos de la PSD de transmisión de los anexos A, B y C. Los datos modulados en cada subportadora serán como los definidos anteriormente; no dependerán de la subportadora utilizada.

### 8.11.4 Símbolo de sincronización inversa (anexo C solamente)

Para el anexo C, véase C.5.5.1.

## 8.12 Prefijo cíclico

Para los anexos A y C, véase A.2.3.

Para el anexo B, véase B.2.8.

### **8.13 Gama dinámica del transmisor**

El transmisor comprende todas las funciones analógicas del mismo: el convertidor D/A, el filtro antisolape, los circuitos híbridos, y el divisor del POTS. La señal transmitida deberá satisfacer los requisitos descritos en 8.11.1 relativos a la separación de frecuencias.

#### **8.13.1 Velocidad máxima de recorte**

La señal de salida máxima del transmisor debe ser tal que la señal sea recortada en no más del 0,00001% del tiempo.

#### **8.13.2 Umbral mínimo de ruido/distorsión**

La relación señal/ruido más distorsión de la señal transmitida en una determinada subportadora se especifica como la relación del valor cuadrático medio del tono de plena amplitud en esa subportadora y la suma de los valores cuadráticos medio de todas las señales que no son tonos en la banda de frecuencias 4,3125 kHz centrada en la frecuencia subportadora. Esta relación se mide para cada subportadora utilizada para transmisión que emplea una relación de potencia multitono (MTPR) de prueba como se muestra en la figura 7-21.

En la banda de frecuencias de transmisión, la MTPR del transmisor en cualquier subportadora no será menor que  $(3N_{\text{upi}} + 20)$  dB, donde  $N_{\text{upi}}$  se define como el tamaño de la constelación (en bits) que se ha de utilizar en la subportadora  $i$ . La MTPR del transmisor será +38 dB (correspondiente a un  $N_{\text{upi}}$  de 6) para cualquier subportadora.

NOTA – Las señales transmitidas durante la inicialización y transmisión de datos normales no se puede utilizar para esta prueba debido a que los símbolos DMT tienen un prefijo cíclico anexo, y la PSD de una señal no repetitiva no tiene valores nulos en ninguna frecuencia subportadora. Se podría utilizar un analizador controlado basado en la transformada rápida de Fourier, pero éste mediría tanto la distorsión no lineal como la distorsión lineal introducida por el filtro de transmisión. Por tanto, esta prueba requerirá que el transmisor se programe con un soporte lógico especial, probablemente para ser utilizado sólo durante la etapa de desarrollo. El tema de una prueba MTPR que se puede aplicar a un módem de producción queda en estudio.

### **8.14 Respuesta espectral del transmisor ATU-R en sentido ascendente**

En los anexos A, B y C se definen plantillas espectrales para las tres opciones de servicio:

Para el anexo A, véase A.2.4.

Para el anexo B, véase B.2.2.

Para el anexo C, véase C.5.6.

NOTA – La banda 25 a 276 kHz a la que es referida, es la unión de las bandas utilizadas para ADSL en el servicio telefónico ordinario y ADSL en la RDSI. Los límites definidos para esta banda se aplican también a cualquier banda más estrecha utilizada.

### **8.15 Correspondencia de bits doble y conversión de velocidad (anexo C solamente)**

Para el anexo C, véase C.5.2.

### **8.16 Correspondencia de bits FEXT (anexo C solamente)**

Para el anexo C, véase C.5.3.

## **9 Operaciones y mantenimiento del EOC**

### **9.1 EOC libre**

El soporte de mensaje de datos autónomos es obligatorio. Proporciona el canal de capa física definido en 6.1/G.997.1. El canal permite la transmisión de mensajes autónomos en sentido ascendente y descendente con establecimientos de campos EOC, como se indica en 9.2.3.4.

Estos mensajes de datos autónomos pueden transmitirse desde la ATU-C o bien desde la ATU-R y son transparentes en relación con el estado actual de la máquina de estados EOC. Es decir, estos mensajes autónomos que transportan datos por canales libres pueden ser insertados independientemente del estado actual de la máquina de estados EOC. No se requiere que dichos mensajes se inserten en forma contigua, o sea, se pueden insertar otros mensajes EOC entre dos mensajes autónomos. Tampoco se requiere ninguna velocidad específica para insertar mensajes autónomos en el EOC.

Cuando se recibe un mensaje con datos autónomos, la carga útil del byte se coloca en una memoria tampón en la ATU de recepción. El ensamblado en las PDU se define en la Recomendación G.997.1.

El EOC libre no soporta el control de flujo. Se supone que un protocolo de nivel más alto utilizado por este trayecto de datos soportará, en caso necesario, un mecanismo de control de flujo. Asimismo, cualquier sistema que ponga en ejecución una pila de protocolos y cualquier aplicación que utilice el EOC libre (tal como la definida en la Recomendación G.997.1) inhabilitaría, en las capas más altas, el futuro envío de tramas de datos autónomos si el receptor no contestara un número significativo de esos mensajes de capa más alta.

### **9.2 Requisitos del canal de operaciones incrustado (EOC)**

Para el mantenimiento en servicio y fuera de servicio así como para la recuperación de la información de estado de la ATU-R y de los parámetros de control de calidad de la ADSL se utilizará un canal de operaciones incrustado para establecer la comunicación entre la ATU-C y la ATU-R.

#### **9.2.1 Organización y protocolo del EOC**

El EOC de la ADSL permite que la ATU-C (que actúa como unidad principal del enlace) invoque instrucciones y que la ATU-R (que actúa como subordinada) responda a esas instrucciones. La ATU-C determina la velocidad EOC del enlace ADSL; por consiguiente, se insertará únicamente un mensaje EOC en el sentido ascendente (por la ATU-R) para cada mensaje EOC recibido. La única excepción es el mensaje "oscilación de extinción", que es el único mensaje autónomo permitido actualmente desde la ATU-R y que se inserta tan pronto como estén disponibles los bytes adecuados.

En esta subcláusula se define únicamente el contenido y significado de los mensajes EOC; en 7.4.1 y 8.4.1 se define la inserción de los mismos en las tramas de datos.

#### **9.2.2 Estructura del mensaje EOC**

Los 13 bits de un mensaje EOC se distribuyen entre cinco campos, cuyo resumen figura en el cuadro 9-1 y su definición en las subcláusulas siguientes. En 9.2.5 se definen los estados del protocolo EOC.

**Cuadro 9-1/G.992.1 – Campos del mensaje EOC**

<b>Campo #</b>	<b>Bit(s)</b>	<b>Descripción</b>	<b>Notas</b>
1	1, 2	Campo de dirección	Se puede utilizar para cuatro localizaciones
2	3	Campo de datos (0) o campo de códigos operacionales (1)	Datos utilizados para lectura/escritura o cuando se envía un mensaje de datos autónomo
3	4	Campo de paridad de bytes Impar (1) o par (0)	Indicación del orden de bytes para la transmisión de múltiples bytes
4	5	Campo de mensaje autónomo: ATU-C <ul style="list-style-type: none"> <li>• se pone a "1" para las instrucciones ATU-C enviadas a ATU-R;</li> <li>• se pone a "0" para las transferencias autónomas</li> </ul> ATU-R <ul style="list-style-type: none"> <li>• se pone a "1" para responder a las instrucciones ATU-C;</li> <li>• se pone a "0" para las transferencias autónomas</li> </ul>	Puesto a "0" por ATU-R para enviar mensajes de oscilación de extinción o transferencias de datos autónomos
5	6-13	Campo de información	Uno de los 58 códigos operacionales u 8 bits de datos

### 9.2.2.1 Campo de dirección (# 1)

Los dos bits del campo de dirección se pueden utilizar, como máximo, para cuatro localizaciones. Hasta el momento se definen únicamente dos de ellas:

- 11<sub>2</sub>: dirección ATU-C;
- 00<sub>2</sub>: dirección ATU-R.

10<sub>2</sub> y 01<sub>2</sub> se reservan para una utilización futura y no son, actualmente, válidos.

La ATU-C dirigirá mensajes a la ATU-R estableciendo el campo DIRECCIÓN, que será igual a la dirección ATU-R. Al responder a un mensaje proveniente de la ATU-C, la ATU-R mantendrá el campo DIRECCIÓN igual a su propia dirección ATU-R. Únicamente cuando envía un mensaje autónomo a la ATU-C, la ATU-R colocará el campo DIRECCIÓN igual a la dirección ATU-C.

### 9.2.2.2 Campo de datos o campo de códigos operacionales (# 2)

Un 0 (cero) en este campo indica que el campo de información del mensaje EOC vigente contiene un byte de datos; un 1 indica que contiene un código operacional para un mensaje EOC de ADSL.

### 9.2.2.3 Campo de paridad de bytes (# 3)

Para el primer byte de datos, que ha de ser leído o escrito, este bit se colocará en "1" para indicar byte "impar". Para el byte siguiente, se pondrá a "0" para indicar byte "par" y así, sucesivamente, en forma alternada. Este bit servirá para acelerar la lectura y escritura de datos de múltiples bytes eliminando la necesidad de utilizar códigos operacionales intermedios para indicar al extremo lejano que el byte previo se ha recibido satisfactoriamente.

El campo de paridad de bytes se pondrá siempre a "1" si el mensaje EOC es un mensaje autónomo o si el campo de información transmite un código operacional distinto del código operacional del byte siguiente. En otros casos, el campo de paridad de bytes se pondrá a "0".

#### **9.2.2.4 Campo de mensajes autónomos (# 4)**

En la ATU-C, un 1 en este campo indica que el mensaje EOC actual es un mensaje (principal) de instrucción de protocolo EOC; un 0 indica que es una transferencia autónoma que no perturba el estado actual del protocolo EOC en la ATU-C ni en la ATU-R. En la ATU-R, un 1 en este campo indica que el mensaje EOC actual es un mensaje (subordinado) de respuesta de protocolo EOC; un 0 indica que es una transferencia autónoma que no perturba el estado actual del protocolo EOC en la ATU-C ni en la ATU-R. La única transferencia autónoma actualmente definida para ATU-C es la transferencia de datos autónomos que figura en 9.2.3.4. La ATU-R soporta el mensaje "oscilación de extinción" (véase 9.2.5.4) y la transferencia de datos autónomos ascendentes (definida en 9.2.3.4).

#### **9.2.2.5 Campo de información (# 5)**

En el campo de información se pueden codificar, como máximo, 58 códigos operacionales distintos u 8 bits de datos (binarios o en ASCII).

El conjunto de códigos operacionales está limitado a códigos que ofrecen una distancia de Hamming mínima de 2 entre todos los códigos operacionales, y una distancia mínima de 3 entre ciertos códigos esenciales y los demás códigos.

### **9.2.3 Conjuntos de mensajes EOC**

La ATU-C envía mensajes (de instrucción) EOC a la ATU-R para efectuar ciertas funciones. Algunas de ellas necesitan la ATU-R para activar cambios en los circuitos (por ejemplo, para enviar bits CRC que están corrompidos). Otras funciones que pueden invocarse son la lectura de registros de datos localizados en la ATU-R y la escritura en esos mismos registros. Se utilizan registros de datos para la lectura de parámetros de la ATU-R relacionados con la comprobación de estados o de la calidad de funcionamiento, o para ampliaciones de mantenimiento limitadas a la red de distribución de cable o módulos de servicio de la CI.

Algunas son instrucciones "de enganche", es decir, será necesaria una instrucción posterior para liberar la ATU-R de ese estado. Por consiguiente, pueden efectuarse simultáneamente múltiples acciones iniciadas en el EOC de la ADSL. Se utiliza una instrucción separada, "Retorno al estado normal" para liberar todos los estados de enganche. Esta instrucción puede utilizarse también para llevar el sistema ADSL a un estado conocido, el estado de reposo, cuando no hay ninguna instrucción activa en la localización ATU-R. Para mantener el estado de enganche, se enviará la instrucción "Estado de retención" a fin de llevar el sistema ADSL a un estado conocido, el estado de reposo.

La ATU-C envía siempre los mensajes EOC, y la ATU-R reconoce que ha recibido correctamente un mensaje devolviéndolo en eco o enviando un mensaje de respuesta.

Hay cuatro tipos de mensajes EOC:

- mensajes EOC bidireccionales: son enviados por la ATU-C. Deben ser devueltos en eco por la ATU-R como indicación de una correcta recepción y requieren un código operacional;
- mensajes (en sentido descendente) de la ATU-C a la ATU-R: son enviados por la ATU-C. No son devueltos en eco por la ATU-R y requieren un código operacional;
- mensajes (en sentido ascendente) de la ATU-R a la ATU-C: son enviados por la ATU-R. No son devueltos en eco por la ATU-C y requieren un código operacional; estos mensajes son respuestas al protocolo EOC para instrucciones en sentido descendente o un mensaje autónomo como "oscilación de extinción" (es decir, no solicitado);
- transferencias de datos autónomos: son enviadas por la ATU-C o por la ATU-R. No son solicitados, si devueltos en eco, ni se acusa su recibo en la capa EOC; no utilizan un código operacional y no afectan el estado de protocolo EOC.

En el cuadro 9-2 se resumen todos los mensajes EOC y sus códigos operacionales.

**Cuadro 9-2/G.992.1 – Códigos operacionales del mensaje EOC**

Notación hexadecimal (Nota 1)	Significado del código operacional	Sentido (Nota 2)	Abreviaturas y siglas en inglés
01 <sub>16</sub>	Estado de retención	d/a	HOLD
F0 <sub>16</sub>	Retorno al estado normal de todas las condiciones activas	d/a	RTN
02 <sub>16</sub>	Ejecución de "autocomprobación"	d/a	SLFTST
04 <sub>16</sub>	Imposible cumplir (UTC)	a	UTC
07 <sub>16</sub>	Petición de CRC corrompida	d/a	REQCOR (enganche)
08 <sub>16</sub>	Petición de fin de CRC corrompida	d/a	REQEND
0B <sub>16</sub>	Notificación de CRC corrompida	d/a	NOTCOR (enganche)
0D <sub>16</sub>	Notificación de fin de CRC corrompida	d/a	NOTEND
0E <sub>16</sub>	Fin de datos	d/a	EOD
10 <sub>16</sub>	Byte siguiente	d	NEXT
13 <sub>16</sub>	Petición actualización de parámetros de prueba	d/a	REQTPU
20 <sub>16</sub> , 23 <sub>16</sub> , 25 <sub>16</sub> , 26 <sub>16</sub> , 29 <sub>16</sub> , 2A <sub>16</sub> , 2C <sub>16</sub> , 2F <sub>16</sub> , 31 <sub>16</sub> , 32 <sub>16</sub> , 34 <sub>16</sub> , 37 <sub>16</sub> , 38 <sub>16</sub> , 3B <sub>16</sub> , 3D <sub>16</sub> , 3E <sub>16</sub>	Escritura de números de registro de datos 0-F	d/a	WRITE
40 <sub>16</sub> , 43 <sub>16</sub> , 45 <sub>16</sub> , 46 <sub>16</sub> , 49 <sub>16</sub> , 4A <sub>16</sub> , 4C <sub>16</sub> , 4F <sub>16</sub> , 51 <sub>16</sub> , 52 <sub>16</sub> , 54 <sub>16</sub> , 57 <sub>16</sub> , 58 <sub>16</sub> , 5B <sub>16</sub> , 5D <sub>16</sub> , 5E <sub>16</sub>	Lectura de números de registro de datos 0-F	d/a	READ
19 <sub>16</sub> , 1A <sub>16</sub> , 1C <sub>16</sub> , 1F <sub>16</sub>	Protocolos patentados del proveedor	d/a	
E7 <sub>16</sub>	Oscilación de extinción	a	DGASP
15 <sub>16</sub> , 16 <sub>16</sub> , 80 <sub>16</sub> , 83 <sub>16</sub> , 85 <sub>16</sub> , 86 <sub>16</sub> , 89 <sub>16</sub> , 8A <sub>16</sub> , 8C <sub>16</sub> , 8F <sub>16</sub>	Códigos no definidos		Estos códigos se reservan para una futura utilización y no se utilizarán con ninguna finalidad

NOTA 1 – Los valores de los códigos operacionales se indican en notación hexadecimal (MSB a la izquierda, LSB a la derecha) y se establece la correspondencia del MSB con el bit eoc13 y del LSB con el bit eoc6 (véase el cuadro 9-1). Los valores garantizan una distancia de Hamming mínima de:

- 2 entre todos los códigos operacionales (que requiere la paridad impar para todos los códigos esenciales excepto 2);
- 3 entre el código "Retorno al estado normal" (o "en reposo") y todos los demás códigos; y
- 3 entre el código "Oscilación de extinción" y todos los demás códigos.

NOTA 2 – Los tres tipos de mensajes se identifican como:

- mensajes bidireccionales d/a (sentido descendente/sentido ascendente) (9.2.3.1);
- d (sentido descendente): mensajes de la ATU-C a la ATU-R (9.2.3.2);
- a (sentido ascendente): mensajes de la ATU-R a la ATU-C (9.2.3.3).

### 9.2.3.1 Mensajes EOC bidireccionales

Los mensajes que pueden *ser* enviados por la ATU-C y devueltos en eco por la ATU-R como indicación de una correcta recepción son los siguientes (con sus nombres abreviados en inglés y los códigos de operación hexadecimales entre paréntesis):

- *Estado de retención:* (HOLD, 01<sub>16</sub>). Este mensaje indica a la ATU-R que debe mantener el procesador de EOC de la ATU-R y cualquier operación activa controlada por el EOC de la ADSL (tales como las instrucciones de bloqueo) en su estado actual.
- *Retorno al estado normal (Código de reposo):* (RTN, F0<sub>16</sub>). Este mensaje libera todas las operaciones pendientes controladas por el EOC (condiciones de enganche) en la ATU-R y devuelve el procesador de EOC de la ADSL a su estado inicial. Este código es también el mensaje enviado durante los estados de reposo.
- *Petición de CRC corrompida:* (REQCOR, 07<sub>16</sub>). Este mensaje pide a la ATU-R que envíe CRC corrompidas a la ATU-C hasta que sean canceladas por el mensaje "Petición fin de CRC corrompida" o "Retorno al estado normal". Para que se puedan efectuar simultáneamente múltiples acciones iniciadas en el EOC de la ADSL, será bloqueada la instrucción "Petición de CRC corrompida".
- *Petición de fin de CRC corrompida:* (REQEND, 08<sub>16</sub>). Este mensaje solicita a la ATU-R que detenga el envío de las CRC corrompidas hacia la ATU-C.
- *Notificación de CRC corrompida:* (NOTCOR, 0B<sub>16</sub>). Este mensaje informa a la ATU-R que las CRC corrompidas intencionalmente serán enviadas de la ATU-C hasta que se indique su cancelación con los mensajes "Notificación de fin de CRC corrompida" o "Retorno al estado normal".
- *Notificación de fin de CRC corrompida:* (NOTEND, 0D<sub>16</sub>). Este mensaje informa a la ATU-R que la ATU-C ha detenido el envío de CRC corrompidas.
- *Ejecución de autocomprobación:* (SLFTST, 02<sub>16</sub>). Este mensaje pide a la ATU-R que ejecute una autocomprobación, cuyo resultado se almacenará en un registro de la ATU-R. Tras la autocomprobación de la ATU-R, la ATU-C leerá los resultados de la comprobación desde el registro ATU-R.
- *Recepción/escritura de datos (Registro #):* (WRITE, véase el cuadro 9-2). Este mensaje ordena a la ATU-R que introduzca el estado de protocolo escritura de datos, reciba los datos, y los anote en el registro especificado por el código operacional.
- *Lectura/envío de datos (Registro #):* (READ, véase el cuadro 9-2). Este mensaje ordena a la ATU-R que introduzca el estado de protocolo lectura de datos, lea los datos del registro especificado por el código operacional, y los transmita a la ATU-C.
- *Fin de datos:* (EOD, 0E<sub>16</sub>). Este mensaje es enviado por la ATU-C después de haber enviado todos los bytes de datos a la ATU-R (véase la nota).
- *Petición de actualización de parámetros de prueba:* (REQTPU, 13<sub>16</sub>). Este mensaje pide a la ATU-R que actualice el conjunto de parámetros de prueba definido en 9.3.1.4 y 9.3.4.1. Los parámetros de prueba soportados por la ATU-R serán actualizados durante los 10 segundos posteriores a la recepción de la petición. A partir de ese momento, la ATU-C puede efectuar la lectura de los parámetros de prueba actualizados.
- *Códigos operacionales patentados del proveedor:* (VPC, 19<sub>16</sub>, 1A<sub>16</sub>, 1C<sub>16</sub>, 1F<sub>16</sub>). Se han reservado cuatro códigos operacionales para uso exclusivo del proveedor. La ATU-C leerá el registro de código (identificación) ID de proveedor de la ATU-R para garantizar la compatibilidad entre las ATU antes de utilizar los códigos operacionales patentados.
- *Códigos de instrucciones no definidos:* Todos los códigos de instrucciones no definidos se reservan para una futura utilización y no se emplearán con ninguna finalidad.

NOTA – Este mensaje tiene un significado ligeramente distinto cuando es enviado por la ATU-R, tal como se define en 9.2.5.3.2.

### 9.2.3.2 Mensajes de la ATU-C a la ATU-R

El mensaje que sólo puede ser enviado por la ATU-C es:

- *Byte siguiente*: (NEXT, 10<sub>16</sub>). Este mensaje es enviado repetidamente por la ATU-C (que hace bascular el bit 4 para datos de múltiples bytes hasta que se hayan enviado todos los datos) mientras se encuentra en el estado de protocolo lectura de datos (es decir, después de que la ATU-R ha acusado recibo de la instrucción *Recepción/Escritura de datos*).

### 9.2.3.3 Mensajes de la ATU-R a la ATU-C

Los mensajes adicionales que pueden ser enviados únicamente por la ATU-R son los siguientes:

- *Imposible cumplir el acuse de recibo*: (UTC, 04<sub>16</sub>). La ATU-R enviará este mensaje cuando reciba un mensaje EOC de ADSL que no puede ejecutar porque no reconoce ni aplica la instrucción o bien porque ésta es imprevista, dado el estado actual de la interfaz EOC de ADSL. Una instrucción imprevista es, por ejemplo, la que indica que el campo de información contiene datos pero no estaba precedida por una instrucción "Escritura de datos";
- *Fin de datos*: (EOD, 0E<sub>16</sub>). Este mensaje es enviado por la ATU-R:
  - en respuesta a un mensaje "Byte siguiente" de la ATU-C recibido después de que se han leído todos los bytes del registro ATU-R que se está utilizando; o
  - en respuesta a un mensaje de la ATU-C que contiene un byte de datos después de que se han anotado todos los bytes en el registro ATU-R que se está utilizando.
- *Oscilación de extinción*: (DGASP, E7<sub>16</sub>). Es el único mensaje autónomo (es decir, no solicitado) que puede enviar la ATU-R; véase 9.2.5.4.
- *Códigos operacionales patentados del proveedor*: (VPC, 19<sub>16</sub>, 1A<sub>16</sub>, 1C<sub>16</sub>, 1F<sub>16</sub>). Se han reservado cuatro códigos operacionales para uso exclusivo del proveedor.

### 9.2.3.4 Transferencias de datos autónomos

Se trata de transferencias de datos no solicitados que pueden ser iniciadas por la ATU-C o por la ATU-R. A diferencia de los mensajes de protocolo EOC normales, las transferencias de datos autónomos no requieren devolución en eco (acuse de recibo) en la capa EOC ni repetición. Este criterio poco exigente para la transferencia de datos permite intercambios de gestión no solicitados de alta velocidad ( $32 \times 8 \times 4/68 = 15$  kbit/s) entre la ATU-C y la ATU-R sin afectar los estados de protocolo EOC actuales.

Las transferencias de datos autónomos pueden insertarse independientemente del estado del diagrama de estados EOC. Una transferencia de datos autónomos no cambiará el estado de protocolo mensaje/respuesta en eco EOC ni puede computarlo como respuesta a cualquier mensaje de protocolo ATU-C. Una transferencia de datos autónomos permite el transporte de un byte de datos y no exige el protocolo mensaje/respuesta en eco EOC repetitivo. Las transferencias consecutivas de datos autónomos pueden enviarse en cuanto estén disponibles los pares de bytes "rápidos" para mensajes EOC. El flujo de transferencia de datos autónomos puede interrumpirse en cualquier momento para mensajes EOC bidireccionales de la ATU-C a la ATU-R o de la ATU-R a la ATU-C. La ATU-C formateará todas las transferencias de datos autónomos (a la ATU-R) con el campo de dirección (# 1) puesto a 00<sub>2</sub> (dirección de ATU-R); el campo de datos (# 2), a 0 (datos); el campo de paridad de bytes (# 3), a 1; el campo de mensaje autónomo (# 4), a 0 (autónomo), y se utilizará el campo de información (# 5) para 8 bits de datos. El ATU-R formateará todas las transferencias de datos autónomos (a la ATU-C) con el campo de dirección (# 1) puesto a 11<sub>2</sub> (dirección de ATU-C);

el campo de datos (# 2), a 0 (datos); el campo de paridad de byte (# 3), a 1; el campo de mensaje autónomo (# 4), a 0 (autónomo), y se utilizará el campo de información (# 5) para 8 bits de datos.

#### 9.2.4 Registros de datos en la ATU-R

Los registros de la ATU-R se definirán del modo siguiente:

- ID de proveedor ATU-R: 8 bytes (véase 9.3.3/G.994.1).
- Número de revisión de ATU-R: queda a discreción del proveedor.
- Número de serie de ATU-R (32 bytes): el formato del número de serie de ATU-R queda a discreción del proveedor.
- Resultados de la autocomprobación: el byte más significativo de los resultados de la autocomprobación será  $00_{16}$  si se ha aprobado dicha comprobación y  $01_{16}$  si ha fracasado (el significado de "fracaso" queda a discreción del proveedor); se reservan otros valores para una futura utilización. La longitud y sintaxis del resto de resultados queda también a discreción del proveedor.
- Atenuación de línea (1 byte): la atenuación de línea se define en 9.5.1.
- Margen SNR (1 byte): el margen de la SNR se define en 9.5.1.
- Configuración de ATU-R (30 bytes): los datos de la configuración de ATU-R, tal como se definen en 8.4 y en el cuadro 10-9 se leerán (1 byte para cada variable) en el orden siguiente:
  - descendente  $B_F(AS0)$ ,  $B_I(AS0)$ ,  $B_F(AS1)$ ,  $B_I(AS1)$ ,  $B_F(AS2)$ ,  $B_I(AS2)$ ,  $B_F(AS3)$ ,  $B_I(AS3)$ ;
  - descendente  $B_F(LS0)$ ,  $B_I(LS0)$ ,  $B_F(LS1)$ ,  $B_I(LS1)$ ,  $B_F(LS2)$ ,  $B_I(LS2)$ , reservado;
  - ascendente  $B_F(LS0)$ ,  $B_I(LS0)$ ,  $B_F(LS1)$ ,  $B_I(LS1)$ ,  $B_F(LS2)$ ,  $B_I(LS2)$ , reservado;
  - descendente  $RS_F$ ,  $RS_I$ , S, D ( $RS_F = R_F$ ,  $RS_I = R_I/S$ );
  - ascendente  $RS_F$ ,  $RS_I$ , S, D ( $RS_F = R_F$ ,  $RS_I = R_I/S$ ).

Ambos bytes reservados se colocarán en  $00_{16}$ .

En el cuadro 9-3 se resumen los registros de datos ATU-R y sus aplicaciones.

**Cuadro 9-3/G.992.1 – Registros de datos de la ATU-R**

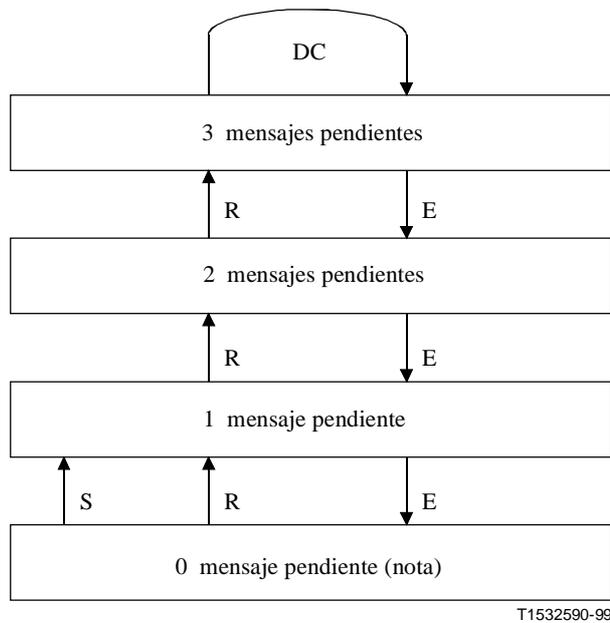
Número de registro	Utilización	Longitud	Descripción
0 <sub>16</sub>	Lectura (R)	8 bytes (véase 9.3.3/G.994.1)	ID de proveedor de ATU-R
1 <sub>16</sub>	Lectura	A discreción del proveedor	Número de versión de ATU-R menos uno
2 <sub>16</sub>	Lectura	32 bytes	Número de serie de ATU-R
3 <sub>16</sub>	Lectura	A discreción del proveedor	Resultados de la autocomprobación
4 <sub>16</sub>	Lectura/escritura (R/W)	A discreción del proveedor	A discreción del proveedor
5 <sub>16</sub>	Lectura/escritura	A discreción del proveedor	A discreción del proveedor
6 <sub>16</sub>	Lectura	1 byte	Atenuación de línea
7 <sub>16</sub>	Lectura	1 byte	Margen de la SNR
8 <sub>16</sub>	Lectura	30 bytes	Configuración de ATU-R (véanse 8.4 y la nota 1)
9 <sub>16</sub> -F <sub>16</sub>	Reservado	Reservado	(Nota 2)
<p>NOTA 1 – En los registros se leerá primero el byte más significativo.</p> <p>NOTA 2 – Los registros 9 a F quedan en reserva para una futura utilización; si se le pide que escriba a uno de estos registros o que los lea, la ATU-R responderá UTC (imposible cumplir).</p>			

### 9.2.5 Estados de protocolo EOC

El protocolo EOC de ADSL funciona con una instrucción repetitiva y en modo respuesta. La ATU-C actúa como unidad principal y envía mensajes de instrucciones; la ATU-R actúa como unidad subordinada y responde a los mensajes enviados por la ATU-C. Antes de que se inicie una acción (en la ATU-C y en la ATU-R) serán recibidos tres mensajes consecutivos idénticos correctamente dirigidos (es decir, no se recibe ningún otro mensaje EOC entre ellos). En cualquier momento quedarán pendientes (es decir, sin acuse de recibo) únicamente una instrucción y tres o menos mensajes, bajo el control de la ATU-C.

NOTA – Esta restricción aplicada al número de mensajes garantiza que una ATU-R con menos posibilidades de insertar tramas EOC en el trayecto ascendente estará en condiciones de acusar recibo de todos los mensajes EOC de la ATU-C.

En la figura 9-1 se muestra el procedimiento para el tratamiento de mensajes pendientes en la ATU-C. Únicamente cuando ya no quedan mensajes pendientes la ATU-C puede enviar un mensaje distinto del mensaje anterior enviado; esto dará como resultado un mensaje pendiente. Si están pendientes uno o dos mensajes, la ATU-C puede repetir únicamente el mensaje anterior enviado asegurando así que todos los mensajes pendientes serán idénticos.



S = Enviar nuevo mensaje  
R = Repetir último mensaje  
E = Mensaje EOC recibido  
DC = Código ficticio

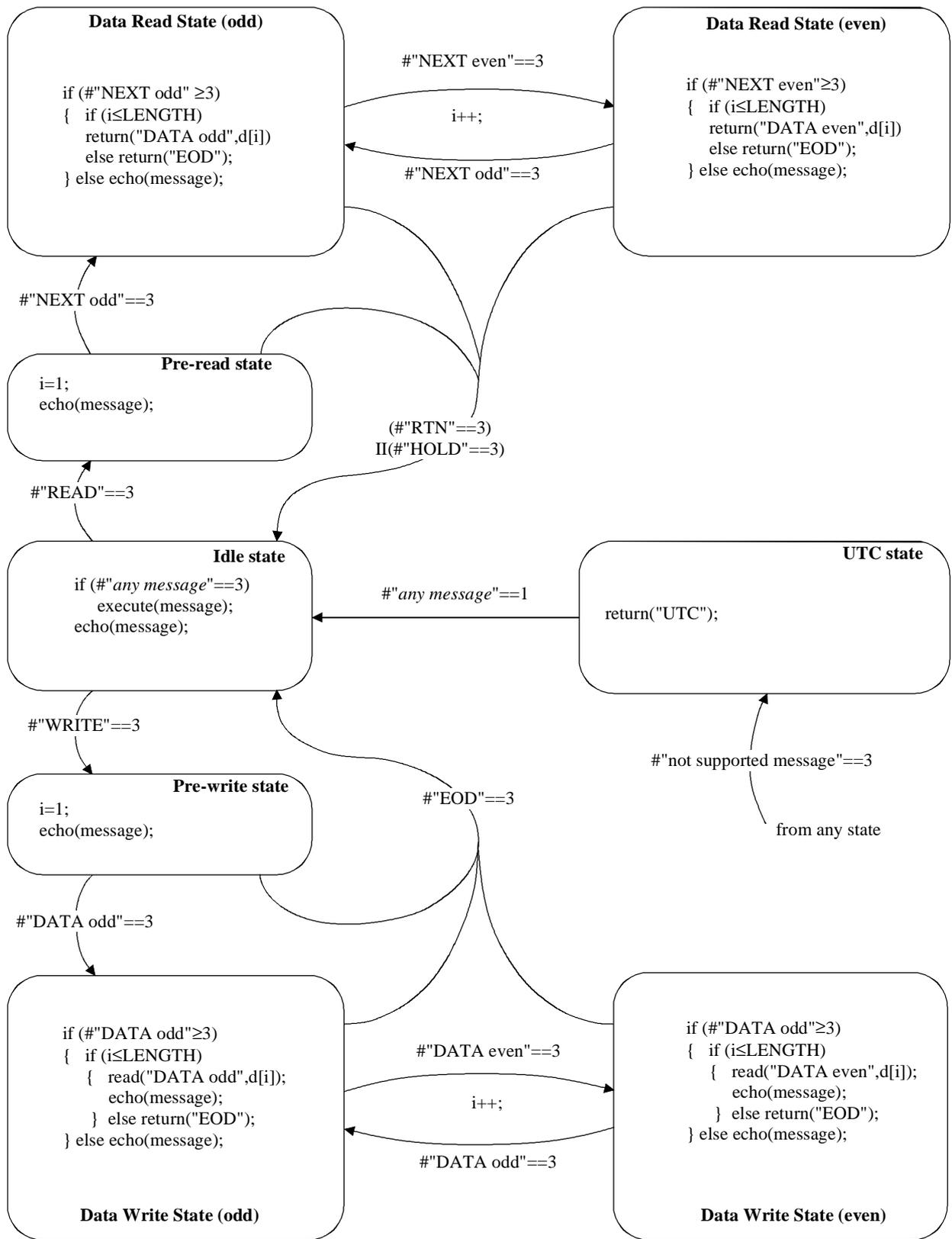
NOTA – Inmediatamente después de la inicialización, la ATU-C no tendrá ningún mensaje pendiente.

**Figura 9-1/G.992.1 – Diagrama de estados de la ATU-C para mensajes EOC pendientes**

Para E, R y S serán considerados todos los mensajes EOC con el bit 5 puesto a "1". Los demás mensajes EOC no ocasionarán un cambio de estado en el diagrama de estados EOC.

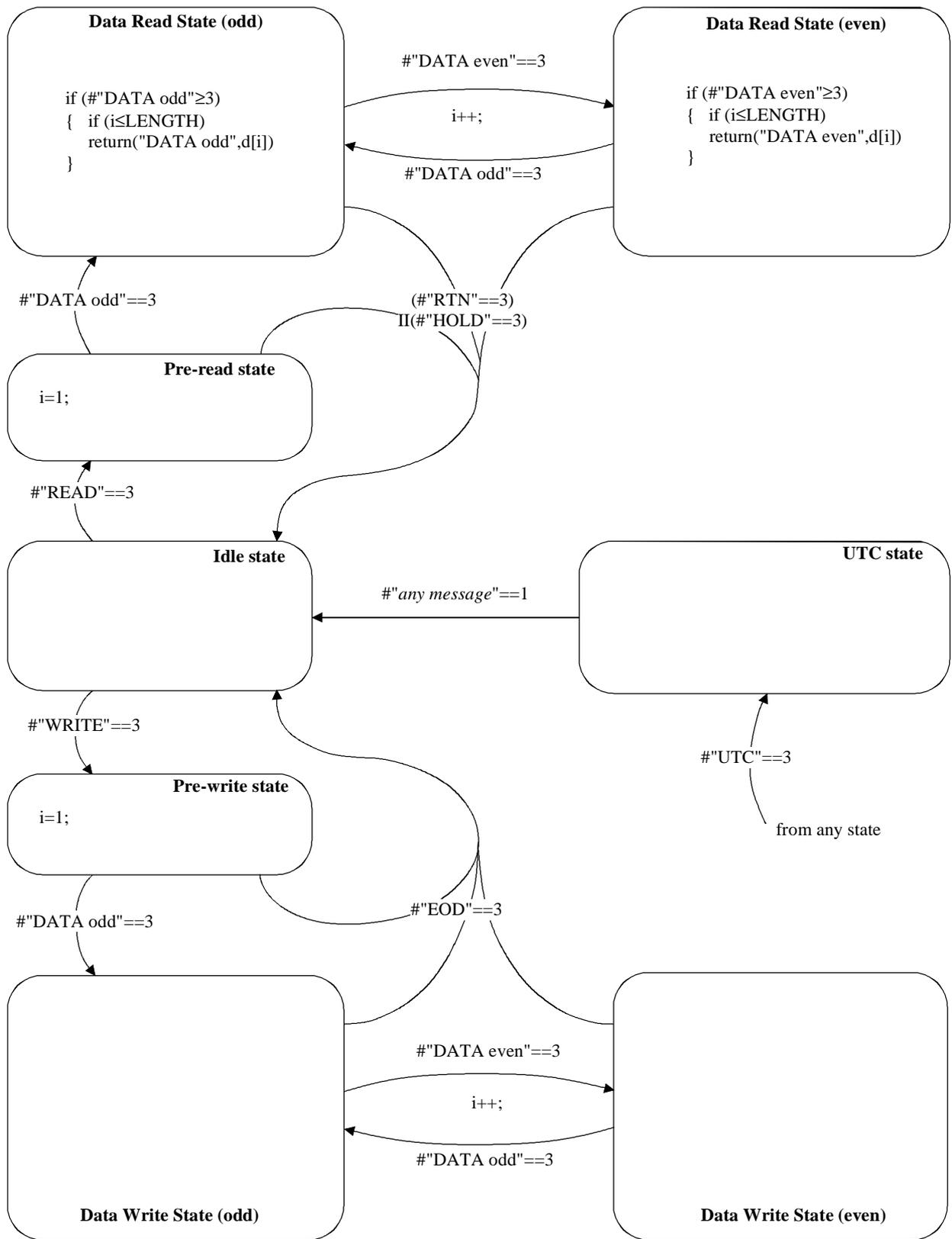
Siempre que haya tres mensajes pendientes, la ATU-C detendrá el envío de mensajes y rellenará la anchura de banda EOC disponible con bytes de control de sincronización ficticios (véase 7.4.1.1). Tras la recepción de uno o más acuses de recibo (ecos) de la ATU-R, se podrá reanudar el envío de mensajes. Sólo quedará pendiente una instrucción por vez. Por lo tanto, todos los mensajes pendientes serán idénticos. Para tratar los mensajes que no son devueltos en eco por la ATU-R (por ejemplo, los mensajes eliminados de la línea debido al ruido impulsivo y, por lo tanto, pendientes), la ATU-C implementará un mecanismo de recuperación de errores adecuado. Este mecanismo no afecta el interfuncionamiento y, por lo tanto, está fuera del alcance de esta Recomendación.

Los diagramas de estados del protocolo EOC de la ATU-R y la ATU-C serán los indicados en las figuras 9-2 y 9-3, respectivamente.



T1532600-99

Figura 9-2/G.992.1 – Diagrama de estados del receptor EOC en la ATU-R



T1532610-99

Figura 9-3/G.992.1 – Diagrama de estados del receptor EOC en la ATU-C

Los siguientes elementos registrarán los cambios de estado mostrados en las figuras 9-2 y 9-3:

- 1) Los cambios de estados de protocolo se efectúan sobre la base de los mensajes recibidos. En la ATU-C, los mensajes recibidos son respuestas de la ATU-R a los mensajes enviados de la ATU-C. Según el estado de protocolo del receptor ATU-C, el conjunto de mensajes del transmisor ATU-C puede estar limitado. Corresponde al transmisor ATU-C organizar y enviar una secuencia de mensajes de tal forma que se logra la respuesta adecuada de la ATU-R sobre la base de los diagramas de estados de protocolo del receptor.
- 2) (*#"message"==N*) es verdadero si, y únicamente si, los mensajes N previamente recibidos son idénticos (es decir, los 13 bits son iguales) y están correctamente dirigidos (es decir, tienen la misma dirección ATU-R). (*#"message"==1*) significa que el mensaje más reciente recibido es distinto (en por lo menos uno de los 13 bits) con respecto al mensaje inmediatamente anterior y está correctamente dirigido.
- 3) Se considerará en primer lugar el cambio a otro estado (basado en el mensaje recibido), luego se ejecutará el (mismo o nuevo) estado. En la ATU-R la ejecución de instrucciones en el estado de reposo será la descrita en 9.2.5.3 (invocando enganche, desenganche o autocomprobación).
- 4) Todos los mensajes EOC con el bit 5 puesto a "1" se considerarán mensajes recibidos y ocasionarán un mensaje de respuesta EOC en la ATU-R. Otros mensajes EOC no ocasionarán un cambio de estado en el diagrama de estados EOC ni un mensaje de respuesta EOC en la ATU-R.

Las respuestas permitidas de la ATU-R corresponden a las tres categorías siguientes:

- estado de protocolo mensaje/respuesta en eco: estado de reposo y estado EXE;
- estado de protocolo mensaje imposible cumplir respuesta: estado UTC;
- estado de protocolo mensaje/respuesta de datos: estado lectura de datos y estado escritura de datos (los estados escritura de datos incluyen los estados lectura previa, lectura de datos impares y lectura de datos pares) (el estado escritura de datos incluye los estados escritura previa, escritura de datos impares y escritura de datos pares).

Además de estos estados, se autorizará que la ATU-R envíe un mensaje autónomo a la ATU-C para indicar "oscilación de extinción". Este mensaje no cambia el estado de protocolo ni se computa como una respuesta a cualquier mensaje ATU-C; no obstante, otras acciones (por ejemplo, una reiniciación automática en la ATU-C) adoptadas como resultado de la recepción de este mensaje puede conducir a un cambio de estado (por ejemplo, retorno al estado de reposo).

El protocolo EOC introducirá el estado de protocolo mensaje/respuesta en eco (estado de reposo) cuando tenga lugar la transición de la ATU de la secuencia de inicialización y acondicionamiento a la transmisión de estado constante. Para causar la acción deseada en la ATU-R, la ATU-C repetirá el mensaje (sin sobrepasar el límite de mensajes pendientes) hasta que reciba tres ecos de mensaje EOC consecutivos idénticos desde la ATU-R. Esto completa la instrucción y el protocolo de respuesta; no obstante, a partir de ese momento, la ATU-C puede continuar enviando el mismo mensaje. La instrucción y el protocolo de respuesta para ese mensaje deben quedar completos antes de que se pueda enviar un nuevo mensaje (con una nueva instrucción), que puede inducir a un estado de protocolo distinto en la ATU-R.

Según el estado en que se encuentre la ATU-R, se aceptarán diversos conjuntos limitados de mensajes EOC. Estos conjuntos serán los indicados en el cuadro 9-4. La recepción de otros mensajes no aplicables dará como resultado una respuesta UTC (imposible cumplir) a la ATU-C.

**Cuadro 9-4/G.992.1 – Mensajes EOC aceptables en la ATU-R**

Estado de la ATU-R	Mensajes EOC aceptables en la ATU-R			
Reposo	todos los mensajes aceptables			
UTC	todos los mensajes aceptables			
Lectura previa de datos	Lectura	SIGUIENTE impar	RTN	HOLD
Lectura de datos impares, pares	SIGUIENTE impar	SIGUIENTE par	RTN	HOLD
Escritura previa de datos	ESCRITURA	DATOS pares	EOD	
Escritura de datos pares, impares	DATOS impares	DATOS impares	EOD	

### 9.2.5.1 Estado de protocolo mensaje/respuesta en eco

Este estado es idéntico al estado de reposo indicado en las figuras 9-2 y 9-3.

Para iniciar una acción en la ATU-R, la ATU-C enviará en primer lugar mensajes EOC con el código operacional de datos puesto a "1" y con el código operacional del mensaje adecuado en el campo de información.

La ATU-R iniciará la acción cuando, y únicamente cuando, se hayan recibido tres tramas EOC consecutivas, idénticas y correctamente dirigidas que contengan un mensaje reconocido por la ATU-R. La ATU-R responderá a todos los mensajes recibidos. La respuesta será un eco del mensaje EOC de ADSL recibido. La combinación de la ATU-C que envía una trama EOC de ADSL y la ATU-R que devuelve en eco la trama comprende el estado de protocolo mensaje respuesta en eco.

Para que la ATU-C confirme la correcta recepción del mensaje enviado por la ATU-R, el estado de protocolo EOC de ADSL mensaje/respuesta en eco se repite hasta que el nodo principal recibe tres ecos idénticos y consecutivos. Para la ATU-C esto sirve como reconocimiento implícito de que la ATU-R ha recibido correctamente el mensaje transmitido y está actuando. Esto completa el modo de protocolo mensaje/respuesta en eco.

Debido a que las tramas EOC se insertan en las tramas ADSL únicamente cuando está disponible el byte adecuado, la cantidad de tiempo necesario para completar un mensaje en condiciones sin error dependerá del algoritmo de control de sincronización del proveedor, del número de señales asignadas a la memoria tampón de datos rápidos y de las velocidades de dichas señales.

La ATU-C envía continuamente el mensaje de activación tras la recepción de los tres ecos válidos, o alternativamente, puede enviar el mensaje "estado de retención". Si el mensaje era una de las instrucciones de enganche, la ATU-R mantendrá la condición ordenada hasta que la ATU-C envíe la instrucción adecuada que pone fin a la condición de enganche específica o hasta que la ATU-C envíe la instrucción "retorno a estado normal" (en cuyo momento deben darse por terminadas todas las condiciones de bloqueo en la ATU-R).

### 9.2.5.2 Estado de protocolo mensaje/respuesta imposible cumplir

Cuando la ATU-R no soporta un mensaje que ha recibido tres veces consecutivas y de forma idéntica, responderá con el mensaje respuesta EOC de ADSL imposible cumplir (UTC, *unable-to-comply*) con su propia dirección en lugar de un tercer eco idéntico y consecutivo. De este modo, la ATU-R pasará al estado de protocolo mensaje/respuesta UTC.

La transmisión de la ATU-R y la recepción de la ATU-C de tres mensajes UTC idénticos, consecutivos y correctamente dirigidos constituyen para la ATU-C una notificación de que la ATU-R no soporta la función solicitada, en cuyo momento la ATU-C puede abandonar el intento.

### 9.2.5.3 Estado de protocolo mensaje/respuesta de datos

La ATU-C puede escribir datos en la memoria de la ATU-R o bien leer los datos almacenados en ella.

#### 9.2.5.3.1 Protocolo de lectura de datos

Para leer los datos de la ATU-R, la ATU-C enviará un mensaje de código operacional de lectura adecuado a la ATU-R que especifica el registro que se ha de leer. Tras recibir, como mínimo, tres acuses de recibo idénticos y consecutivos, la ATU-C pedirá que la ATU-R envíe el primer byte transmitiendo mensajes "byte siguiente" con el bit 4 puesto a "1", lo cual indica la petición de un byte "impar". La ATU-R responderá a estos mensajes "byte siguiente" devolviéndolos en eco hasta que reciba tres mensajes consecutivos, idénticos y correctamente dirigidos. Comenzando por la tercera recepción, la ATU-R responderá enviando el primer byte del registro en el campo de información de una trama EOC de ADSL con el bit 4 puesto a "1" para que indique "byte impar" y con el bit 3 puesto a "0" para que indique que la trama EOC es una trama de datos (en oposición a una trama que contiene un código operacional en el campo de información). La ATU-C sigue enviando el mensaje "byte siguiente" con el bit 4 fijado en "byte impar", y la ATU-R sigue respondiendo con una trama de datos que contiene el primer byte de datos y el bit 4 iguales a "byte impar", hasta que la ATU-C haya recibido, como mínimo, tres tramas de datos consecutivas, idénticas y correctamente dirigidas con el bit 4 colocado en "byte impar".

Si hay que leer más datos, la ATU-C pedirá el segundo byte de datos enviando mensajes "byte siguiente" con el bit 4 puesto a "0" ("byte par"). La ATU-R devuelve en eco todos los mensajes recibidos hasta que se hayan recibido tres mensajes "byte siguiente", y en el tercer mensaje "byte siguiente" consecutivo, idéntico y correctamente dirigido, la ATU-R comienza a enviar tramas de datos que contienen el segundo byte del registro con el bit 4 fijado en "byte par". La ATU-C continúa enviando el mensaje "byte siguiente" con el bit 4 fijado en "byte par", y la ATU-R sigue respondiendo con una trama de datos que contiene el segundo byte de datos y el bit 4 fijado en "byte par".

El proceso continúa para el tercer byte y todos los bytes siguientes con basculación del valor del bit 4 de "byte impar" a "byte par" o viceversa, en cada byte sucesivo. Cada vez que bascula el bit 4, la ATU-R devuelve en eco dos tramas correctas, e inicia el envío de la trama de datos en la tercera recepción. El proceso termina una vez que se han leído todos los datos del registro.

Para continuar la lectura de datos, una vez que la ATU-R se encuentra en el estado lectura de datos pares o impares, el único mensaje que la ATU-C puede enviar es el mensaje "byte siguiente" con basculación del bit 4. Para terminar irregularmente el modo lectura de datos, la ATU-C envía los mensajes "estado de retención" o "retornar a estado normal", según haya o no que conservar algún estado de enganche. Si la ATU-R recibe algún otro mensaje tres veces consecutivas, en forma idéntica y correctamente dirigido mientras está en el estado lectura de datos impares o pares, pasará al estado UTC.

Si una vez que se han leído todos los bytes del registro ATU-R, la ATU-C sigue enviando el mensaje "byte siguiente" con basculación del bit 4, la ATU-R enviará un mensaje "fin de datos" (con el bit 3 puesto a "1" que indica código operacional) comenzando por la tercera recepción.

Para la ATU-C, el modo lectura de datos termina cuando ha recibido el último byte de datos solicitado durante tres veces consecutivas, en forma idéntica y correctamente dirigido, o cuando ha recibido tres mensajes "fin de datos" consecutivos, idénticos y correctamente dirigidos con el bit 3 puesto a "1". La ATU-C y la ATU-R pasarán entonces al estado de reposo con los mensajes "estado de retención" o "retorno a estado normal", y la ATU-R liberará el registro y abandonará el estado lectura de datos tras recibir tres mensajes "estado de retención" o "retorno a estado normal" idénticos, consecutivos y correctamente dirigidos.

### 9.2.5.3.2 Protocolo de escritura de datos

Para anotar datos en la memoria de ATU-R, la ATU-C enviará un mensaje de código operacional "escritura de datos" a la ATU-R que especifica el registro que se ha de anotar. Cuando la ATU-R acusa recibo con tres mensajes devueltos en eco consecutivos, idénticos y correctamente dirigidos, la ATU-C envía el primer byte de datos. La ATU-R acusará recibo del byte con un eco del mensaje. Después que la ATU-C queda satisfecha de las tres respuestas en eco idénticas, consecutivas y correctamente dirigidas, comenzará a enviar el byte de datos siguiente. Cada vez que la ATU-C recibe, como mínimo, tres respuestas en eco de datos idénticos, consecutivos y correctos, efectuará una conmutación y enviará el próximo byte de datos. Por consiguiente, hará también bascular el bit "impar/par". (En el modo escritura de datos no se utilizan mensajes "byte siguiente".) La ATU-C dará por terminado el modo escritura con el mensaje "fin de datos" indicando a la ATU-R que libere el registro y vuelva al estado de reposo.

Para seguir anotando datos, una vez que la ATU-R se encuentra en el estado escritura de datos impares o pares, el único mensaje que la ATU-C puede enviar es el mensaje "byte de datos" con el bit 3 puesto a "0" y con basculación del bit 4 o, para dar por terminado irregularmente el estado escritura de datos, la ATU-C puede efectuar una conmutación al mensaje "EOD". Si la ATU-R recibe cualquier otro mensaje durante tres veces consecutivas, en forma idéntica y correctamente dirigido mientras se encuentra en el estado escritura de datos, pasará al estado UTC.

Si una vez que se han anotado todos los bytes en el registro ATU-R, la ATU-C sigue enviando el byte de datos siguiente, la ATU-R enviará un mensaje "fin de datos" (con el bit 3 puesto a "1" que indica código operacional), comenzando por la tercera recepción.

### 9.2.5.4 "Oscilación de extinción"

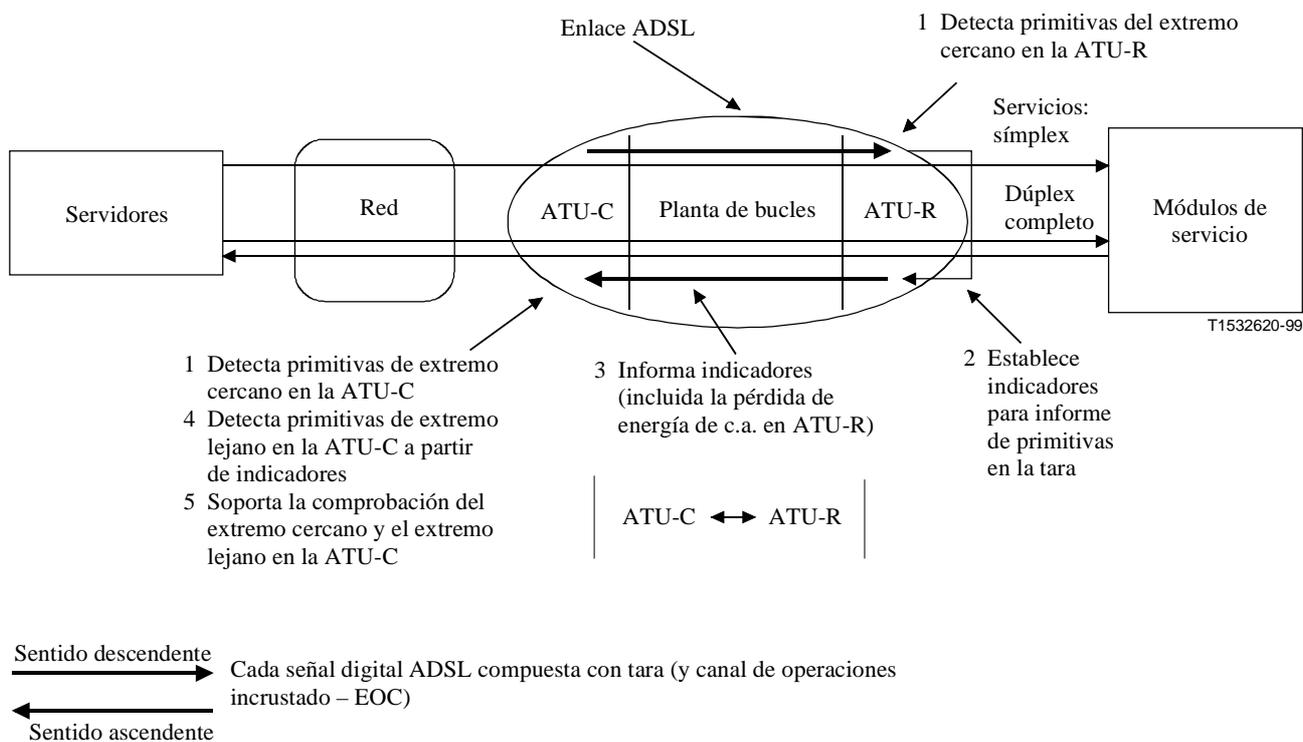
La ATU-R tendrá la capacidad de detectar la interrupción de la energía eléctrica. Tras esa detección de una condición de pérdida de energía (LPR, *loss-of-power*) del extremo cercano (véase 9.3.4.1), la ATU-R insertará mensajes EOC prioritarios en los datos en sentido ascendente de ADSL para aplicar una "oscilación de extinción" como indicador LPR. Este mensaje EOC "oscilación de extinción" tendrá el bit 5 puesto a "0" para indicar mensaje autónomo, el bit 3 puesto a "1" para indicar código operacional y contendrá el código operacional "oscilación de extinción" (véase el cuadro 9-2) en el campo de información.

Se insertarán, como mínimo, seis mensajes EOC oscilación de extinción contiguos en los bytes en sentido ascendente ADSL disponibles siguientes (por lo menos 12) para EOC (véase 8.4.1) comenzando con una trama con números pares, independientemente del número de tramas EOC recibidas en el canal en sentido descendente.

La ATU-C no devolverá una respuesta al mensaje "oscilación de extinción" a la ATU-R. Un indicador LPR está presente en la ATU-C si se reciben, por lo menos, cuatro mensajes "oscilación de extinción" en los últimos 12 bytes en sentido ascendente contiguos disponibles para EOC, comenzando con la trama con números pares (véase la definición de la primitiva pérdida de energía en 9.3.4). El envío del mensaje "oscilación de extinción" no causará el cambio de la ATU-R al estado de protocolo EOC ni la recepción de este mensaje causará un cambio de estado inmediato en la ATU-C.

## 9.3 Comprobación y vigilancia de la calidad de funcionamiento de servicio

Los sistemas ADSL se han diseñado para entregar cabidas útiles de paquetes y células. No obstante, cuando dicho sistema funciona en el modo STM, pueden transportarse trayectos de datos sin células. Las capacidades para la comprobación de la calidad de funcionamiento necesarias para mantener esos trayectos de datos se insertan dentro de los sistemas de paquetes y células. El sistema ADSL soportará los requisitos para la comprobación del trayecto de datos requeridos por la tecnología de cabida útil específica (figura 9-4).



**Figura 9-4/G.992.1 – Vigilancia en servicio del enlace ADSL visto desde la ATU-C**

### 9.3.1 Primitivas relacionadas con la línea ADSL

#### 9.3.1.1 Anomalías en el extremo cercano relacionadas con la línea ADSL

Se definen cuatro anomalías en el extremo cercano:

- **Anomalía de datos intercalados en la corrección de errores hacia delante (FEC-I):** Esta anomalía se produce cuando un código FEC recibido para el tren de datos intercalados indica que se han corregido errores.
- **Anomalía de datos rápidos en la corrección de errores hacia adelante (FEC-F):** Esta anomalía se produce cuando un código FEC recibido para el tren de datos rápidos indica que se han corregido errores.
- **Anomalía de datos intercalados en la verificación por redundancia cíclica (CRC-I):** Esta anomalía se produce cuando un código CRC-8 recibido para el tren de datos intercalados no es idéntico al código generado localmente correspondiente.
- **Anomalía de datos rápidos en la verificación por redundancia cíclica (CRC-F):** Esta anomalía se produce cuando un código CRC-8 recibido para el tren de datos rápido no es idéntico al código generado localmente correspondiente.

#### 9.3.1.2 Anomalías en el extremo lejano relacionadas con la línea ADSL

Del mismo modo, se definen cuatro anomalías en el extremo lejano:

- **Anomalía de datos intercalados en la corrección de errores hacia adelante en el extremo lejano (FFEC-I):** Se trata de una anomalía FEC-I detectada en el extremo lejano que el indicador FECC-I informa una vez por cada supertrama. El indicador FECC-I será puesto a "1" para indicar que no está presente ninguna anomalía FEC-I en la supertrama previa y será puesto a "0" para indicar que, como mínimo, una anomalía FEC-I está presente en la supertrama previa. Se produce una anomalía FFEC-I cuando el indicador FECC-I recibido está puesto a "0" y termina cuando dicho indicador se pone a "1".

- **Anomalía de datos rápidos en la corrección de errores hacia adelante del extremo lejano (FFEC-F):** Se trata de una anomalía FEC-F detectada en el extremo lejano y que el indicador FECC-F informa una vez por cada supertrama. El indicador FECC-F será codificado e informado de la misma forma que el indicador FECC-I. La anomalía FFEC-F se producirá y terminará de la misma forma que la anomalía FEBE-I.
- **Anomalía de datos intercalados de bloque con errores en el extremo lejano (FEBE-I):** Se trata de una anomalía CRC-I detectada en el extremo lejano y que el indicador FEBE-I informa una vez por cada supertrama (véase 7.4.1.1). El indicador FEBE-I se pone a "1" para indicar que no está presente ninguna anomalía CRC-I en la supertrama previa y a "0" para indicar que una anomalía CRC-I está presente en la supertrama previa. Se produce una anomalía FEBE-I cuando el indicador FEBE-I recibido está puesto a "0" y termina cuando dicho indicador está puesto a "1".
- **Anomalía de datos rápidos de bloque con errores en el extremo lejano (FEBE-F):** Se trata de una anomalía CRC-F detectada en el extremo lejano y que el indicador FEBE-F informa una vez por cada supertrama (véase 7.4.1.1). El indicador FEBE-F será codificado e informado de la misma forma que el indicador FEBE-I. La anomalía FEBE-F se producirá y terminará de la misma forma que la anomalía FEBE-I.

### 9.3.1.3 Defectos en el extremo cercano relacionados con la línea ADSL

Se definen dos defectos en el extremo cercano:

- **Defecto de pérdida de la señal (LOS):** La potencia de referencia de un tono piloto se establece promediando la potencia del tono piloto ADSL durante un periodo de 0,1 s después del inicio de la transmisión de datos en estado constante (es decir, después de la inicialización), y se fijará un umbral 6 dB inferior a ésta. Se produce entonces un defecto LOS cuando el nivel de la potencia del tono piloto ADSL recibido, que se promedia durante un periodo de 0,1 s, es más baja que el umbral, y termina cuando, medida de la misma manera, es igual o superior al umbral.
- **Defecto de trama con muchos errores (SEF):** Se produce un defecto SEF cuando el contenido de dos símbolos de sincronización ADSL recibidos consecutivamente no se correlacionan con el contenido previsto en un subconjunto de los tonos. Un defecto SEF termina cuando el contenido de dos símbolos de sincronización ADSL recibidos consecutivamente se correlacionan con los contenidos previstos en el mismo subconjunto. El método de correlación, el subconjunto de tonos seleccionado, y el umbral para declarar estas condiciones de defecto quedan a discreción de la implementación.

Para el anexo C, véase C.6.1.

### 9.3.1.4 Defectos en el extremo lejano relacionados con la línea ADSL

Del mismo modo, se definen dos defectos en el extremo lejano:

- **Defecto de pérdida de la señal (LOS):** Una potencia de referencia se establece promediando la potencia ADSL durante un periodo de 0,1 s y en un subconjunto de tonos después del inicio de la transmisión de datos en estado constante (es decir, después de la inicialización), y se establecerá un umbral a 6 dB inferior a ésta. Se produce entonces un defecto LOS cuando el nivel de la potencia ADSL recibida, que se promedia durante un periodo de 0,1 s y en el mismo subconjunto de tonos, es más baja que el umbral, y termina cuando, medida de la misma manera, es igual o superior al umbral. El subconjunto de tonos en que se promedia la potencia ADSL queda a discreción de la implementación y en la ATU-R puede estar limitada únicamente al tono piloto en sentido descendente.

- **Indicación de defecto distante en el extremo lejano (RDI):** Un defecto RDI es un defecto SEF detectado en el extremo lejano y que el indicador RDI informa una vez por cada supertrama. El indicador RDI (véase 7.4.1.1) se pondrá a "1" para indicar que no está presente ningún defecto SEF en la supertrama previa y se pondrá a "0" para indicar que un defecto SEF está presente en la supertrama previa. Se produce un defecto RDI cuando el indicador RDI recibido está puesto a "0" y termina cuando dicho indicador está puesto a "1".

Para el anexo C, véase C.6.1.2.

### 9.3.2 Primitivas relacionadas con el trayecto de datos STM

Si los datos STM se transportan en la interfaz U, pueden utilizarse diversos tipos de cabida útil de la ADSL. Estos tipos de cabida útil no se especifican en la presente Recomendación y quedarán en estudio. Las primitivas relacionadas con la cabida útil de la ADSL para el transporte STM son específicas para un tipo de cabida útil concreto y también quedarán en estudio.

### 9.3.3 Primitivas relacionadas con el trayecto de datos ATM

#### 9.3.3.1 Anomalías en el extremo cercano relacionadas con el trayecto de datos ATM

Se definen seis anomalías del extremo cercano:

- **Anomalía de datos intercalados sin delimitación de célula (NCD-I):** Esta anomalía se produce inmediatamente después del inicio de la TC de células ATM cuando los datos ATM se asignan a la memoria tampón de datos intercalados y mientras el proceso de delimitación de célula que funciona en estos datos se encuentra en el estado BÚSQUEDA o PRESINCRONIZACIÓN (véase la figura 7-3). Una vez lograda la delimitación de célula, las pérdidas de delimitación de célula subsiguientes serán consideradas anomalías OCD-I.
- **Anomalía de datos rápidos sin delimitación de célula (NCD-F):** Esta anomalía se produce inmediatamente después del inicio de la TC de células ATM cuando los datos ATM se asignan a la memoria tampón de datos rápidos y mientras el proceso de delimitación de célula que funciona en estos datos se encuentra en el estado BÚSQUEDA o PRESINCRONIZACIÓN (véase la figura 7-3). Una vez lograda la delimitación de célula, las pérdidas de delimitación de célula subsiguientes serán consideradas anomalías OCD-F.
- **Anomalía de datos intercalados con delimitación fuera de célula (OCD-I):** Esta anomalía se produce cuando los datos ATM se asignan a la memoria tampón de datos intercalados y el proceso de delimitación de célula que funciona en estos datos pasa del estado SINCRONIZACIÓN al estado BÚSQUEDA (véase la figura 7-3). Una anomalía OCD-I termina cuando el proceso de delimitación de célula pasa del estado PRESINCRONIZACIÓN a SINCRONIZACIÓN o cuando se introduce el estado mantenimiento de defecto LCD-I.
- **Anomalía de datos rápidos con delimitación fuera de célula (OCD-F):** Esta anomalía se produce cuando los datos ATM se asignan a la memoria tampón de datos rápidos y el proceso de delimitación de célula que funciona en estos datos pasa del estado SINCRONIZACIÓN al estado BÚSQUEDA (véase la figura 7-3). Una anomalía OCD-F termina cuando el proceso de delimitación de célula pasa del estado PRESINCRONIZACIÓN a SINCRONIZACIÓN o cuando se introduce el estado de mantenimiento de defecto LCD-F.
- **Anomalía de datos intercalados en el control de errores del encabezamiento (HEC-I):** Esta anomalía se produce cuando una verificación de errores del encabezamiento de la célula ATM fracasa en los datos intercalados (véase 7.2.3.6).
- **Anomalía de datos rápidos en el control de errores del encabezamiento (HEC-F):** Esta anomalía se produce cuando una verificación de errores del encabezamiento de la célula ATM fracasa en los datos rápidos (véase 7.2.3.6).

### 9.3.3.2 Anomalías en el extremo lejano relacionadas con el trayecto de datos ATM

Del mismo modo, se definen seis anomalías en el extremo lejano:

- **Anomalía de datos intercalados sin delimitación de célula en el extremo lejano (FNCD-I):** Se trata de una anomalía NCD-I detectada en el extremo distante y que el indicador NCD-I informa una vez por cada supertrama (véase 7.4.1.1). El indicador NCD-I se pondrá a "1" para indicar que no está presente ninguna anomalía NCD-I, OCD-I ni ningún defecto LCD-I en la supertrama previa y se pondrá a "0" para indicar que, como mínimo, una anomalía NCD-I, OCD-I o un defecto LCD-I están presentes en la supertrama previa. Una anomalía FNCD-I se produce inmediatamente después del inicio de la ATU y termina si el indicador NCD-I recibido se pone a "1".
- **Anomalía de datos rápidos sin delimitación de célula en el extremo distante (FNCD-F):** Se trata de una anomalía NCD-F detectada en el extremo distante y que el indicador NCD-F informa una vez por cada supertrama (véase 7.4.1.1). El indicador NCD-F se codificará e informará de la misma manera que el indicador NCD-I. La anomalía FNCD-F se producirá y terminará de la misma forma que la anomalía FNCD-I.
- **Anomalía de datos intercalados con delimitación fuera de célula en el extremo lejano (FOCD-I):** Se trata de una anomalía OCD-I detectada en el extremo distante y que el indicador NCD-I informa una vez por cada supertrama (véase 7.4.1.1). Se produce una anomalía FOCD-I si no está presente ninguna anomalía FNCD-I y si el indicador NCD-I recibido está puesto a "0". Una anomalía FOCD-I termina si dicho indicador está puesto a "1".
- **Anomalía de datos rápidos con delimitación fuera de célula del extremo lejano (FOCD-F):** Se trata de una anomalía OCD-F detectada en el extremo distante y que el indicador NCD-F informa una vez por cada supertrama (véase 7.4.1.1). La anomalía FOCD-F se producirá y terminará de la misma forma que la anomalía FOCD-I.
- **Anomalía de datos intercalados en el control de errores del encabezamiento en el extremo lejano (FHEC-I):** Se trata de una anomalía HEC-I detectada en el extremo lejano y que el indicador HEC-I informa una vez por cada supertrama (véase 7.4.1.1). El indicador HEC-I se pone a "1" para indicar que no está presente ninguna anomalía HEC-I en la supertrama previa y se pone a "0" para indicar que, como mínimo, una anomalía HEC-I está presente en la supertrama previa. Se produce una anomalía FHEC-I cuando el indicador HEC-I recibido se pone a "0" y termina cuando dicho indicador se pone a "1".
- **Anomalía de datos rápidos en el control de errores del encabezamiento en el extremo lejano (FHEC-F):** Se trata de una anomalía HEC-F detectada en el extremo lejano y que el indicador HEC-F informa una vez por cada supertrama (véase 7.4.1.1). El indicador HEC-F se codificará e informará de la misma manera que el indicador HEC-I. La anomalía FHEC-F se producirá y terminará de la misma forma que la anomalía FHEC-I.

NOTA – Las anomalías HEC-I y HEC-F se informan una vez por cada supertrama. Esto da como resultado una granularidad de informes de anomalías HEC baja ya que se pueden recibir cientos de células ATM durante un periodo de tiempo de una supertrama.

### 9.3.3.3 Defectos en el extremo cercano relacionados con el trayecto de datos ATM

Se definen dos defectos en el extremo cercano:

- **Defecto de pérdida de delimitación de célula en datos intercalados (LCD-I):** Se produce un defecto LCD-I cuando se presenta, como mínimo, una anomalía OCD-I en cada una de 4 supertramas consecutivas y no se produce ningún defecto SEF. Un defecto LCD-I termina cuando ninguna anomalía OCD-I está presente en 4 supertramas consecutivas.

- **Defecto de pérdida de delimitación de célula en datos rápidos (LCD-F):** Se produce un defecto LCD-F cuando en cada una de 4 supertramas consecutivas se presenta, como mínimo, una anomalía OCD-F y no se produce ningún defecto SEF. Un defecto LCD-F termina cuando ninguna anomalía OCD-I está presente en 4 supertramas consecutivas.

#### 9.3.3.4 Defectos en el extremo distante relacionados con el trayecto de datos ATM

Del mismo modo, se definen dos defectos en el extremo lejano:

- **Defecto de pérdida de delimitación de célula en datos intercalados en el extremo lejano (FLCD-I):** Se trata de un defecto LCD-I detectado en el extremo lejano y que el indicador NCD-I informa (véase 7.4.1.1). Se produce un defecto FLCD-I cuando una anomalía FOCD-I está presente y 4 indicadores NCD-I recibidos consecutivamente están puestos a 0 y no está presente ningún defecto RDI. Un defecto FLCD-I termina si 4 indicadores NCD-I recibidos consecutivamente están puestos a "1".
- **Defecto de pérdida de delimitación de célula en datos rápidos en el extremo lejano (FLCD-F):** Se trata de un defecto LCD-F detectado en el extremo lejano y que el indicador NCD-F informa (véase 7.4.1.1). Un defecto FLCD-F se produce y termina de la misma forma que el defecto FLCD-I.

#### 9.3.4 Otros indicadores, parámetros y señales ADSL

##### 9.3.4.1 Otras primitivas en el extremo cercano

Se define otra primitiva del extremo cercano:

- **Disminución de la energía eléctrica (LPR):** Se produce una primitiva LPR cuando la fuente de alimentación o la red de distribución de energía eléctrica de la ATU desciende a un nivel igual o inferior al nivel de energía eléctrica mínimo determinado por el fabricante que es necesario para asegurar el correcto funcionamiento de la ATU. Una primitiva LPR termina cuando el nivel de energía eléctrica supera el umbral mínimo determinado por el fabricante.

##### 9.3.4.2 Otras primitivas en el extremo lejano

Del mismo modo, se define otra primitiva en el extremo lejano:

- **Falta de energía en el extremo lejano (LPR):** Se trata de una primitiva LPR detectada en el extremo lejano y que el indicador LPR informa. El indicador LPR será codificado con emergencia prioritaria en los seis mensajes EOC salientes disponibles siguientes (véase el protocolo EOC para "oscilación de extinción" en 9.2.5.4). Se produce una primitiva LPR en el extremo lejano cuando está presente un indicador LPR. Una primitiva LPR del extremo lejano termina si, durante un periodo de 0,5 s, no se presenta ningún indicador LPR ni ningún defecto LOS del extremo cercano. En el protocolo EOC para "oscilación de extinción" (9.2.5.4) se define la condición para que un indicador LPR esté presente.

#### 9.4 Fallos y parámetros de calidad de funcionamiento

Los fallos y parámetros de calidad de funcionamiento así como el almacenamiento e información de los mismos se aplicarán tal como se define en la Recomendación G.997.1.

#### 9.5 Parámetros de prueba

Los parámetros de prueba de atenuación (ATN, *attenuation*) y de margen de la relación señal/ruido (SNR, *signal-to-noise ratio*) se aplican conforme a las peticiones de prueba; por ejemplo, para verificar el margen correcto de la calidad de funcionamiento de los medios físicos en la etapa de aceptación y tras la verificación de una reparación, o en cualquier otro momento tras la ejecución de la secuencia de inicialización y acondicionamiento del sistema ADSL. Los parámetros ATN y SNR,

medidos por los receptores en la ATU-C y la ATU-R, serán accesibles externamente desde la ATU-C pero no es necesario que sean supervisados continuamente. Están disponibles según petición, tal como se define en 9.2.3.

### 9.5.1 Parámetros de prueba del extremo cercano

En la ATU-C y ATU-R se proporcionarán los siguientes parámetros de prueba del extremo cercano:

- **Atenuación (ATN):** La atenuación es la diferencia en dB entre la potencia recibida en el extremo cercano y la transmitida por el extremo lejano. La potencia en dBm de la señal recibida es el promedio de la suma de todas las potencias de la subportadora DMT que transporta datos (es decir,  $b_i > 0$ ) durante un periodo de 1 segundo. La potencia de la señal transmitida es  $-3,65 - 2n + 10 \log (\Sigma g_i^2)$  dBm, añadida a las subportadoras que transportan datos. Las gamas de atenuación oscilan entre 0 y 63,5 dB con pasos de 0,5 dB.
- **Margen de la relación señal/ruido (SNR):** El margen de la relación señal/ruido representa la cantidad de ruido recibido incrementado (en dB) con respecto a la potencia de ruido que el sistema puede tolerar y aun satisfacer el valor de BER fijado de  $10^{-7}$ , teniendo en cuenta todas las ganancias de codificación (por ejemplo, codificación reticular, FEC de RS) incluidas en el diseño. Las gamas del margen SNR oscilan entre  $-64,0$  dB y  $+63,5$  dB con pasos de 0,5 dB.

Para el anexo C, véase C.6.2.1.

### 9.5.2 Parámetros de prueba del extremo lejano

En la ATU-C se obtendrán los siguientes parámetros de prueba del extremo lejano:

- **Atenuación en el extremo lejano:** La atenuación en el extremo lejano es la atenuación medida en dicho extremo. Esta atenuación puede leerse a partir del registro ATN de EOC utilizando el conjunto de instrucciones EOC (véase 9.2.4). El registro ATN de EOC será codificado como entero sin signo, cuya gama va de 0 a 127, la cual corresponde a una atenuación de 0 a 63,5 dB (pasos de 0,5 dB).
- **Margen de la relación señal/ruido en el extremo lejano (SNR):** El margen de la relación señal/ruido en el extremo lejano es el margen de la relación señal/ruido medida en el extremo lejano. Este margen puede leerse a partir del registro SNR de EOC utilizando el conjunto de instrucciones EOC (véase 9.2.4). El registro SNR de EOC será codificado como un entero con signo con complemento de 2, que va de  $-128$  a  $+127$ , lo cual corresponde a un margen de relación señal/ruido de  $-64$  a  $+63,5$  dB (con pasos de 0,5 dB).

Para el anexo C, véase C.6.2.2.

## 10 Inicialización

### 10.1 Panorama general

#### 10.1.1 Funciones básicas de inicialización

Para que un par ATU-R y ATU-C físicamente conectado establezca un enlace de comunicaciones es necesaria la inicialización del transceptor ADSL. En la Recomendación G.994.1 se especifican los procedimientos de iniciación de una conexión. En esta cláusula se indican los procedimientos de inicialización y acondicionamiento del transceptor.

Para aprovechar al máximo el caudal y la fiabilidad de este enlace, los transceptores ADSL determinarán ciertos atributos pertinentes del canal de conexión y establecerán características de transmisión y procesamiento adecuadas a ese canal. En la figura 10-1 se muestra la secuencia temporal de este proceso en la que cada receptor puede determinar los atributos pertinentes del canal mediante los procedimientos de acondicionamiento del transceptor y de análisis del canal. Durante

esta secuencia se pueden también establecer ciertas características del procesamiento y de transmisión en cada receptor. Durante el proceso de intercambio cada receptor comparte con su transmisor de extremo lejano correspondiente ciertos ajustes de transmisión que prevé comprobar. Concretamente, cada receptor comunica a su transmisor de extremo lejano el número de bits y los niveles de potencia relativos que se han de utilizar en cada subportadora DMT, así como cualquier mensaje e información sobre la velocidad de datos definitiva. Para lograr una calidad de funcionamiento mayor, estos ajustes deberían basarse en los resultados obtenidos mediante los procedimientos de acondicionamiento del transceptor y de análisis de canal.

**ATU-C**

Procedimientos de entrada en contacto (10.2 y G.994.1)	Acondicionamiento del transceptor (10.4)	Análisis de canal (10.6)	Intercambio (10.8)
---	---	-----------------------------	-----------------------

**ATU-R**

Procedimientos de entrada en contacto (10.3 y G.994.1)	Acondicionamiento del transceptor (10.5)	Análisis de canal (10.7)	Intercambio (10.9)
---	---	-----------------------------	-----------------------

Tiempo →

**Figura 10-1/G.992.1 – Secuencia temporal de la inicialización**

La determinación de los valores de atributo de canal y el establecimiento de las características de transmisión requieren que cada transceptor produzca un conjunto específico de señales de gran precisión y responda adecuadamente a ellas. En la presente cláusula se describen estas señales de inicialización, junto con las reglas que determinan el tiempo de iniciación y terminación adecuados para cada señal. Esta descripción se efectúa mediante la definición de los estados de las señales de inicialización en que se encuentra cada transceptor, y la definición de las señales de inicialización que cada transceptor generará. Un estado y la señal generada mientras se halla en ese estado llevan el mismo nombre que las que, para mayor claridad, pueden estar precedidos por "estado" o "señal".

La secuencia temporal de estados/señales en sentido descendente y ascendente generados para un procedimiento de inicialización satisfactorio se muestra en las figuras 10-1 a 10-4; los detalles de la temporización de los estados, en las figuras 10-5 a 10-6. Las flechas de trazos discontinuos indican que el cambio de estado en la ATU-x en la punta de la flecha está causada por una recepción satisfactoria de la última señal indicada en la casilla situada en la base de la flecha. Por ejemplo, en la figura 10-3, la ATU-R permanece en el estado R-REVERB3 hasta que termina de recibir C-CRC2, en cuyo punto se traslada a R-SEGUE2 tras un retardo adecuado (véase 10.7.2).

NOTA – Las figuras muestran la secuencia de eventos en una inicialización satisfactoria.

En el anexo D se especifica un diagrama general de estados, que incluye el tratamiento de fallos para detectar señales, temporizaciones, etc.

La designación de una señal constará de tres partes:

- La primera parte es una descripción de la forma de onda de tensión que el transmisor producirá en su salida cuando se encuentre en el estado correspondiente. La forma de onda de la tensión de salida de una señal de inicialización dada se describe utilizando los modelos de referencia del transmisor DMT indicados en las figuras 5-1 a 5-4.
- La segunda parte es una descripción de la duración necesaria de la señal, expresada en periodos de símbolos DMT. La duración de la señal puede ser constante o depender del estado de señalización detectado del transceptor del extremo distante. La duración de un periodo de símbolos DMT depende del prefijo cíclico que se utiliza; algunas señales de inicialización contienen un prefijo cíclico, y otras no. Las señales ATU-C hasta, e incluida, la C-SEGUE1 se transmiten sin un prefijo cíclico; a partir de C-RATES1 se transmiten con un prefijo. Del mismo modo, las señales ATU-R hasta, e incluida, la R-SEGUE1 no utilizan

un prefijo; a partir de R-REVERB3, sí. Por consiguiente, la duración en segundos de cualquier señal es el número definido de periodos de símbolos DMT por la duración del símbolo DMT que se está utilizando.

- La tercera parte es una descripción de las reglas que definen el estado siguiente.

### **10.1.2 Transparencia en métodos de separación de señales en sentido ascendente y descendente**

Para implementar esta Recomendación, los fabricantes pueden elegir multiplexación por división de frecuencia (FDM) o compensación de eco (superposición del espectro) a fin de separar señales en sentido ascendente y descendente. El procedimiento de inicialización aquí descrito asegura la compatibilidad entre estas distintas aplicaciones determinando que todas las señales de control en sentido ascendente y descendente estén ubicadas en las bandas de frecuencias adecuadas, pero más estrechas que las que podrían ser utilizadas por un transceptor dúplex por división de frecuencia (FDD), y definiendo un periodo de tiempo durante el cual un transceptor con espectro superpuesto puede activar su compensador de eco.

### **10.1.3 implementación de opciones de servicio para ADSL**

El procedimiento de inicialización aquí descrito utiliza tonos únicos para identificar opciones concretas. Las frecuencias de estos tonos varían conforme el servicio ADSL se ofrece o no con el servicio telefónico ordinario o con el servicio RDSI, tal como se define en la Recomendación G.961, apéndices I, II o III.

Por consiguiente, en esta Recomendación dichas frecuencias se determinan únicamente como variables, que se definen en los anexos A, B y C de esta Recomendación.

### **10.1.4 Reposición durante la inicialización y transmisión de datos**

La reposición puede efectuarse si se detectan errores o disfunciones o si los límites del temporizador se exceden en diversos puntos en la secuencia de inicialización y SHOWTIME. La ATU efectúa una reposición mediante la transición a los procedimientos determinados en la Recomendación G.994.1. Una ATU-R que detecta una condición de error pasará a R-SILENT0 (véase la Recomendación G.994.1). Una ATU-C que detecta una condición de error pasará a C-SILENT1 (véase la Recomendación G.994.1).

En el anexo D figuran las transiciones de estado que se producirán si se detectan errores o disfunciones o si los límites del temporizador se exceden en diversos puntos en la secuencia de inicialización. En dicho anexo se indican también las condiciones en las cuales puede ser necesario el reacondicionamiento durante la transmisión de datos (es decir, después de una inicialización satisfactoria).

### **10.1.5 Inicialización con hipertrama (anexo C únicamente)**

Para el anexo C, véase C.7.1.

## **10.2 Entrada en contacto – ATU-C**

En la Recomendación G.994.1 se definen los procedimientos detallados para la entrada en contacto en la ATU-C. Una ATU-C, después del mayor consumo de potencia o en las condiciones mostradas en la figura D.1, introducirá el estado inicial C-SILENT1 de la Recomendación G.994.1. La ATU-C puede pasar a C-TONES, según las instrucciones de la red. Desde un estado u otro, proseguirá la operación según los procedimientos definidos en la Recomendación G.994.1.

Si los procedimientos de la Recomendación G.994.1 seleccionan la presente Recomendación como modo de operación, la ATU-C pasará al estado C-QUIET2 al término de la operación de la Recomendación G.994.1. Todas las señales subsiguientes serán transmitidas utilizando niveles PSD, tal como se define en la parte restante de esta subcláusula.

### 10.2.1 Mensajes CL

Una ATU-C que desea indicar las capacidades de la presente Recomendación en un mensaje CL de la Recomendación G.994.1 deberá hacerlo poniendo a UNO, como mínimo, uno de los bits {SPar(1)} del campo información normalizada de esta Recomendación, definidos en el cuadro 23/G.994.1. Para cada bit {SPar(1)} de esta Recomendación puesto a UNO, estará también presente un campo {NPar(2)} correspondiente (véase 9.4/G.994.1). En el cuadro 10-1 se definen los campos {NPar(2)} del mensaje CL de la Recomendación G.994.1 correspondiente a los bits {SPar(1)}.

**Cuadro 10-1/G.992.1 – Definiciones del bit NPar(2) del mensaje CL de la ATU-C**

Bit NPar(2)	Definición
R-ACK1	Se pondrá siempre a UNO. Significa que la ATU-C está en condiciones de enviar C-PILOT1A, C-QUIET3A, C-PILOT2 y C-QUIET5 durante el acondicionamiento del transceptor.
R-ACK2	Se pondrá siempre a UNO en un mensaje CL. Significa que la ATU-C está en condiciones de enviar C-PILOT1, C-PILOT2 y C-PILOT3 durante el acondicionamiento del transceptor.
Tonos 1 a 32	Véase B.3.1.1.
STM	Si está puesto a UNO, significa que la ATU-C puede estar configurada para el transporte de sincronización de bits STM.
ATM	Si está puesto a UNO, significa que la ATU-C puede estar configurada para el transporte de células ATM.
EOC-Clear	Si está puesto a UNO, significa que la ATU-C soporta la transmisión y recepción de tramas OAM de la Recomendación G.997.1.
DBM	Véase C.7.2.1.

En un mensaje CL se colocará en UNO, como mínimo, uno de los bits STM y ATM.

### 10.2.2 Mensajes MS

Una ATU-C que selecciona un modo de operación de esta Recomendación en un mensaje MS de la Recomendación G.994.1 lo hará poniendo a UNO los bits {SPar(1)} del campo información normalizada de esta Recomendación, definidos en el cuadro 23/G.994.1. Para el bit {SPar(1)} de esta Recomendación puesto a UNO, estará también presente un campo {NPar(2)} correspondiente (véase 9.4/G.994.1). En el cuadro 10-2 se definen los campos {NPar(2)} del mensaje MS de la Recomendación G.994.1 correspondiente al bit {SPar(1)}.

**Cuadro 10-2/G.992.1 – Definiciones del bit NPar(2) del mensaje MS de la ATU-C**

Bit NPar(2)	Definición
R-ACK1	Significa que la ATU-C enviará C-PILOT1A, C-QUIET3A, C-PILOT2 y C-QUIET5 durante el acondicionamiento del transceptor.
R-ACK2	Significa que la ATU-C enviará C-PILOT1, C-PILOT2 y C-PILOT3 durante el acondicionamiento del transceptor.
Tonos 1 a 32	Véase B.3.1.2.
STM	Significa que la ATU-C está configurada para el transporte de sincronización de bits STM.

**Cuadro 10-2/G.992.1 – Definiciones del bit NPar(2) del mensaje MS de la ATU-C (fin)**

Bit NPar(2)	Definición
ATM	Significa que la ATU-C está configurada para el transporte de células ATM.
EOC-Clear	Puesto a UNO, si, y sólo si, este bit fue puesto a UNO en el último mensaje CL previo y en el último mensaje CLR previo. Significa que tanto la ATU-C como la ATU-R pueden transmitir y recibir tramas OAM de la Recomendación G.997.1.
DBM	Véase C.7.2.2.

Uno, y sólo uno, de los bits R-ACK1 y R-ACK2 se pondrá a UNO en un mensaje MS enviado desde la ATU-C. Si ambos bits están habilitados en los mensajes CL y CLR, la selección de R-ACK1 o de R-ACK2 queda a discreción de la ATU-C.

Uno, y sólo uno, de los bits STM y ATM se pondrá a UNO en un mensaje MS enviado desde la ATU-C. Si ambos bits están habilitados en los mensajes CL y CLR, la selección de STM o de ATM queda a discreción de la ATU-C.

### 10.3 Entrada en contacto – ATU-R

En la Recomendación G.994.1 se definen los procedimientos detallados para la entrada en contacto en la ATU-R. Una ATU-R, después del mayor consumo de potencia o en las condiciones mostradas en la figura D.2, introducirá el estado inicial R-SILENT0 de la Recomendación G.994.1. Al recibir instrucciones del controlador central, la ATU-R iniciará la entrada en contacto pasando del estado R-SILENT0 al estado R-TONES-REQ de la Recomendación G.994.1. La operación proseguirá según los procedimientos definidos en la Recomendación G.994.1.

Si los procedimientos de la Recomendación G.994.1 seleccionan la presente Recomendación como modo de operación, la ATU-R pasará al estado R-QUIET2 al término de la operación de la Recomendación G.994.1. Todas las señales subsiguientes serán transmitidas utilizando niveles PSD, tal como se define en la parte restante de esta subcláusula.

#### 10.3.1 Mensajes CL

Una ATU-R que desea indicar las capacidades de la presente Recomendación en un mensaje CLR de la Recomendación G.994.1 deberá hacerlo poniendo a UNO, como mínimo, uno de los bits {SPar(1)} del campo información normalizada de esta Recomendación, definidos en el cuadro 23/G.994.1. Para cada bit {SPar(1)} de esta Recomendación puesto a UNO, estará también presente un campo {NPar(2)} correspondiente (véase 9.4/G.994.1). En el cuadro 10-3 se definen los campos {NPar(2)} del mensaje CLR de la Recomendación G.994.1 correspondiente a los bits {SPar(1)}.

**Cuadro 10-3/G.992.1 – Definiciones del bit NPar(2) del mensaje CLR de la ATU-R**

Bit NPar(2)	Definición
R-ACK1	Si está puesto a UNO significa que la ATU-R está en condiciones de recibir C-PILOT1A, C-QUIET3A, C-PILOT2 y C-QUIET5 durante el acondicionamiento del transceptor.
R-ACK2	Si está puesto a UNO significa que la ATU-R está en condiciones de recibir C-PILOT1, C-PILOT2 y C-PILOT3 durante el acondicionamiento del transceptor.
Tonos 1 a 32	Véase B.3.2.1.
STM	Si está puesto a UNO, significa que la ATU-R puede estar configurada para el transporte de sincronización de bits STM.

**Cuadro 10-3/G.992.1 – Definiciones del bit NPar(2) del mensaje CLR de la ATU-R (fin)**

Bit NPar(2)	Definición
ATM	Si está puesto a UNO, significa que la ATU-R puede estar configurada para el transporte de células ATM.
EOC-Clear	Si está puesto a UNO, significa que la ATU-R soporta la transmisión y recepción de tramas OAM de la Recomendación G.997.1.
DBM	Véase C.7.3.1.

En un mensaje CLR se pondrá a UNO al menos uno de los bits R-ACK1 y R-ACK2.

En un mensaje CLR se pondrá a UNO al menos uno de los bits STM y ATM.

### 10.3.2 Mensajes MS

Una ATU-R que selecciona un modo de operación de esta Recomendación en un mensaje MS de la Recomendación G.994.1 lo hará poniendo a UNO los bits {SPar(1)} del campo información normalizada de esta Recomendación, definidos en el cuadro 23/G.994.1. Para el bit {SPar(1)} de esta Recomendación puesto a UNO, estará también presente un campo {NPar(2)} correspondiente (véase 9.4/G.994.1). En el cuadro 10-4 se definen los campos {NPar(2)} del mensaje MS de la Recomendación G.994.1 correspondiente al bit {SPar(1)}.

**Cuadro 10-4/G.992.1 – Definiciones del bit NPar(2) del mensaje MS de la ATU-R**

Bit NPar(2)	Definición
R-ACK1	Significa que la ATU-R enviará C-PILOT1A, C-QUIET3A, C-PILOT2 y C-QUIET5 durante el acondicionamiento del transceptor.
R-ACK2	Significa que la ATU-C enviará C-PILOT1, C-PILOT2 y C-PILOT3 durante el acondicionamiento del transceptor.
Tonos 1 a 32	Véase B.3.2.2.
STM	Puesto a UNO, si, y sólo si, este bit fue puesto a UNO en el último mensaje CL previo y en el último mensaje CLR previo. Significa que la ATU-C y la ATU-R estarán configuradas para el transporte de sincronización de bits STM.
ATM	Puesto a UNO, si, y sólo si, este bit fue puesto a UNO en el último mensaje CL previo y en el último mensaje CLR previo. Significa que la ATU-C y la ATU-R estarán configuradas para el transporte de células ATM.
EOC-Clear	Puesto a UNO, si, y sólo si, este bit fue puesto a UNO en el último mensaje CL previo y en el último mensaje CLR previo. Significa que tanto la ATU-C como la ATU-R pueden transmitir y recibir tramas OAM de la Recomendación G.997.1.
DBM	Véase C.7.3.2.

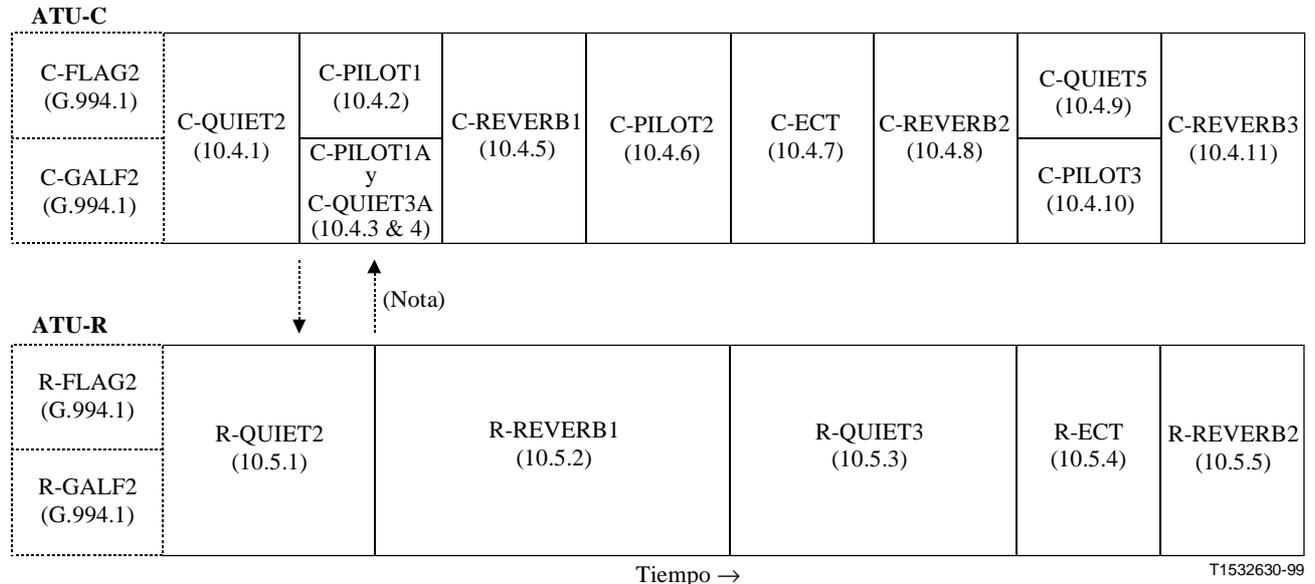
Uno, y sólo uno, de los bits R-ACK1 y R-ACK2 se pondrá a UNO en un mensaje MS enviado por la ATU-R. Si ambos bits están habilitados en los mensajes CL y CLR, la selección de R-ACK1 o de R-ACK2 queda a discreción de la ATU-R.

Uno, y sólo uno, de los bits STM y ATM se pondrá a UNO en un mensaje MS enviado por la ATU-R. Si ambos bits están habilitados en los mensajes CL y CLR, la selección de STM o de ATM queda a discreción de la ATU-R.

## 10.4 Acondicionamiento del transceptor – ATU-C

En esta subcláusula y en 10.5 se describen las señales transmitidas durante el acondicionamiento del transceptor efectuado por la ATU-C y la ATU-R, respectivamente. La sincronización de los acondicionamientos mutuos comienza con la transmisión de R-REVERB1 (véase 10.5.2), y es mantenida durante todo el acondicionamiento por ambos transceptores que computan el número de símbolos a partir de ese punto.

A partir del DAC de las figuras 5-1 a 5-4, las señales QUIET se definen como tensión de salida cero.



NOTA – Debido a que los estados ATU-C y ATU-R están sincronizados a partir de este punto, no se muestran más flechas "causa y efecto".

**Figura 10-2/G.992.1 – Diagrama de temporización del acondicionamiento del transceptor (subcláusulas 10.4-10.5)**

### 10.4.1 C-QUIET2

C-QUIET2 comienza en la terminación de C-FLAG2 o bien de C-GALF2 (véase la Recomendación G.994.1).

La duración mínima de C-QUIET2 es de 128 símbolos y la duración máxima, de 2048 símbolos.

El estado que la ATU-C introduce tras C-QUIET2 depende de los parámetros negociados en el procedimiento de la Recomendación G.994.1.

### 10.4.2 C-PILOT1

Durante C-PILOT1, la ATU-C medirá la potencia recibida global en sentido ascendente en un subconjunto de subportadoras transmitidas durante R-REVERB1 y calcula de ese modo una PSD en sentido descendente (véase 10.4.5).

En el transcurso de 16 símbolos tras la detección del primer símbolo de R-REVERB1, la ATU-C arrancará un temporizador: así se establece la sincronización de las transiciones subsiguientes entre estados en la ATU-C y la ATU-R. Transcurridos 512 símbolos, la ATU-C pasará a C-REVERB1. De este modo, la duración mínima de C-PILOT es la de 512 símbolos, pero se excederá debido a la propagación de ida y retorno y al tiempo de procesamiento de la señal más la cantidad de tiempo requerido por la ATU-R para detectar C-PILOT1 y responderá transmitiendo R-REVERB1 (véase 10.5.2).

C-PILOT1 es una senoide de frecuencia en  $f_{C-PILOT1}$  definida como:

$$X_k = \begin{cases} 0, & k \neq n_{C-PILOT1}, 0 \leq k \leq 256 \\ A_{C-PILOT1}, & k = n_{C-PILOT1} \end{cases}$$

con  $k = n_{C-PILOT1}$  definida en los anexos A, B y C. El valor de  $A_{C-PILOT1}$  deberá ser tal que el nivel de potencia de transmisión sea  $-3,65$  dBm. La duración de C-PILOT1 puede ser, como máximo, de 4436 símbolos.

C-PILOT1 es seguida de C-REVERB1.

Para el anexo A, véase A.1.1.

Para el anexo B, véase B.3.6.

Para el anexo C, véase C.7.4.1.

### 10.4.3 C-PILOT1A

C-PILOT1A es la misma señal transmitida como C-PILOT1 (véase 10.4.2). La duración de C-PILOT1A puede ser de 4000 símbolos, como máximo. La duración exacta de C-PILOT1A depende de la duración de R-QUIET2.

En el transcurso de 16 símbolos tras la detección del primer símbolo de R-REVERB1, la ATU-C activará un temporizador (así se establece la sincronización de las transiciones subsiguientes entre estados en la ATU-C y la ATU-R) y pasará a C-QUIET3A.

Una aplicación de ATU-C que quiera saber que una ATU-R tendrá enclavamiento de piloto antes del inicio de R-REVERB1, puede detectar la longitud de R-QUIET2.

C-PILOT1A es seguida por C-QUIET3A.

### 10.4.4 C-QUIET3A

En el transcurso de 512 a 516 símbolos tras la detección del primer símbolo R-REVERB1, la ATU-C pasará a C-REVERB1. Así pues, la duración mínima de C-QUIET3A es la de 512-16 (496) símbolos; la máxima, de 516 símbolos. La duración total de C-QUIET3A y C-PILOT1A es un mínimo de 512 símbolos, pero se excederá (hasta una duración máxima de 4436 símbolos) debido a la propagación de ida y retorno y al tiempo de procesamiento de la señal más la cantidad de tiempo requerida por la ATU-R para detectar C-PILOT1A y responderá transmitiendo R-REVERB1.

C-QUIET3A es seguida por C-REVERB1.

### 10.4.5 C-REVERB1

C-REVERB1 es una señal que permite al receptor de la ATU-C y la ATU-R ajustar su control de ganancia automática (AGC, *automatic gain control*) hasta un nivel adecuado. El diagrama de datos utilizados en C-REVERB1 será la secuencia pseudoaleatoria en sentido descendente (PRD, *pseudo-random downstream sequence*),  $d_n$  para  $n = 1$  a 512, definida en 7.11.3 y que se vuelve a repetir aquí por conveniencia:

$$\begin{aligned} d_n &= 1 && \text{para } n = 1 \text{ a } 9 && (10-1) \\ &= d_{n-4} \oplus d_{n-9} && \text{para } n = 10 \text{ a } 512 \end{aligned}$$

Los bits se utilizarán del modo siguiente: el primer par de bits ( $d_1$  y  $d_2$ ) se utiliza para las subportadoras DC y Nyquist (la potencia asignada a ellas es, evidentemente 0, de modo que los bits son, en efecto, ignorados); se utilizan luego el primero y segundo bits de pares subsiguientes para definir  $X_i$  e  $Y_i$  para  $i = 1$  a 255, definido en el cuadro 7-13.

El periodo de PRD es únicamente de 511 bits, de modo que  $d_{512}$  será igual a  $d_1$ . Los bits  $d_1$  a  $d_9$  se reinicializarán para cada símbolo, de modo que cada símbolo de C-REVERB1 es idéntico.

Los bits 129 y 130, que modulan la portadora piloto, se sobregrabarán mediante  $\{0,0\}$ : generando la constelación  $\{+,+\}$ .

La duración de C-REVERB1 es la de 512 símbolos (que se repiten) sin prefijo cíclico.

#### **10.4.5.1 Reducción de potencia**

La PSD de transmisión nominal C-REVERB1 es  $-40$  dBm/Hz (es decir, la potencia de transmisión total de  $-3,65$  dBm en cualquier ventana deslizante de anchura de  $4,3125$  kHz por la banda de paso utilizada). No obstante, si la potencia total en sentido ascendente medida durante R-REVERB1 excede los niveles definidos en el anexo correspondientes (A, B o C), la PSD de transmisión será reducida a un nivel de  $-40 - 2n_{PCB}$  dBm/Hz, como se define en ese anexo con  $n_{PCB} = 0$  a  $6$ .

Para los anexos A y C, véase A.3.1.

Para el anexo B, véase B.3.3.

#### **10.4.6 C-PILOT2**

La señal C-PILOT2 es la misma que C-PILOT1; la duración es de 3072 símbolos. C-PILOT2 es seguida por C-ECT.

#### **10.4.7 C-ECT**

C-ECT es una señal definida por el proveedor utilizada para acondicionar el compensador de eco en la ATU-C en implementaciones con espectro superpuesto. Los proveedores de versiones FDM tienen absoluta libertad para definir su señal C-ECT. No obstante, la duración de C-ECT se fija en 512 símbolos. El receptor en la ATU-R ignorará esta señal. C-ECT es seguida por C-REVERB2.

NOTA – El nivel de la señal de ADSL en la banda de frecuencias de 0 a unos 10 kHz que pasa por el filtro de paso bajo del POTS es muy limitado (véase el anexo E). Por consiguiente, se recomienda que no se utilicen las subportadoras 1-4 para C-ECT o, como mínimo, que se transmitan a un nivel mucho más bajo.

La información suplementaria del anexo B figura en B.3.11.

#### **10.4.8 C-REVERB2**

La señal C-REVERB2 permite que el receptor ATU-R efectúe la sincronización y acondicione cualquier ecualizador del receptor. C-REVERB2 es la misma que C-REVERB1 (véase 10.4.5). La duración de C-REVERB2 es de 1536 símbolos (de repetición) sin prefijo cíclico. El estado que sigue a C-REVERB2 depende de los parámetros negociados en la Recomendación G.994.1.

#### **10.4.9 C-QUIET5**

La duración de C-QUIET5 es de 512 símbolos. C-QUIET5 es seguida por C-REVERB3.

#### **10.4.10 C-PILOT3**

La señal C-PILOT3 es la misma que C-PILOT1 (10.4.2). La duración de C-PILOT3 es de 512 símbolos.

C-PILOT3 es seguida por C-REVERB3.

#### **10.4.11 C-REVERB3**

C-REVERB3 es una segunda señal de acondicionamiento que permite al receptor ATU-R efectuar o mantener la sincronización y acondicionar además cualquier ecualizador del receptor. C-REVERB3 es la misma que C-REVERB2 (véase 10.4.8). La duración de C-REVERB3 es de 1024 símbolos (de

repetición) sin prefijos cíclicos. Éste es el último segmento de acondicionamiento de transceptor. C-REVERB3 es seguida inmediatamente por C-SEGUE1.

## 10.5 Acondicionamiento del receptor – ATU-R

### 10.5.1 R-QUIET2

R-QUIET2 comienza en la terminación de R-FLAG2 o bien de R-GALF2 (véase la Recomendación G.994.1).

La duración mínima de R-QUIET2 es de 128 símbolos DMT tras la detección de C-PILOT1/1A. La ATU-R pasará a R-REVERB1 sólo después de que haya detectado cualquier parte de C-PILOT1/1A necesaria para una detección fiable. La duración máxima de R-QUIET2 de 8000 símbolos.

La temporización de bucle se define como la combinación de la subordinación de un reloj ADC a la señal recibida (es decir, al otro reloj DAC del transceptor) y la unión de los relojes ADC y DAC locales. La temporización del bucle se efectuará siempre en la ATU-R y se obtendrá durante el periodo que comienza con el inicio de R-QUIET2 y termina antes de los últimos 512 símbolos de R-REVERB1. Una ATU-C puede acondicionar su ecualizador durante los últimos 512 símbolos de R-REVERB1. El acondicionamiento de ese ecualizador, en la ATU-C, requiere que la estabilidad del reloj de muestreo en el transmisor de la ATU-R sea suficiente. Una vez obtenida la temporización de bucle en la ATU-R, ésta volverá a obtener la temporización de bucle después de un periodo de temporización de funcionamiento libre (es decir, sin ninguna C-PILOT en, como máximo, 512 símbolos) en el transcurso de 512 símbolos tras la reaparición de C-PILOT. Esto se aplica a C-QUIET5 y puede aplicarse también a C-QUIET3A y C-ECT.

NOTA – El retardo producido en la ATU-R para pasar de R-QUIET2 a R-REVERB1 le permite a esa unidad sincronizar completamente su base temporal antes de enviar copiar R-REVERB1 y, además, aplicar la Recomendación G.994.1 y la presente Recomendación en entidades separadas.

### 10.5.2 R-REVERB1

R-REVERB1 se utiliza para que la ATU-C pueda:

- medir la potencia de banda ancha en sentido ascendente a fin de ajustar el nivel de potencia de transmisión de la ATU-C;
- ajustar el control de ganancia de su receptor;
- sincronizar su receptor y acondicionar su ecualizador.

Los bits se utilizarán tal como se definen en los anexos A, B y C.

Para el anexo A, véase A.3.5.

Para el anexo B, véase B.3.7.

Para el anexo C, véase C.7.5.2.

El periodo de PRD es únicamente de 63 bits, de modo que  $d_{64}$  será igual a  $d_1$ .

$d_1$  a  $d_6$  se reinicializarán para cada símbolo, de modo que cada símbolo de R-REVERB1 utiliza los mismos datos.

La PSD de transmisión nominal para R-REVERB1 y para todas las señales en sentido ascendente subsiguientes es de  $-38$  dBm/Hz (es decir, una potencia de transmisión total de  $-1,65$  dBm en cualquier ventana deslizante de 4,3125 kHz de anchura en la banda de paso utilizada).

R-REVERB1 es una señal periódica, sin prefijo cíclico, que es transmitida consecutivamente durante 4096 símbolos. Los primeros 512 símbolos coinciden con las señales C-QUIET3 o C-PILOT1 en el tiempo, los segundos 512 símbolos coinciden con C-REVERB1 y los últimos 3072 símbolos, con C-PILOT2. R-REVERB1 es seguida inmediatamente por R-QUIET3.

### 10.5.3 R-QUIET3

La duración de R-QUIET3 es de 2048 símbolos, de los cuales los primeros 512 coinciden con C-ECT en el tiempo, y los 1536 símbolos siguientes, con C-REVERB2. El símbolo final de R-QUIET3 puede ser reducido mediante cualquier número de muestras para dar cabida a la alineación de trama transceptor-receptor. R-QUIET3 es seguida inmediatamente por R-ECT.

### 10.5.4 R-ECT

R-ECT, similar a C-ECT, es una señal definida por el proveedor que puede ser utilizada para acondicionar un compensador de eco en la ATU-R. Los proveedores de versiones FDM tienen absoluta libertad para definir la señal R-ECT. No obstante, la duración de R-ECT se fija en 512 símbolos DMT. El receptor en la ATU-C ignora esta señal. R-ECT es seguida por R-REVERB2.

NOTA – El nivel de la señal de ADSL en la banda de frecuencias de 0 a unos 10 kHz que pasa por el filtro de paso bajo del POTS es muy limitado (véase el anexo E). Por consiguiente, se recomienda que no se utilicen las subportadoras 1-4 para R-ECT o, como mínimo, que se transmitan a un nivel mucho más bajo.

La información suplementaria del anexo B figura en B.3.11.

### 10.5.5 R-REVERB2

La señal R-REVERB2 es la misma que R-REVERB1 (véase 10.5.2) y puede ser utilizada por la ATU-C para efectuar la recuperación de la temporización y el acondicionamiento del ecualizador del receptor. La duración de R-REVERB2 oscilará entre 1024 y 1056 símbolos. Esta señal es el último segmento del acondicionamiento del transceptor. La ATU-R comienza entonces el análisis del canal y empieza a transmitir R-SEGUE1.

## 10.6 Análisis del canal (ATU-C)

ATU-C

C-SEGUE1 (10.6.1)	C-RATES1, C-CRC1, C-MSG1 y C-CRC2 (10.6.2-10.6.5)	C-MEDLEY (10.6.6)	C-REVERB4 (10.8.1)
----------------------	---	----------------------	-----------------------



ATU-R

R-SEGUE1 (10.7.1)	R-REVERB3 (10.7.2)	R-SEGUE2 (10.7.3)	R-RATES1, R-CRC1, R-MSG1 y R-CRC2 (10.7.4-10.7.7)	R-MEDLEY (10.7.8)	R-REVERB4 (10.7.9)
----------------------	-----------------------	----------------------	---	----------------------	-----------------------

Tiempo →

**Figura 10-3/G.992.1 – Diagrama de temporización del análisis del canal (10.6-10.7)**

En el transcurso del análisis del canal puede perderse la sincronización entre la ATU-C y la ATU-R durante R-REVERB3, que tiene una duración indefinida; esta posible desincronización se describe en 10.7.2. Además, si durante el análisis de canal una suma de CRC cualquiera indica un error en cualesquiera de los datos de control, se activará una reposición a C-SILENT1 (véase la Recomendación G.994.1).

### 10.6.1 C-SEGUE1

Salvo el tono piloto, C-SEGUE1 se generará a partir de una inversión de fase de 180° tono por tono de C-REVERB1 (es decir, para cada constelación de señales 4-QAM el signo positivo (+) se correlaciona con el signo negativo (-) y viceversa). La duración de C-SEGUE1 es de periodos de 10 símbolos (de repetición). Después de C-SEGUE1, la ATU-C introduce el estado C-RATES1.

### 10.6.2 C-RATES1

C-RATES1 es la primera señal ATU-C para la cual se utiliza un prefijo cíclico (definido en 7.12). La finalidad de C-RATES1 es transmitir a la ATU-R cuatro opciones de velocidades de datos y formato. Cada opción está formada por tres campos:

- $B_F$  enumera el número de bits en la memoria tampón de datos rápidos para cada uno de los canales AS0, AS1, AS2, AS3, LS0, LS1, LS2, LS0 (en sentido ascendente), LS1 (en sentido ascendente), LS2 (en sentido ascendente), en ese orden;  $B_F$  tiene un total de 80 (= 10 × 8) bits. Los primeros 8 bits de  $B_F$  indican el número de bytes en AS0, los segundos 8 bits indican el número de bytes en AS1, y así sucesivamente. Cada byte de  $B_F$  se transmite con el bit menos significativo primero.
- $B_I$  enumera, del mismo modo, el número de bytes en la memoria tampón de datos intercalados. Para soportar velocidades de datos superiores a 8 Mbit/s, el campo  $B_I$  es de 8 bits.
- $\{RS_F, RS_I, S, I, FS(LS2)\}$  es una cantidad de 10 bytes que comprende (un byte cada uno):
  - el campo  $RS_F$ , que contiene  $RS_F$ , el número de bytes de paridad por símbolo en la memoria tampón de datos rápidos en sentido descendente, con  $0 \leq RS_F \leq 63$  y  $RS_F$  igual a  $R_F$  ( $R_F$  está definido en 7.4.1.2.1);
  - el campo  $RS_I$ , que contiene el valor de  $RS_I$ , el número de bytes de paridad por símbolo en la memoria tampón de datos intercalados en sentido descendente, con  $0 \leq RS_I \leq 63$  y  $RS_I$  igual a  $R_I/S$  ( $R_I$  y  $S$  están definidos en 7.4.1.2.2);
  - el campo  $S$ , que contiene el valor de  $S$ , el número de símbolos por palabra de código (en sentido descendente), con  $0 \leq S \leq 63$ ;
  - el campo  $I$ , que contiene los 8 bits menos significativos  $I_7$  a  $I_0$  de la profundidad de datos intercalados en sentido descendente en palabras de código, con  $0 \leq I \leq 128$ ;
  - el campo  $FS(LS2)$  es un campo de ocho ceros;
  - las mismas cinco cantidades  $\{RS_F, RS_I, S, I, FS(LS2)\}$  en sentido ascendente (un byte cada uno, en ese orden).

Las cuatro opciones se transmiten en orden de preferencia decreciente. C-RATES1 está precedido por un prefijo de 4 bytes de  $\{01010101\ 01010101\ 01010101\ 01010101\}_2$ . En el cuadro 10-5 se resume la señal C-RATES1.

**Cuadro 10-5/G.992.1 – C-RATES1**

	Prefijo	Opción 1			Opción 2			Opción 3			Opción 4		
		$B_F$	$B_I$	$RRSI$									
Número de bytes	4	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Se transmite únicamente un bit de información en cada símbolo de C-RATES1: un símbolo de C-REVERB1 se codifica en bit cero y un símbolo de C-SEGUE1 se codifica en bit uno. Dado que hay un total de 992 bits de información C-RATES1, la duración de C-RATES1 es de 992 símbolos. Los 992 bits se deben transmitir en el orden indicado en el cuadro 10-5, con el bit menos significativo primero, es decir, el bit menos significativo de la opción 1,  $B_F$ , se transmitirá durante el trigésimo tercer símbolo de C-RATES1, tras el prefijo. Después de C-RATES1, la ATU-C introducirá el estado C-CRC1.

### 10.6.3 C-CRC1

C-CRC1 es una verificación por redundancia cíclica para la detección de errores en la recepción de C-RATES1 en la ATU-R. Los bits CRC se computan a partir de los bits C-RATES1 utilizando la siguiente ecuación:

$$c(D) = a(D) D^{16} \text{ módulo } g(D), \quad (10-2)$$

donde:

$$a(D) = a_0 D^{959} + a_1 D^{958} \dots + a_{959} \quad (10-3)$$

es el polinomio de mensaje formado a partir de los 960 bits de C-RATES1, siendo  $a_0$  el bit menos significativo del primer byte de C-RATES1 (es decir, opción 1  $B_F$ );

$$g(D) = D^{16} + D^{12} + D^5 + 1 \quad (10-4)$$

es el polinomio generador de la CRC, y

$$c(D) = c_0 D^{15} + c_1 D^{14} \dots + c_{14} D + c_{15} \quad (10-5)$$

es el polinomio de la CRC.

Los 16 bits  $c_0$ - $c_{15}$  se transmiten ( $c_0$  primero y, por último,  $c_{15}$ ) en 16 periodos de símbolos utilizando el método descrito en 10.6.2. Después de C-CRC1, la ATU-C introducirá el estado C-MSG1.

### 10.6.4 C-MSG1

C-MSG1 transmite la señal de un mensaje de 48 bits a la ATU-R. Este mensaje comprende la identificación del proveedor, el nivel de potencia de transmisión de la ATU-C utilizado, la opción codificación reticular, la opción compensador de eco, etc. El mensaje,  $m$ , se define así:

$$m = \{m_{47}, m_{46}, \dots, m_1, m_0\} \quad (10-6)$$

transmitiéndose primero  $m_0$ . Los componentes del mensaje se definen en las subcláusulas siguientes y sus posiciones asignadas en el mensaje compuesto,  $m$ , se definen en el cuadro 10-6.

Para comunicar el mensaje de 48 bits se utiliza un total de 48 periodos de símbolos, empleando el método de codificación descrito en 10.6.2. Después de C-MSG1, la ATU-C introducirá el estado de señalización C-CRC2.

**Cuadro 10-6/G.992.1– Asignación de 48 bits de C-MSG1**

Sufijo(s) de $m_i$ (nota 1)	Parámetro (nota 3)
47-44	Margen SNR mínimo en sentido descendente requerido en la inicialización (nota 2)
43-18	Reservado para una futura utilización
17	Opción codificación reticular
16	Opción espectro superpuesto (nota 4)
15	No utilizado (se pondrá a "1")
14-12	Reservado para una futura utilización
11	NTR
10-9	Modo alineación de trama
8-6	PSD de transmisión durante la inicialización
5, 4	Reservado
3, 2, 1, 0	Número máximo de bits admitidos por subportadora
NOTA 1 – En los campos separados, los bits menos significativos tienen subíndices más bajos. NOTA 2 – Un número positivo de dB; valor binario codificado 0-15 dB. NOTA 3 – Todos los bits reservados se pondrán a "0". NOTA 4 – La secuencia de inicialización permite el interfuncionamiento de implementaciones del espectro superpuesto y no superpuesto. Por consiguiente, esta indicación tiene únicamente valor informativo.	

**10.6.4.1 Margen SNR mínimo requerido – bits 47-44**

Valor binario codificado 0 a 15 dB.

**10.6.4.2 Opción codificación reticular – bit 17**

$m_{17} = 0$  indica sin capacidad de codificación reticular,  $m_{17} = 1$  indica capacidad de codificación reticular.

**10.6.4.3 Opción espectro superpuesto – bit 16**

$m_{16} = 0$  indica sin compensación de eco,  $m_{16} = 1$  indica compensación de eco.

**10.6.4.4 No utilizado – bit 15**

$m_{15}$  se pondrá a 1.

**10.6.4.5 NTR – bit 11**

$m_{11} = 1$  indica que la ATU-C utilizará bits indicadores  $ib_{23}$  a  $ib_{20}$  definidos en 7.3.2 para el transporte de la NTR.

**10.6.4.6 Modo alineación de trama – bits 10, 9**

Con  $m_{10}$  y  $m_9$  la ATU-C indica cuál de las cuatro estructuras de alineación de trama va a utilizar (véase 7.4). Se utilizarán las estructuras de alineación de trama más bajas indicadas por la ATU-C o la ATU-R.

**10.6.4.7 PSD de transmisión durante la inicialización – bits 8, 7, 6**

La ATU-C comunicará el nivel de C-REVERB1 elegido como resultado del cálculo descrito en 10.4.5. En el cuadro 10-7 se muestran las reglas de codificación para  $m_8$ ,  $m_7$  y  $m_6$ .

**Cuadro 10-7/G.992.1 – Reglas de codificación C-MSG1  
para la PSD de transmisión durante C-REVERB1**

$m_8$	$m_7$	$m_6$	PSD dBm/Hz
1	1	1	-40
1	1	0	-42
1	0	1	-44
1	0	0	-46
0	1	1	-48
0	1	0	-50
0	0	1	-52

NOTA – Las reglas para seleccionar un nivel de PSD reducido depende de la opción servicio y se definen en los anexos A, B y C; los niveles son independientes de la opción servicio y se definen en esta parte del documento.

#### 10.6.4.8 Número máximo de bits soportados por subportadora – bits 3-0

La capacidad (de transmisión)  $N_{\text{downmax}}$  será un valor binario codificado en  $\{m_3, \dots, m_0\}$  (por ejemplo,  $1101_2 = 13$ ). No es necesario que el número máximo de bits para los datos en sentido ascendente,  $N_{\text{upmax}}$ , que el receptor ATU-C puede soportar esté señalizado en la ATU-R; estará implícito en los bits y el mensaje de ganancia, C-B&G, que se transmite después del análisis del canal.

#### 10.6.5 C-CRC2

C-CRC2 es una verificación por redundancia cíclica para la detección de errores en la recepción de C-MSG1 en la ATU-R. El polinomio generador de la CRC se define en 10.6.3. El polinomio de mensaje de la CRC es el construido en 10.6.3, donde  $m_0$  corresponde a  $a_0$  y  $m_{47}$  a  $a_{47}$ . El polinomio de verificación de la CRC se genera en la misma forma descrita en 10.6.3. Estos 16 bits se transmiten en 16 periodos de símbolos utilizando el método descrito en 10.6.2. Después de C-CRC2, la ATU-C introducirá el estado de señalización C-MEDLEY.

#### 10.6.6 C-MEDLEY

C-MEDLEY es una señal pseudoaleatoria de banda ancha utilizada para la estimación de la SNR en sentido descendente en la ATU-R. Los datos que se deben transmitir se obtienen a partir de la secuencia pseudoaleatoria en sentido descendente, PRD, y se modulan tal como se define en 10.4.5. No obstante, en oposición a C-REVERB1, se utiliza el prefijo cíclico y la secuencia de datos continúa de un símbolo al siguiente (es decir,  $d_1$  a  $d_9$  no se reinician para cada símbolo); dado que la PRD tiene una longitud de 511 bits, y se utilizan 512 bits para cada símbolo, el vector de la subportadora para C-MEDLEY cambia, por consiguiente, de un periodo de símbolo al siguiente. La subportadora piloto está sobregabada por la constelación de señales (+,+). C-MEDLEY se transmite para 16 384 periodos de símbolos. Después de C-MEDLEY, la ATU-C introducirá el estado C-REVERB4.

### 10.7 Análisis del canal (ATU-R)

Durante el análisis del canal hay dos situaciones en las que la ATU-R se reiniciará en R-SILENT0 (véase la Recomendación G.994.1): una expiración del temporizador y un error detectado en los datos de control recibidos. Se produce una expiración del temporizador si el tiempo transcurrido en R-REVERB3 excede el límite de 4000 símbolos. Además, si cualquier suma de la verificación C-CRC indica que hay un error en los datos de control recibidos, se activará una reiniciación en R-SILENT0 (véase la Recomendación G.994.1).

### 10.7.1 R-SEGUE1

R-SEGUE1 se genera a partir de una inversión de fase de 180 grados tono por tono de R-REVERB1 (es decir, para cada constelación de señales 4QAM el signo positivo (+) se correlaciona con el signo negativo (-) y viceversa). La duración de R-SEGUE1 es de 10 periodos de símbolos. Después de R-SEGUE1, la ATU-R introducirá el estado R-REVERB3.

### 10.7.2 R-REVERB3

R-REVERB3 es similar a R-REVERB1 (véase 10.5.2); la única diferencia es que R-REVERB3 es la primera señal de la ATU-R con la adición de un prefijo cíclico para cada símbolo (definido en 8.11.4). La duración de R-REVERB3 no es fija pero tiene un máximo de 4000 símbolos. Si C-CRC2 no se detecta en el transcurso de 4000 símbolos, la ATU-R se desactivará y reiniciará en R-SILENTO (véase la Recomendación G.994.1). Tras la detección de C-RATES1 a través de C-CRC2, la ATU-R continuará enviando R-REVERB3 durante 20 símbolos adicionales antes de pasar a R-SEGUE2.

### 10.7.3 R-SEGUE2

La señal R-SEGUE2 es similar a R-SEGUE1 (véase 10.7.1); la única diferencia es la adición del prefijo cíclico. Después de R-SEGUE2, la ATU-R introducirá el estado R-RATES1.

### 10.7.4 R-RATES1

Véase el cuadro 10-8.

**Cuadro 10-8/G.992.1 – R-RATES1**

	Prefijo	Opción 1			Opción 2			Opción 3			Opción 4		
		$B_F$	$B_I$	$RRSI$									
Número de bytes	4	3	3	5	3	3	5	3	3	5	3	3	5

La finalidad de R-RATES1 para el canal en sentido ascendente es la misma que la de C-RATES1 para el canal en sentido descendente (véase 10.6.2). Cada opción está formada por tres campos:

- $B_F$  enumera el número de bytes en la memoria tampón de datos rápidos para cada LS0, LS1, LS2, en ese orden;  $B_F$  tiene un total de 24 ( $= 3 \times 8$ ) bits. Los primeros 8 bits de  $B_F$  indican el número de bytes en LS0, los 8 bits siguientes, el número de bytes en LS1, y así sucesivamente. Cada byte de  $B_F$  se transmite con el bit menos significativo primero;
- $B_I$  enumera, del mismo modo, el número de bytes en la memoria tampón de datos intercalados;
- $\{RS_F, RS_I, S, I, FS(LS2)\}$  es una cantidad de cinco bytes que comprende:
  - $RS_F$ , el número de bytes de paridad por símbolo en la memoria tampón de datos rápidos (sentido ascendente);
  - $RS_I$ , el número de bytes de paridad por símbolo en la memoria tampón de datos intercalados (sentido ascendente);
  - $S$ , el número de símbolos por palabra de código (sentido ascendente);
  - $I$ , la profundidad de datos intercalados (sentido ascendente) en palabras de código para la memoria tapón de datos intercalados;
  - $FS(LS2)$  es un campo de 8 ceros.

Las cuatro opciones se transmiten en orden de preferencia decreciente. Para el sistema actual, la ATU-C tiene el control de todas las velocidades de datos, de modo que R-RATES1 se copia a partir de los campos de C-RATES1 adecuados.

Durante cada periodo de símbolos de R-RATES1 se transmite únicamente un bit de información: un símbolo de R-REVERB1 se codifica en bit cero y un símbolo de R-SEGUE1 se codifica en bit uno (con adición de prefijo cíclico). Dado que existe un total de 384 bits de información RATES1, la longitud de R-RATES1 es de 384 símbolos. Los 384 bits se deben transmitir en el orden indicado en el cuadro 10-8, con el bit menos significativo primero, es decir, el bit menos significativo de la opción 1,  $B_F$  (véase el cuadro 10-8), se transmitirá durante el trigésimo tercer símbolo de R-RATES1, tras el prefijo. Después de R-RATES1, la ATU-R introducirá el estado R-CRC1.

### 10.7.5 R-CRC1

R-CRC1 es una verificación por redundancia cíclica destinada a detectar un error en la recepción de R-RATES1 en la ATU-C. El polinomio de la CRC  $c(D)$  y el polinomio generador de la CRC  $g(D)$  son los mismos que para C-CRC1 (véase 10.6.3). Los 16 bits  $c_0$  a  $c_{15}$  se transmiten ( $c_0$  primero y, por último,  $c_{15}$ ) en 16 periodos de símbolos utilizando el mismo método que para R-RATES1 (véase 10.7.4). Después de R-CRC1, la ATU-R introducirá el estado R-MSG1.

### 10.7.6 R-MSG1

R-MSG1 transmite la señal de un mensaje de 48 bits a la ATU-C. Este mensaje comprende la identificación del proveedor, la opción codificación reticular, la opción compensador de eco, etc. El mensaje,  $m$ , se define así:

$$m = \{m_{47}, m_{46}, \dots, m_1, m_0\} \quad (10-7)$$

transmitiéndose primero  $m_0$ , el bit menos significativo. Los componentes del mensaje se definen en las subcláusulas siguientes y sus posiciones asignadas en el mensaje compuesto,  $m$ , se definen en el cuadro 10-9.

Para comunicar el mensaje de 48 bits se utiliza un total de 48 periodos de símbolos, empleando el método de codificación descrito en 10.7.4. Después de R-MSG1, la ATU-R introducirá el estado de señalización R-CRC2.

**Cuadro 10-9/G.992.1 – Asignación de 48 bits de R-MSG1**

Sufijo(s) de $m_i$ (nota 1)	Parámetro (nota 2)
47-18	Reservado para utilización futura
17	Opción codificación reticular
16	Opción espectro superpuesto (nota 3)
15	No utilizado (se pondrá a "1")
14	Soporte de velocidades binarias más altas ( $S = 1/2$ ) (véase 7.6.3)
13	Soporte de latencia doble en sentido descendente
12	Soporte de latencia doble en sentido ascendente
11	Referencia de temporización de red
10, 9	Modo alineación de trama
8-4	Reservado para utilización futura
3-0	Número máximo de bits admitidos por subportadora
NOTA 1 – En los campos separados, los bits menos significativos tienen subíndices más bajos. NOTA 2 – Todos los bits reservados se pondrán a "0". NOTA 3 – La secuencia de inicialización permite el interfuncionamiento de aplicaciones del espectro superpuesto y no superpuesto. Por consiguiente, esta indicación tiene únicamente valor informativo.	

#### **10.7.6.1 Opción codificación reticular – bit 17**

$m_{17} = 0$  indica sin capacidad de codificación reticular;  $m_{17} = 1$  indica capacidad de codificación reticular.

#### **10.7.6.2 Opción compensación de eco – bit 16**

$m_{16} = 0$  indica sin compensación de eco,  $m_{16} = 1$  indica compensación de eco.

#### **10.7.6.3 No utilizado – bit 15**

$m_{15}$  se pondrá a "1".

#### **10.7.6.4 Modo alineación de trama – bits 10, 9**

Con  $m_{10}$  y  $m_9$  la ATU-R indica cuál de las cuatro estructuras de alineación de trama va a utilizar (véase 8.4). Se emplearán las estructuras de alineación de trama más bajas indicadas por la ATU-C o la ATU-R.

#### **10.7.6.5 Referencia de temporización de red – bit 4**

$m_4 = 1$  indica que la ATU-R soporta la reconstrucción de la referencia de temporización de red a partir de los bits indicadores 23-20 en sentido descendente.

#### **10.7.6.6 Número máximo de bits soportados por subportadora – bits 3-0**

La capacidad (de transmisión)  $N_{\text{upmax}}$  se codifica en  $\{m_3, \dots, m_0\}$  con una representación binaria convencional (por ejemplo,  $1101_2 = 13$ ).

NOTA – No es necesario que el número máximo de bits para los datos en sentido descendente,  $N_{\text{downmax}}$ , que el receptor ATU-R puede soportar esté señalizado en la ATU-C; estará implícito en los bits y el mensaje de ganancia, R-B&G, que se transmite después del análisis del canal.

#### **10.7.7 R-CRC2**

R-CRC2 es una verificación por redundancia cíclica para la detección de errores en la recepción de R-MSG1 en la ATU-C. El polinomio generador de la CRC se define en 10.7.5. El polinomio de mensaje de la CRC es el construido en 10.7.5, donde  $m_0$  corresponde a  $a_0$  y  $m_{47}$  a  $a_{47}$ . El polinomio de verificación de la CRC se genera exactamente en la forma descrita en 10.7.5. Estos 16 bits se transmiten en 16 periodos de símbolos utilizando el método descrito en 10.7.5. Después de R-CRC2, la ATU-R introducirá el estado R-MEDLEY.

#### **10.7.8 R-MEDLEY**

R-MEDLEY es una señal pseudoaleatoria de banda ancha utilizada para la estimación de la SNR en sentido ascendente en la ATU-C. Los datos que se deben transmitir se obtienen a partir de la secuencia pseudoaleatoria en sentido ascendente, PRU, definida en 10.5.2. No obstante, en oposición a R-REVERB1, se utiliza el prefijo cíclico y la secuencia de datos continúa de un símbolo al siguiente (es decir,  $d_1$  a  $d_6$  no se reinician para cada símbolo). Dado que la secuencia tiene una longitud de 63 bits, y se utilizan 64 bits para cada símbolo, el vector de la subportadora para R-MEDLEY cambia de un periodo de símbolo al siguiente. R-MEDLEY se transmite para 16 384 periodos de símbolos. Después de R-MEDLEY, la ATU-R introducirá el estado R-REVERB4.

Para el anexo B, véase B.3.8.

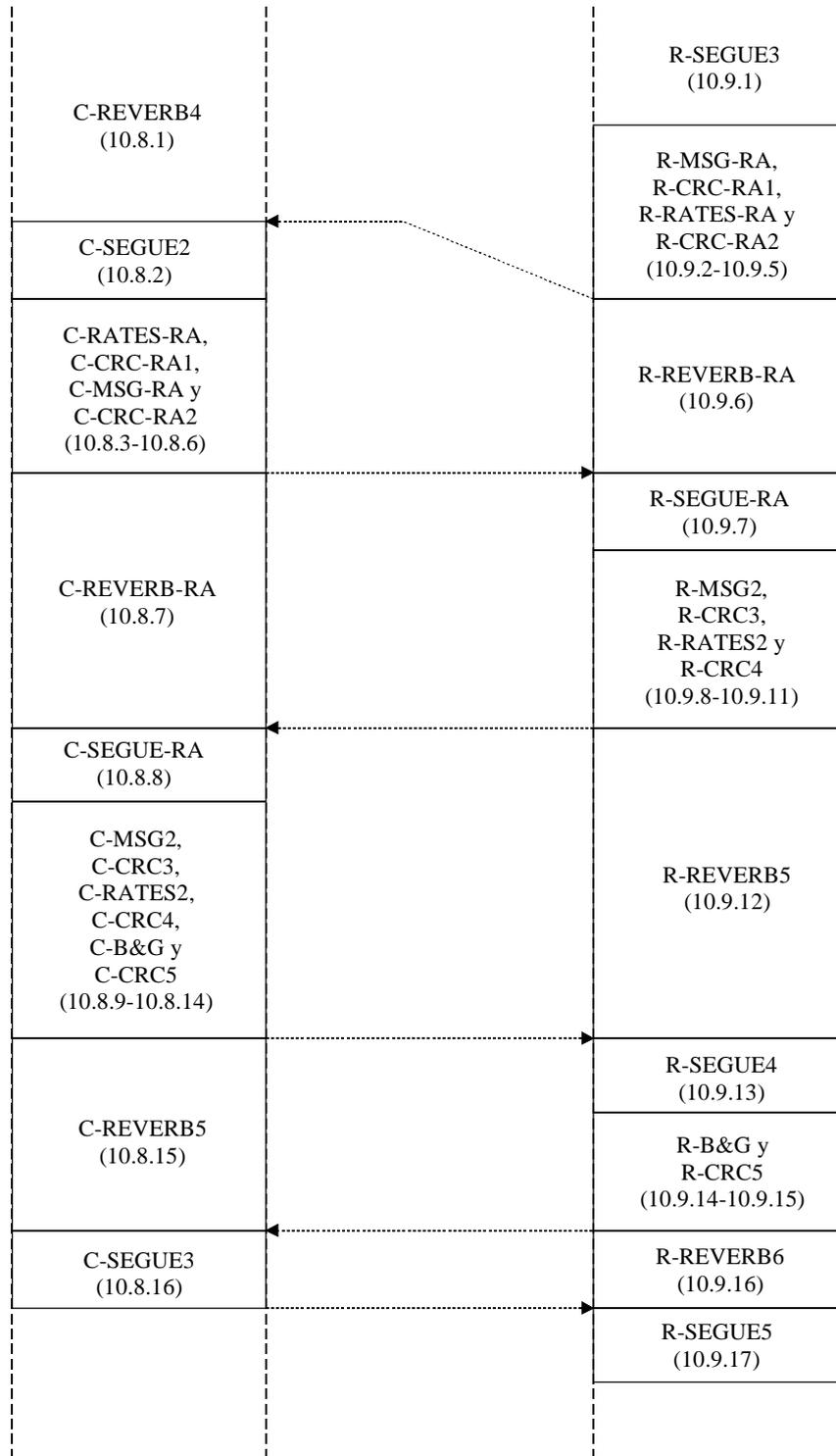
Para el anexo C, véase C.7.8.3.

### 10.7.9 R-REVERB4

R-REVERB4 es la misma señal que R-REVERB3 (véase 10.7.2). La duración de R-REVERB4 es de 128 símbolos. Esta señal marca el final del análisis del canal. R-REVERB4 es seguida inmediatamente por R-SEGUE3.

### 10.8 Intercambio – ATU-C

En la figura 10-4 se indica el diagrama de temporización del intercambio.



T1532640-99

Figura 10-4/G.992.1 – Diagrama de temporización del intercambio

Durante la operación de intercambio hay dos eventos que harán que la ATU-C se reinicie en C-SILENT1 (véase la Recomendación G.994.1): la expiración de temporización y la detección de errores por una suma de verificación de la CRC. El procedimiento de intercambio está, en parte, sincronizado entre la ATU-C y la ATU-R y, en parte, es interactivo. Durante la parte interactiva (C-REVERB4, C-REVERB5, C-REVERB-RA) se producirá una expiración de temporización cuando el tiempo transcurrido en el estado C-REVERB4 excede los 6000 símbolos o cuando en los estados C-REVERB-RA o C-REVERB5 excede los 4000 símbolos.

### 10.8.1 C-REVERB4

C-REVERB4 es similar a C-REVERB2 (véase 10.4.8); la única diferencia es la adición de un prefijo cíclico en cada símbolo, y una duración máxima de 6000 símbolos. C-REVERB4 continúa en el procedimiento de intercambio y su duración no es fija. Las características de expiración del temporizador de C-REVERB4 se definen en 10.8.4.

Si la ATU-C no detecta R-CRC-RA2 en el transcurso de 6000 símbolos, expirará el temporizador y se reiniciará en C-SILENT1 (véase la Recomendación G.994.1). Tras la detección de R-SEGUE3 a R-CRC-RA2, la ATU-C continuará transmitiendo C-REVERB4 durante otros 80 símbolos antes de pasar al estado C-SEGUE2.

### 10.8.2 C-SEGUE2

La señal C-SEGUE2 es la misma que C-SEGUE1 (véase 10.6.1); la única diferencia es la adición del prefijo cíclico. La duración de C-SEGUE2 es la de 10 periodos de símbolos. Después de C-SEGUE2, la ATU-C introducirá el estado C-RATES-RA para comenzar un segundo intercambio de velocidades.

### 10.8.3 C-RATES-RA

C-RATES-RA se utiliza a fin de enviar cuatro nuevas opciones para la configuración de transporte tanto en sentido ascendente como descendente. El contenido de C-RATES-RA no está limitado por mensajes previos (por ejemplo, por C-RATES1 y R-MSG-RA).

En general estas opciones están más próximas a la velocidad binaria óptima del canal que las de C-RATES1, y deben basarse en la información sobre el canal recibida en R-MSG-RA.

El formato de C-RATES-RA es el mismo que el de C-RATES1, a excepción de que no se transmite el prefijo de 4 bytes ( $55\ 55\ 55\ 55_{16}$ ) y que la señal se transmite 8 bits por símbolo, tal como se define para C-MSG2 (véase 10.8.9). La duración de C-RATES-RA es de 120 símbolos.

$\{RS_F, RS_I, S, I, FS(LS2)\}$  tendrá una sintaxis ampliada (en comparación con C-RATES1). Se trata de una cantidad de 10 bytes que comprende (1 byte cada uno):

- el campo  $RS_F$ , que contiene  $RS_F$ , el número de bytes de paridad por símbolo en la memoria tampón de datos rápidos en sentido descendente en los bits 5 (MSB) a 0 (LSB) con  $RS_F$  igual a  $R_F$  ( $R_F$  está definido en 7.4.1.2.1);
- el campo  $RS_I$  que contiene:
  - el valor de  $RS_I$ , el número de bytes de paridad por símbolo en la memoria tampón de datos intercalados en sentido descendente, en los bits 5 (MSB) a 0 (LSB), con  $RS_I$  igual a  $R_I/S$  ( $R_I$  y  $S$  están definido en 7.4.1.2.2); y
  - el bit más significativo  $B_8$  de  $B_I$  (AS0), el número de bytes de cabida útil en el canal portador AS0 en la memoria tampón de datos intercalados en sentido descendente, en el bit 7;

- el campo  $S$ , que contiene:
  - el valor de  $S$ , el número de símbolos por palabra de código (en sentido descendente) en los bits 5 (MSB) a 0 (LSB). La necesidad de utilizar  $S = 1/2$  quedaría indicada por  $K_I + R_I > 255$  (véanse 7.4.1.2.2 y 7.6.4). No obstante, los bits 5-0 del campo  $S$  se codificarán  $\{000000_2\}$  para indicar  $S = 1/2$ ;
  - los dos bits más significativos,  $I_9$  e  $I_8$ , de la profundidad de datos intercalados en sentido descendente en palabras de código,  $I$ , en los bits 7 y 6;
- el campo  $I$ , que contiene los 8 bits menos significativos,  $I_7$  a  $I_0$ , de la profundidad de datos intercalados en sentido descendente en palabras de código;
- el campo  $FS(LS2)$ , que contiene 8 bits cero;
- las mismas cinco cantidades  $\{RS_F, RS_I, S, I, FS(LS2)\}$  en el sentido ascendente (un bit cada uno, en ese orden).

Las cuatro opciones se transmiten en orden de preferencia decreciente. En el cuadro 10-10 figura un resumen de C-RATES-RA y en el cuadro 10-11, un resumen de los campos RRSI.

**Cuadro 10-10/G.992.1 – C-RATES-RA**

	Opción 1			Opción 2			Opción 3			Opción 4		
	$B_F$	$B_I$	$RRSI$									
Número de bytes	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

**Cuadro 10-11/G.992.1 – Campos RRSI de C-RATES-RA**

	← bits →								
campos	7	6	5	4	3	2	1	0	
$RS_F$	0	0	valor de $RS_F$						
			MSB					LSB	
$RS_I$	$B_8$ (AS0)	0	valor de $RS_I$						
			MSB					LSB	
$S$	$I_9$	$I_8$	valor de $S$						
			MSB					LSB	
$I$	$I_7$	$I_6$	$I_5$	$I_4$	$I_3$	$I_2$	$I_1$	$I_0$	
$FS(LS2)$	valor de $FS(LS2)$ puesto a $\{00000000_2\}$								

#### 10.8.4 C-CRC-RA1

C-CRC-RA1 es una verificación por redundancia cíclica para la detección de errores en la recepción de C-RATES-RA en la ATU-R. Su relación con C-RATES-RA1 es la misma que la de C-CRC3 con C-MSG2 (véase 10.8.10). Sus 16 bits se transmitirán en 2 símbolos (véase 10.8.9). Después de C-CRC-RA1, la ATU-C introducirá el estado C-MSG-RA.

### 10.8.5 C-MSG-RA

C-MSG-RA tiene el mismo formato que C-MSG1; en el cuadro 10-12 figura la asignación de bits.

**Cuadro 10-12/G.992.1 – Asignación de 48 bits de C-MSG-RA**

Sufijo(s) de $m_i$ (nota 1)	Parámetro (nota 2)
47-44	Nuevo margen de ruido ATU-R mínimo en sentido descendente requerido en la inicialización
43-38	Margen de ruido ATU-R mínimo en sentido descendente requerido en el estado estacionario (-32 a +31 dB)
37-32	Margen de ruido ATU-R máximo en sentido descendente permitido en la inicialización y en el estado estacionario (-32 a +31 dB)
31-0	Reservado para utilización futura

NOTA 1 – En los campos separados los bits menos significativos tienen los subíndices más bajos.  
NOTA 2 – Todos los bits reservados se pondrán a "0".  
NOTA 3 – En la Recomendación G.997.1 se definen los valores mínimos y máximos.  
NOTA 4 – Únicamente se comunican a la ATU-R los márgenes de ruido ATU-R mínimos y máximos en sentido descendente. Esta información es necesaria para el cálculo de la tabla B&G en sentido descendente en la ATU-R. Los márgenes de ruido ATU-C mínimos y máximos en sentido ascendente se utilizan localmente en la ATU-C para el cálculo de la tabla B&G en sentido ascendente.

Los 48 bits se transmiten en 6 símbolos (véase 10.8.9). Después de C-MSG-RA, la ATU-C introducirá el estado C-CRC-RA2.

### 10.8.6 C-CRC-RA2

C-CRC-RA2 es una verificación por redundancia cíclica para la detección de errores en la recepción de C-MSG-RA en la ATU-R. Su relación con C-MSG-RA es la misma que la de C-CRC3 con C-MSG2 (véase 10.8.10). Sus 16 bits se transmitirán en 2 símbolos (véase 10.8.5). Después de C-CRC-RA2, la ATU-C introducirá el estado C-REVERB-RA.

### 10.8.7 C-REVERB-RA

C-REVERB-RA es la misma que C-REVERB4. No obstante, si la ATU-C no detecta R-SEGUE-RA en el transcurso de 4000 símbolos, el temporizador expirará y se reiniciará en C-SILENT1 (véase la Recomendación G.994.1). Tras la detección de R-CRC4, la ATU-C continuará transmitiendo C-REVERB-RA durante, otros 80 símbolos como mínimo antes de pasar al estado C-SEGUE-RA.

### 10.8.8 C-SEGUE-RA

C-SEGUE-RA es la misma que C-SEGUE2. Después de C-SEGUE-RA, la ATU-C introducirá el estado C-MSG2.

### 10.8.9 C-MSG2

C-MSG2 transmite a la ATU-R una señal de mensaje de 32 bits. Este mensaje comprende el número total de bits por símbolo soportados, la atenuación de bucle estimada en sentido ascendente y el margen de calidad de funcionamiento con la opción velocidad seleccionada. El mensaje,  $m$ , se define así:

$$m = \{m_{31}, m_{30}, \dots, m_1, m_0\} \quad (10-8)$$

siendo  $m_0$  el bit que se transmite primero. Los componentes del mensaje se definen en las subcláusulas siguientes, y sus posiciones asignadas en el mensaje compuesto,  $m$ , se definen en el cuadro 10-13.

**Cuadro 10-13/G.992.1 – Asignación de 32 bits de C-MSG2**

Sufijo(s) de $m_i$ (nota 1)	Parámetro (nota 2)
31-26	Atenuación media de bucle estimada
25-21	Reservado para utilización futura
20-16	Margen de calidad de funcionamiento con opción velocidad seleccionada
15-9	Reservado para utilización futura
8-0	Número total de bits admitidos
NOTA 1 – En los campos separados, los bits menos significativos tienen los subíndices más bajos.	
NOTA 2 – Todos los bits reservados se pondrán a "0".	

Para comunicar el mensaje de 32 bits se utiliza un total de 4 periodos de símbolos con 8 bits transmitidos en cada símbolo. Se codifican dos bits en cada una de las subportadoras numeradas  $n_{1C-MSG2}$  a  $(n_{1C-MSG2} + 3)$  utilizando la identificación de constelación 4-QAM que figura en 7.11.3 (para el símbolo de sincronización) y en 10.4.5 (para C-REVERB1). Los mismos dos bits se codifican también de la misma forma en un conjunto de portadoras de reserva, es decir, subportadoras  $n_{2C-MSG2}$  a  $(n_{2C-MSG2} + 3)$ . El byte menos significativo del mensaje se transmite en el primer símbolo de C-MSG2, con los dos bits menos significativos de cada byte codificados en portadoras  $n_{1C-MSG2}$  y  $n_{2C-MSG2}$ . Además, el piloto, subportadora  $n_{C-PILOT1}$ , será modulado con (+,+). Después de C-MSG2, la ATU-C introducirá el estado de señalización C-CRC3.

$n_{1C-MSG2}$  y  $n_{2C-MSG2}$  se utilizarán tal como se definen en los anexos A, B y C.

Para el anexo A, véase A.3.8.

Para el anexo B, véase B.3.9.

Para el anexo C, véase C 7.9.1.

### **10.8.9.1 Atenuación media de bucle estimada en sentido ascendente**

Durante el análisis del canal, el receptor ATU-C estima la ganancia de canal en sentido ascendente de cada subportadora en preparación a fin de calcular la SNR para cada tono; calculará además la atenuación media de bucle. Esta atenuación se define como la diferencia entre la potencia de transmisión máxima total (definida en A.2.4.3.3 para los anexos A y C, y en B.2.2.3.2 para el anexo B) y la potencia recibida total, que se redondea al 0,5 dB más próximo.

Para los anexos A y C, véase A.3.2.

Para el anexo B, véase B.3.4.

La atenuación se codifica en los bits 31-26 de C-MSG2 como la representación binaria entera del doble de la atenuación (por ejemplo, si la atenuación media es de 21,5 dB, entonces  $\{m_{31}, \dots, m_{26}\} = 101011_2$ ).

### **10.8.9.2 Margen de calidad de funcionamiento con opción velocidad seleccionada**

El receptor ATU-C seleccionará una de las opciones de velocidades enviadas desde la ATU-C durante C-RATES-RA con un margen satisfactorio de calidad de funcionamiento en sentido ascendente. Esta opción seleccionada se codifica en C-RATES2. Este margen (que se redondea al dB más próximo) se codifica en los bits 20-16 de C-MSG2 utilizando una representación binaria convencional (por ejemplo, si el margen es 9 dB, entonces  $\{m_{20}, \dots, m_{16}\} = 01001_2$ ).

### **10.8.9.3 Número total de bits por símbolo soportado**

El receptor ATU-C calculará también el número máximo de bits por símbolo que el canal en sentido ascendente puede soportar con el margen de calidad de funcionamiento definido en C-MSG-RA a

una velocidad de error de  $10^{-7}$ . Este número se codifica en los bits 8-0 utilizando la representación binaria convencional [por ejemplo, si el número máximo de bits que puede ser admitido es 127 (velocidad de datos = 508 kbit/s),  $\{m_8, \dots, m_0\} = 00111111_2$ ].

### 10.8.10 C-CRC3

C-CRC3 es una verificación por redundancia cíclica para la detección de errores en la recepción de C-MSG2 en la ATU-R. El polinomio  $c(D)$  y el polinomio generador  $g(D)$  de la CRC son los mismos que para C-CRC1, definidos en 10.6.3. Estos 16 bits se transmitirán en periodos de 2 símbolos utilizando el método descrito en 10.8.9. Después de C-CRC3, la ATU-C introducirá el estado C-RATES2.

### 10.8.11 C-RATES2

C-RATES2 es la respuesta a R-RATES-RA. Combina la opción seleccionada en sentido descendente y la seleccionada en sentido ascendente. De esta forma transmite la decisión final sobre las velocidades que utilizará en ambos sentidos.

La ATU-C no modificará la opción en sentido descendente de la seleccionada en R-RATES2.

La longitud de C-RATES2 es de 8 bits, y el diagrama de bits para C-RATES2 figura en el cuadro 10-14. Se reservan para una futura utilización otros diagramas de bits que no se indican en el cuadro. Si no se puede aplicar ninguna de las opciones requeridas durante C-RATES1 o C-RATES-RA, la ATU-C vuelve entonces a C-SILENT1 (véase la Recomendación G.994.1) a efectos de reacondicionamiento. Se utiliza un periodo de símbolo para transmitir estos 8 bits utilizando el método descrito en 10.8.9. Después de C-RATES2, la ATU-C introducirá el estado de señalización C-CRC4.

**Cuadro 10-14/G.992.1 – Diagrama de bits para C-RATES2**

(Sentido descendente, sentido ascendente)	Diagrama de bits para C-RATES2 (MSB primero) (nota)
(opción 1, opción 1)	00010001 <sub>2</sub>
(opción 1, opción 2)	00010010 <sub>2</sub>
(opción 1, opción 3)	00010100 <sub>2</sub>
(opción 1, opción 4)	00011000 <sub>2</sub>
(opción 2, opción 1)	00100001 <sub>2</sub>
(opción 2, opción 2)	00100010 <sub>2</sub>
(opción 2, opción 3)	00100100 <sub>2</sub>
(opción 2, opción 4)	00101000 <sub>2</sub>
(opción 3, opción 1)	01000001 <sub>2</sub>
(opción 3, opción 2)	01000010 <sub>2</sub>
(opción 3, opción 3)	01000100 <sub>2</sub>
(opción 3, opción 4)	01001000 <sub>2</sub>
(opción 4, opción 1)	10000001 <sub>2</sub>
(opción 4, opción 2)	10000010 <sub>2</sub>

**Cuadro 10-14/G.992.1 – Diagrama de bits para C-RATES2 (fin)**

(Sentido descendente, sentido ascendente)	Diagrama de bits para C-RATES2 (MSB primero) (nota)
(opción 4, opción 3)	10000100 <sub>2</sub>
(opción 4, opción 4)	10001000 <sub>2</sub>
Todas las opciones fallan	00000000 <sub>2</sub>
NOTA – Todos los diagramas de bits que no figuran en este cuadro se reservan para utilización futura.	

### 10.8.12 C-CRC4

C-CRC4 es una verificación por redundancia cíclica para la detección de errores en la recepción de C-RATES2 en la ATU-R. Su relación con C-RATES2 es la misma que la de C-CRC3 con C-MSG2. Sus 16 bits se transmitirán en 2 símbolos (véase 10.8.11). Después de C-CRC4, la ATU-C introducirá el estado C-B&G.

### 10.8.13 C-B&G

Para el anexo B, véase B.3.12.

Para el anexo C, véase C.7.9.2.

C-B&G se utilizará para transmitir a la ATU-R los bits y la información de ganancia,  $\{b_1, g_1, b_2, g_2, \dots, b_{31}, g_{31}\}$ , que se han de utilizar en las portadoras en sentido ascendente. El elemento  $b_i$  indica el número de bits que el transmisor ATU-R codificará en la  $i$ -ésima portadora en sentido ascendente;  $g_i$  indica el factor de escala, relativo a la ganancia utilizada para esa portadora durante la transmisión de R-MEDLEY, que se aplicará a la  $i$ -ésima portadora en sentido ascendente. Puesto que no se transmitirá ningún bit ni energía en DC o a la mitad de la velocidad de muestreo, se supone que  $b_0, g_0, b_{32}$  y  $g_{32}$  están puestos a cero y no serán transmitidos.

Cada  $b_i$  se representará como un entero de 4 bits sin signo, cuyos  $b_i$  válidos corresponden a la gama de 0 a  $N_{\text{upmax}}$ , el número máximo de bits que la ATU-R está preparada para modular en cualquier subportadora, que se comunica en R-MSG1.

Cada  $g_i$  se representará como una cantidad de 12 bits con punto fijo sin signo, cuyo punto binario se supone que se encuentra a la derecha del tercer bit más significativo. Por ejemplo, un  $g_i$  con representación binaria (el bit más significativo enumerado primero) 001.01000000<sub>2</sub> podría dar instrucciones a la ATU-R para que aplique la constelación para la portadora  $i$ , mediante un factor de ganancia de 1,25, de modo que la potencia en esa portadora será 1,94 dB más alta que durante R-MEDLEY.

Para las subportadoras en las que no se va a transmitir ningún dato y el receptor no asignará nunca bits (por ejemplo, subportadoras fuera de banda) tanto  $b_i$  como  $g_i$  se pondrán a cero (0000<sub>2</sub> y 00000000 0000<sub>2</sub>, respectivamente). Para subportadoras en las que no se va a transmitir ningún dato pero el receptor puede asignar bits posteriormente (por ejemplo, como resultado de una mejora de la SNR),  $b_i$  se pondrá a cero y  $g_i$  a un valor en la gama 0,19 a 1,33 (000.00110000<sub>2</sub> a 001.01010101<sub>2</sub>).

Se establecerá la correspondencia de la información C-B&G en un mensaje  $m$  de 496 bits (62 bytes) definido por:

$$m = \{m_{495}, m_{494}, \dots, m_1, m_0\} = \{g_{31}, b_{31}, \dots, g_1, b_1\}, \quad (10-9)$$

con el MSB de  $b_i$  y  $g_i$  en el índice  $m$  más alto y siendo  $m_0$  el bit que se transmite primero. El mensaje  $m$  se transmitirá en 62 símbolos utilizando el método de transmisión descrito en 10.8.9.

Después de C-B&G, la ATU-C introducirá el estado C-CRC5.

#### **10.8.14 C-CRC5**

C-CRC5 es una verificación por redundancia cíclica para la detección de errores en la recepción de C-B&G en la ATU-R. Su relación con C-B&G es la misma que la de C-CRC3 con C-MSG2. Sus 16 bits se transmitirán en dos símbolos (véase 10.8.9). Después de C-CRC5, la ATU-C introducirá el estado C-REVERB5.

#### **10.8.15 C-REVERB5**

C-REVERB5 es la misma que C-REVERB4 (véase 10.8.1). La única diferencia es la duración máxima de 4000 símbolos. La duración de C-REVERB5 depende del estado de la ATU-R y del procesamiento interno de la ATU-C. La ATU-C transmitirá C-REVERB5 hasta que reciba, verifique la fiabilidad y establezca en el transmisor ATU-C los bits en sentido descendente y la información de ganancia contenida en R-B&G. Si en el transcurso de 4000 símbolos no recibe, verifica ni establece los bits ni la información de ganancia, la ATU-C se desactivará y reiniciará en C-SILENT1 (véase la Recomendación G.994.1). La ATU-C introducirá el estado C-SEGUE3 en cuanto esté preparada para transmitir, según las condiciones especificadas en R-B&G.

#### **10.8.16 C-SEGUE3**

Se utiliza C-SEGUE3 para notificar a la ATU-R que la ATU-C está a punto de introducir el estado de señalización estacionario C-SHOWTIME. La señal C-SEGUE3 es la misma que C-SEGUE2 (véase 10.8.2). La duración de C-SEGUE3 es de periodos de 10 símbolos. Después de C-SEGUE3, la ATU-C ha completado la inicialización e introducirá el estado C-SHOWTIME.

### **10.9 Intercambio – ATU-R**

Durante el intercambio hay dos casos que ocasionarán la reiniciación de la ATU-R: fin de la temporización y detección de errores por una suma de verificación CRC. Ambos activarán una reiniciación en R-SILENT0 (véase la Recomendación G.994.1). El procedimiento de intercambio está, en parte, sincronizado entre la ATU-C y la ATU-R y, en parte, es interactivo. Durante las partes interactivas (R-REVERB-RA, R-REVERB5 y R-REVERB6) se producirá la expiración del temporizador cuando el tiempo transcurrido en cada estado exceda los 4000 símbolos.

#### **10.9.1 R-SEGUE3**

La señal R-SEGUE3 es la misma que R-SEGUE2 (véase 10.7.3). La duración de R-SEGUE3 es de 10 periodos de símbolos. Después de R-SEGUE3, la ATU-R introducirá el estado R-MSG-RA para comenzar un segundo intercambio de velocidades.

#### **10.9.2 R-MSG-RA**

R-MSG-RA es similar a R-MSG2, aunque ampliada en 80 bits. En el cuadro 10-15 figuran las asignaciones de bits.

**Cuadro 10-15/G.992.1 – Asignación de 80 bits de R-MSG-RA**

Sufijo(s) de $m_i$ (nota 1)	Parámetro (nota 2)
79-56	Reservado para utilización futura
55-49	Número de bytes de tara RS (R)
48-40	Número de bytes de cabida útil RS (K)
39-32	Número de datos que transportan tonos (ncloaded)
31-25	Atenuación de bucle media estimada
24-21	Ganancia de codificación
20-16	Margen de calidad de funcionamiento con opción velocidad seleccionada
15-14	Reservado para utilización futura
13-12	Profundidad de datos intercalados máxima
11-0	Número total de bits por símbolo DMT, $B_{\max}$
NOTA 1 – En los campos separados, los bits menos significativos tienen los subíndices más bajos.	
NOTA 2 – Todos los bits reservados se pondrán a "0".	

Para el anexo C, véase C.7.10.1.

#### **10.9.2.1 Número de bytes de tara RS (R)**

Es el parámetro R ( $R_I$  o  $R_F$ , definido en 7.4.1.2) utilizado para calcular  $B_{\max}$ .

Este parámetro se calculará suponiendo una operación de latencia simple con  $S \leq 1$ .

#### **10.9.2.2 Número de bytes de cabida útil RS (K)**

Es el parámetro K ( $K_i$  o  $K_F$ , definido en 7.4.1.2) utilizado para calcular  $B_{\max}$ .

Este parámetro se calculará suponiendo una operación de latencia simple con  $S \leq 1$ .

#### **10.9.2.3 Número de datos que transportan tonos (ncloaded)**

Éste es el número de subportadoras con  $b_i > 0$  utilizado para calcular  $B_{\max}$ .

#### **10.9.2.4 Atenuación media de bucle estimada**

Este parámetro será definido como en R-MSG2, véase 10.9.8.

#### **10.9.2.5 Ganancia de codificación**

Ganancia de codificación de FEC RS y codificación reticular utilizadas para calcular  $B_{\max}$ .

La ganancia de codificación se expresa en pasos de 0,5 dB en la gama 0 a 7,5 dB.

#### **10.9.2.6 Margen de calidad de funcionamiento con opción velocidad seleccionada**

Este parámetro se definirá como en R-MSG2, véase 10.9.8. Si R-RATES-RA indica "sin opción seleccionada", este parámetro se pondrá a "0" o reflejará el margen de calidad de funcionamiento en dB correspondiente a  $B_{\max}$  (que puede ser de 0 a 3 dB por encima del margen SNR mínimo requerido).

#### **10.9.2.7 Profundidad máxima de intercalamiento**

Este parámetro reflejará la profundidad máxima de intercalamiento admitida por el receptor ATU-R definida en el cuadro 10-16.

**Cuadro 10-16/G.992.1 – Fijación de bits para la profundidad máxima de intercalamiento**

Bit 13	Bit 12	D <sub>máx</sub>
0	0	64 (obligatorio)
0	1	128 (optativo)
1	0	256 (optativo)
1	1	512 (optativo)

**10.9.2.8 Número total de bits soportados (B<sub>máx</sub>)**

Este parámetro se definirá como en R-MSG2, véase 10.9.8. Si la ATU-C y la ATU-R soportan la codificación reticular, se dará por supuesta dicha codificación cuando se calcula B<sub>máx</sub>.

Entre B<sub>máx</sub>, nloaded, K y R existen las siguientes relaciones:

con codificación reticular      $B_{máx} = 8 \times (K + R/S) + \text{redondeo}(nloaded/2) + 4 = \Sigma b_i$   
sin codificación reticular      $B_{máx} = 8 \times (K + R/S) = \Sigma b_i$

Para el anexo C, véase C.7.10.1.1.

**10.9.3 R-CRC-RA1**

R-CRC-RA1 es una verificación por redundancia cíclica para la detección de errores en la recepción de R-MSG-RA. Su relación con R-MSG-RA es la misma que la de R-CRC3 con R-MSG2. Después de R-CRC-RA1, la ATU-R introducirá el estado R-RATES-RA.

**10.9.4 R-RATES-RA**

R-RATES-RA es la respuesta a C-RATES1 basada en los resultados del análisis del canal en sentido descendente y es similar a R-RATES2. En vez de enumerar B<sub>F</sub>, B<sub>I</sub> como en C-RATES1, la ATU-R realiza uno de los siguientes procedimientos:

- devuelve únicamente el número de opción de la velocidad de datos más alta que puede ser soportada basándose en la SNR medida del canal en sentido descendente (sin tener en cuenta la resistencia al ruido impulsivo);
- indica que no se efectuó en ese momento ninguna selección de opciones, pero que se efectuará más tarde sobre la base de la información de C-RATES-RA;
- indica que no se puede aplicar ninguna de las opciones solicitadas durante C-RATES1.

Como en R-RATES2, se utilizan 4 bits para el número de opción. Se utiliza un total de 8 bits para R-RATES-RA, y en el cuadro 10-17 se muestran los diagramas de bits. Otros diagramas de bits no especificados en el cuadro se reservan para una futura utilización. Se utiliza un periodo de símbolo para transmitir estos 8 bits utilizando el método descrito en 10.9.8. Después de R-RATES-RA, la ATU-R introducirá el estado R-CRC-RA2.

El formato de R-RATES-RA es el mismo que el de R-RATES2, a excepción del diagrama de bits adicional utilizado para indicar "sin opción seleccionada".

**Cuadro 10-17/G.992.1 – Diagrama de bits para R-RATES-RA**

Sentido descendente	Diagrama de bits para R-RATES-RA (MSB primero)
Opción 1	00010001 <sub>2</sub>
Opción 2	00100010 <sub>2</sub>
Opción 3	01000100 <sub>2</sub>
Opción 4	10001000 <sub>2</sub>
Sin opción seleccionada	00000001 <sub>2</sub>
Todas las opciones fallan	00000000 <sub>2</sub>
NOTA – Todos los demás diagramas de bits que no figuran en este cuadro se reservan para una futura utilización.	

### 10.9.5 R-CRC-RA2

R-CRC-RA2 es una verificación por redundancia cíclica para la detección de errores en la recepción de R-RATES-RA. Su relación con R-RATES-RA es la misma que la de R-CRC3 con R-MSG2. Después de R-CRC-RA2, la ATU-R introducirá el estado R-REVERB-RA.

### 10.9.6 R-REVERB-RA

R-REVERB-RA es la misma que R-REVERB3 (véase 10.7.2). La duración de R-REVERB-RA depende del estado de señalización de la ATU-C y del procesamiento interno de la ATU-R, aunque tiene un máximo de 4000 símbolos. La ATU-R transmitirá R-REVERB-RA hasta que reciba y verifique la fiabilidad de los bits en sentido ascendente y la información de ganancia contenida en C-RATES-RA. Tras recibir C-CRC-RA2, la ATU-R continuará transmitiendo R-REVERB-RA durante otros 64 símbolos e introducirá entonces R-SEGUE-RA.

Si no ha detectado satisfactoriamente todas las señales de control en el transcurso de 4000 símbolos, expirará la temporización y se reiniciará en R-SILENT0 (véase la Recomendación G.994.1).

### 10.9.7 R-SEGUE-RA

R-SEGUE-RA es la misma que R-SEGUE4. Después de R-SEGUE-RA, la ATU-R introducirá el estado R-MSG2.

### 10.9.8 R-MSG2

R-MSG2 transmite una señal de mensaje de 32 bits a la ATU-C. Este mensaje incluye el número total de bits por símbolo soportado, la atenuación de bucle en sentido descendente estimada y el margen de calidad de funcionamiento con la opción velocidad seleccionada. El mensaje,  $m$ , se define así:

$$m = \{m_{31}, m_{30}, \dots, m_1, m_0\} \quad (10-10)$$

siendo  $m_0$  el bit que se transmite primero. Los componentes del mensaje se definen en las subcláusulas siguientes, y sus posiciones asignadas en el mensaje compuesto,  $m$ , se definen en el cuadro 10-18.

**Cuadro 10-18/G.992.1 – Asignación de 32 bits de R-MSG2**

Sufijo(s) de $m_i$ (nota 1)	Parámetro (nota 2)
31-25	Atenuación media de bucle estimada
24-21	Reservado para utilización futura
20-16	Margen de calidad de funcionamiento con opción velocidad seleccionada
15-12	Reservado para utilización futura
11-0	Número total de bits admitidos
NOTA 1 – En los campos separados, los bits menos significativos tienen los subíndices más bajos.	
NOTA 2 – Todos los bits reservados se pondrán a "0".	

Para comunicar el mensaje de 32 bits se utiliza un total de 4 periodos de símbolos con 8 bits transmitidos en cada símbolo. Se codifican dos bits en cada una de las subportadoras numeradas  $n_{1R-MSG2}$  a  $(n_{1R-MSG2} + 3)$  utilizando la identificación de constelación 4-QAM que figura en 8.11.3 (para el símbolo de sincronización) y en 10.4.5 (para C-REVERB1). Los mismos dos bits se codifican también de la misma forma en un conjunto de portadoras de reserva, es decir, subportadoras  $n_{2R-MSG2}$  a  $(n_{2R-MSG2} + 3)$ . El byte menos significativo del mensaje se transmite en el primer símbolo de R-MSG2, con los dos bits menos significativos de cada byte codificados en portadoras  $n_{1R-MSG2}$  y  $n_{2R-MSG2}$ . Después de R-MSG2, la ATU-R introducirá el estado de señalización R-CRC3.

$n_{1R-MSG2}$  y  $n_{2R-MSG2}$  se utilizarán tal como se definen en los anexos A, B y C.

Para el anexo A, véase A.3.9.

Para el anexo B, véase B.3.10.

Para el anexo C, véase C.7.10.2.

### **10.9.8.1 Atenuación media de bucle estimada en sentido descendente**

Durante el análisis del canal, el receptor ATU-R estima la ganancia de canal en sentido descendente de cada subportadora en preparación a fin de calcular la SNR para cada tono; calculará además la atenuación media de bucle. Esta atenuación se define como la diferencia entre la potencia de transmisión máxima total de la ATU-C (definida en A.1.2.3.3 para los anexos A y C, y B.1.3.2.2 para el anexo B, teniendo en cuenta la reducción de energía) y la potencia recibida total, que se redondea al 0,5 dB más próximo.

Para el anexo A y C, véase A.3.3.

Para el anexo B, véase B.3.5.

La atenuación se codifica en los bits 31-25 de R-MSG2 como la representación binaria entera del doble de la atenuación [por ejemplo, si la atenuación media es de 21,5 dB, entonces  $\{m_{31}, \dots, m_{25}\} = 0101011_2$ ].

### **10.9.8.2 Margen de calidad de funcionamiento con opción velocidad seleccionada**

El receptor ATU-R seleccionará una de las opciones de velocidades enviadas desde la ATU-C durante C-RATES1 o C-RATES-RA con un margen satisfactorio de calidad de funcionamiento en sentido ascendente. Esta opción seleccionada se codifica en R-RATES2. Este margen (que se redondea al dB más próximo) se codifica en los bits 20-16 de R-MSG2 utilizando una representación binaria convencional [por ejemplo, si el margen es 9 dB, entonces  $\{m_{20}, \dots, m_{16}\} = 01001_2$ ].

### 10.9.8.3 Número total de bits por símbolo soportados

El receptor ATU-R calculará también el número máximo de bits por símbolo que el canal en sentido descendente puede soportar con el margen de calidad de funcionamiento definido en C-MSG1 o C-MSG-RA a una velocidad de error de  $10^{-7}$ . Este número se codifica en los bits 11-0 utilizando una representación binaria convencional [por ejemplo, si el número máximo de bits que puede ser soportado es 1724 (velocidad de datos = 6896 kbit/s),  $\{m_{11}, \dots, m_0\} = 11010111100_2$ ].

Para el anexo C, véase C.7.10.2.1.

### 10.9.9 R-CRC3

R-CRC3 es una verificación por redundancia cíclica para la detección de errores en la recepción de R-MSG2 en la ATU-C. El polinomio  $c(D)$  y el polinomio generador  $g(D)$  de la CRC son los descritos en 10.6.3. Estos bits se transmiten en periodos de 2 símbolos utilizando el método descrito en 10.9.8. Después de R-CRC3, la ATU-R introducirá el estado R-RATES2.

### 10.9.10 R-RATES2

R-RATES2 es la respuesta a C-RATES-RA basada en los resultados del análisis del canal en sentido descendente. En vez de enumerar  $B_F$ ,  $B_I$  como en C-RATES1, la ATU-R devuelve únicamente el número de opción de la velocidad de datos seleccionada que puede ser soportada basándose en la SNR medida del canal en sentido descendente (sin tener en cuenta la resistencia al ruido impulsivo). Como en R-RATES2, se utilizan 4 bits para el número de opción. Se utiliza un total de 8 bits para R-RATES2, y en el cuadro 10-19 se muestran los diagramas de bits. Otros diagramas de bits no especificados en el cuadro se reservan para una futura utilización. Si no se puede aplicar ninguna de las opciones requeridas durante C-RATES1, la ATU-R vuelve a R-SILENT0 (véase la Recomendación G.994.1) a efectos de reacondicionamiento. Se utiliza un periodo de símbolo para transmitir estos 8 bits utilizando el método descrito en 10.9.8. Después de R-RATES2, la ATU-R introducirá el estado R-CRC4.

**Cuadro 10-19/G.992.1 – Diagrama de bits para R-RATES2**

Sentido descendente	Diagrama de bits para R-RATES2 (MSB primero)
Opción 1	00010001 <sub>2</sub>
Opción 2	00100010 <sub>2</sub>
Opción 3	01000100 <sub>2</sub>
Opción 4	10001000 <sub>2</sub>
Todas las opciones fallan	00000000 <sub>2</sub>
NOTA – Todos los demás diagramas de bits que no figuran en este cuadro se reservan para una futura utilización.	

Si se determina que no se puede aplicar ninguna de las cuatro opciones con la conexión, la ATU-R volverá a R-SILENT0 (véase la Recomendación G.994.1) a efectos de reacondicionamiento.

### 10.9.11 R-CRC4

R-CRC4 es una verificación por redundancia cíclica para la detección de errores en la recepción de R-RATES2 en la ATU-C. Su relación con R-RATES2 es la misma que la de R-CRC3 con R-MSG2. Después de R-CRC4, la ATU-R introducirá el estado R-REVERB5.

### 10.9.12 R-REVERB5

R-REVERB5 es la misma que R-REVERB3 (véase 10.7.2). La duración de R-REVERB5 depende del estado de señalización de la ATU-C y del procesamiento interno de la ATU-R, aunque tiene un máximo de 4000 símbolos. La ATU-R transmitirá R-REVERB5 hasta que reciba y verifique la fiabilidad de los bits en sentido ascendente y la información de ganancia contenida en C-B&G. Tras recibir C-CRC5, la ATU-R continuará transmitiendo R-REVERB5 durante otros 64 símbolos e introducirá entonces R-SEGUE4. Si no ha detectado satisfactoriamente todas las señales de control en el transcurso de 4000 símbolos, expirará la temporización y se reiniciará en R-SILENT0 (véase la Recomendación G.994.1).

### 10.9.13 R-SEGUE4

La finalidad de R-SEGUE4 es notificar a la ATU-C que la ATU-R está a punto de introducir R-B&G. R-SEGUE4 es la misma que R-SEGUE3 (véase 10.9.1). La duración de R-SEGUE4 es de periodos de 10 símbolos. Después de R-SEGUE4, la ATU-R introducirá el estado R-B&G.

### 10.9.14 R-B&G

La finalidad de R-B&G es transmitir a la ATU-C los bits y la información de ganancia,  $\{b_1, g_1, b_2, g_2, \dots, b_{255}, g_{255}\}$ , que se ha de utilizar en las subportadoras en sentido descendente. El elemento  $b_i$  indica el número de bits que el transmisor ATU-C codificará en la  $i$ -ésima subportadora en sentido descendente;  $g_i$  indica el factor de escala, relativo a la ganancia utilizada para esa portadora durante la transmisión de C-MEDLEY, que se aplicará a la  $i$ -ésima subportadora en sentido descendente. Puesto que no se transmitirá ningún bit ni energía en c.c. o a la mitad de la velocidad de muestreo, se supone que  $b_0, g_0, b_{256}$  y  $g_{256}$  están puestos a cero y no serán transmitidos. Dado que la subportadora  $N_{\text{pilot}}$ ,  $b(N_{\text{pilot}})$ , se reserva como tono piloto, se pondrá a 0 y  $g(N_{\text{pilot}})$  se pondrá a  $g_{\text{sync}}$ .  $N_{\text{pilot}}$  y  $g_{\text{sync}}$  se definen en los anexos A, B y C. El valor de  $g_{\text{sync}}$  representa el ajuste de ganancia aplicado al símbolo de sincronización.

Cada  $b_i$  se representa como un entero de 4 bits sin signo, cuyos  $b_i$  válidos corresponden a la gama de 0 a  $N_{\text{downmax}}$ , el número máximo de bits que la ATU-C está preparada para modular en cualquier subportadora, que se comunica en C-MSG1.

Cada  $g_i$  se representa como una cantidad de 12 bits con punto fijo sin signo, cuyo punto binario se supone que se encuentra a la derecha del tercer bit más significativo. Por ejemplo, un  $g_i$  con representación binaria (el bit más significativo enumerado primero)  $001.01000000_2$  podría dar instrucciones a la ATU-C para que aplique la constelación para la portadora  $i$ , mediante un factor de ganancia de 1,25, de modo que la potencia en esa portadora será 1,94 dB más alta que durante C-MEDLEY.

Para las subportadoras en las que no se va a transmitir ningún dato y el receptor no asignará nunca bits (por ejemplo, subportadoras fuera de banda) tanto  $b_i$  como  $g_i$  se pondrán a cero ( $0000_2$  y  $00000000\ 0000_2$ , respectivamente). Para subportadoras en las que no se va a transmitir ningún dato pero el receptor puede asignar bits posteriormente (por ejemplo, como resultado de una mejora de la SNR),  $b_i$  se pondrá a cero y  $g_i$  a un valor en la gama 0,19 a 1,33 ( $000.001100000_2$  a  $001.010101011_2$ ).

Se establecerá la correspondencia de la información R-B&G en un mensaje  $m$  de 4080 bits (510 bytes) definido por:

$$m = \{m_{4079}, m_{4078}, \dots, m_1, m_0\} = \{g_{255}, b_{255}, \dots, g_1, b_1\}, \quad (10-11)$$

con el MSB de  $b_i$  y  $g_i$  en el índice  $m$  más alto y siendo  $m_0$  el bit que se transmite primero. El mensaje  $m$  se transmitirá en 510 símbolos utilizando el método de transmisión descrito en 10.9.8.

Después de R-B&G, la ATU-C introducirá el estado R-CRC5.

#### **10.9.15 R-CRC5**

R-CRC5 es una verificación por redundancia cíclica para la detección de errores en la recepción de R-B&G en la ATU-C. Su relación con R-B&G es la misma que la de R-CRC3 con R-MSG2. Después de R-CRC5, la ATU-R introducirá el estado R-REVERB6.

#### **10.9.16 R-REVERB6**

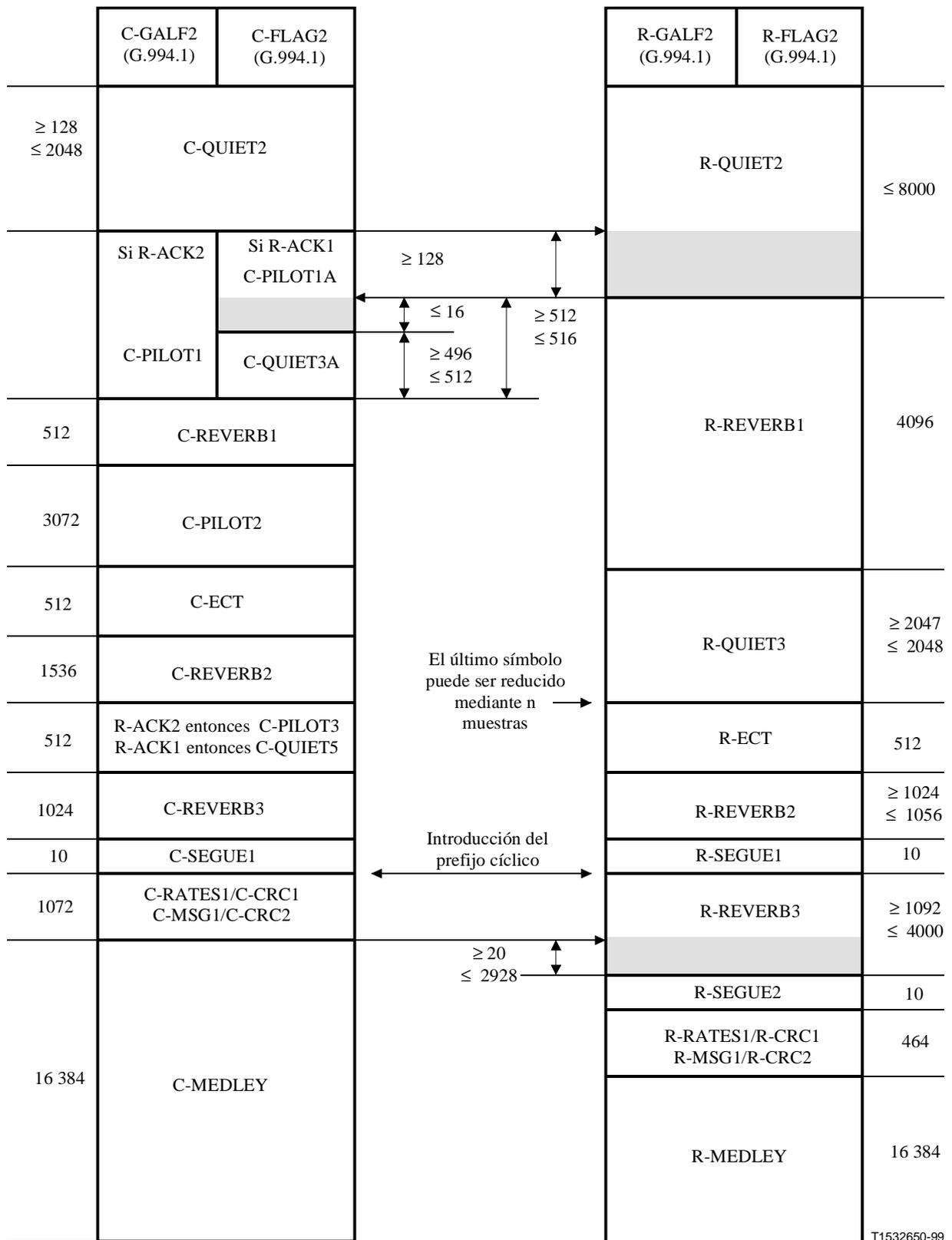
R-REVERB6 es la misma que R-REVERB3 (véase 10.7.2). La duración de R-REVERB6 depende del estado de señalización de la ATU-C y del procesamiento interno de la ATU-R, aunque tiene un máximo de 4000 símbolos. La ATU-R transmitirá R-REVERB6 hasta que detecte los 10 símbolos de C-SEGUE3; introducirá entonces R-SEGUE5. Si en el transcurso de 4000 símbolos no detecta satisfactoriamente C-SEGUE3, la temporización expirará y se reiniciará en R-SILENT0 (véase la Recomendación G.994.1).

#### **10.9.17 R-SEGUE5**

La finalidad de R-SEGUE5 es notificar a la ATU-C que la ATU-R está a punto de introducir el estado de señalización estacionario R-SHOWTIME. R-SEGUE5 es idéntica a R-SEGUE3 (véase 10.9.1). La duración de R-SEGUE5 es de periodos de 10 símbolos. Después de R-SEGUE5, la ATU-R ha completado la inicialización e introducirá el estado R-SHOWTIME.

#### **10.9.18 Detalles de la temporización de inicialización**

En las figuras 10-5 y 10-6 se muestran los requisitos para la secuencia de inicialización (definidos en 10.1 a 10.9). En la figura 10-5 se muestra la primera parte de la secuencia de inicialización hasta C-MEDLEY y R-MEDLEY y en la figura 10-6, el resto de esa secuencia.



**Figura 10-5/G.992.1 – Diagrama de temporización de la secuencia de inicialización – Parte 1**

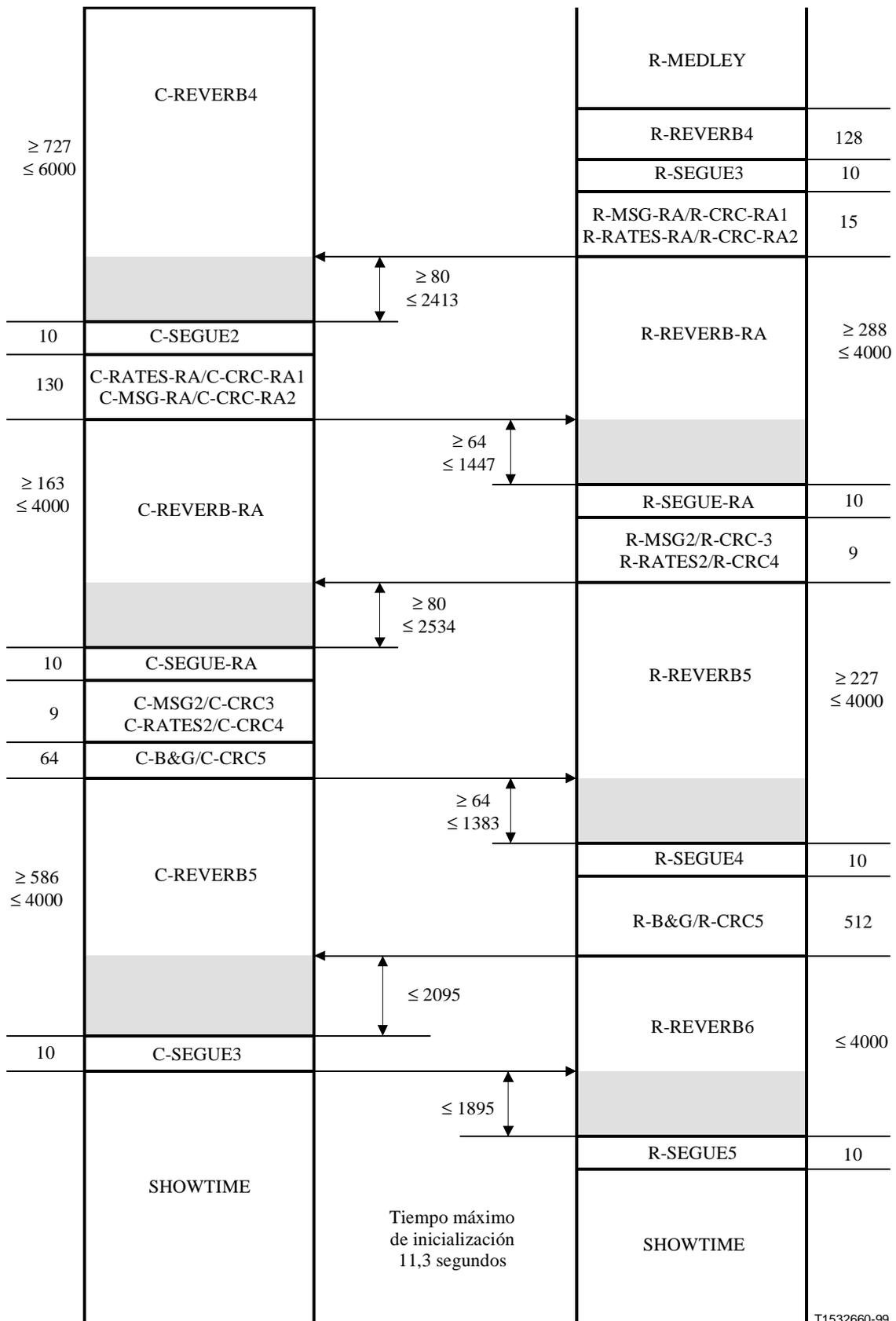


Figura 10-6/G.992.1 – Diagrama de temporización de la secuencia de inicialización – Parte 2

## 11 Adaptación y reconfiguración en línea del AOC

### 11.1 Canal de control de tara ADSL (AOC)

Los datos AOC se transportan como bytes de tara en la estructura de alineación de trama ADSL. La multiplexación real de estos bytes de tara en la estructura de alineación de trama ADSL depende de la estructura de alineación de trama utilizada (por ejemplo, tara completa o tara reducida) y de la asignación de cualquier canal portador para la memoria tampón de datos rápidos o datos intercalados (véase 7.4).

#### 11.1.1 Encabezamiento del mensaje AOC

La identificación del tipo y longitud de un mensaje AOC (salvo los mensajes de acuse de recibo) se efectúa mediante un encabezamiento de longitud de bytes. En particular, el canal AOC envía el diagrama de relleno AOC de todos ceros binarios "00000000<sub>2</sub>" en el estado de reposo, y un mensaje AOC válido comienza siempre con un byte distinto de cero. En el cuadro 11-1 figura un resumen de los encabezamientos de mensaje AOC válidos en vigor. Por ejemplo, en el caso de una transposición de bits, se detectará el encabezamiento AOC "11111111<sub>2</sub>" y el byte de datos AOC siguiente determinará si el mensaje es una petición o un acuse de recibo de transposición de bits (véase 11.2.5). Cuando se solicita una función pero, por algún motivo (por ejemplo, porque el valor de  $b_i$  solicitado excede el número máximo de bits por tono soportado), ni la ATU-C ni la ATU-R pueden efectuarla, se emite un mensaje "imposible cumplir" ("11110000<sub>2</sub>"). Se pueden añadir futuros encabezamientos AOC cuando se identifican nuevos mensajes/funciones AOC. Además, se deja de lado un bloque de valores de encabezamiento AOC ("1100xxx<sub>2</sub>") para mensajes AOC específicos del proveedor.

**Cuadro 11-1/G.992.1 – Encabezamientos de mensaje AOC**

Encabezamiento	Longitud del mensaje (bytes)	Interpretación
00001111 <sub>2</sub>	Indefinida	Mensaje de reconfiguración
1100xxxx <sub>2</sub>	Indefinida	Mensaje específico del proveedor
11110000 <sub>2</sub>	1	Mensaje imposible cumplir (nota)
11111100 <sub>2</sub>	13	Mensaje petición de transposición de bits ampliada
11111111 <sub>2</sub>	9	Mensaje petición de transposición de bits
11111111 <sub>2</sub>	3	Mensaje acuse de recibo de transposición de bits

NOTA – El mensaje "imposible cumplir" estará formado por un byte: el byte de encabezamiento.

Los valores de los bytes de encabezamiento se proporcionan en formato binario (MSB a la izquierda, LSB a la derecha) y representan los bits aoc7-aoc0 (MSB en el bit 7, LSB en el bit 0) transportados en la tara (véanse 7.4.1.2 y 8.4.1.2). Todos los demás bytes del mensaje AOC establecerán la correspondencia según la misma convención.

#### 11.1.2 Protocolo AOC

Todos los mensajes AOC se transmitirán cinco veces consecutivas (es decir, cinco mensajes idénticos y concatenados sin diagramas de relleno AOC entre ellos) como forma de seguridad suplementaria. Se insertarán, como mínimo, 20 diagramas de relleno AOC entre dos grupos consecutivos de cinco mensajes idénticos y concatenados.

Una ATU-x que recibe un mensaje AOC actuará sobre él únicamente si recibe tres mensajes idénticos en el periodo de tiempo que ocupa la transmisión de cinco de esos mensajes. Cuando una ATU-x recibe una instrucción no reconocida, no realizará ninguna acción.

## 11.2 Adaptación en línea – Transposición de bits

La transposición de bits permite a un sistema ADSL modificar el número de bits asignados a una subportadora o cambiar la energía de transmisión de una subportadora sin interrumpir el flujo de datos.

Cualquiera de las ATU-x puede iniciar una transposición de bits; los procedimientos de transposición en los canales en sentido ascendente y descendente son independientes y pueden tener lugar simultáneamente.

Para el protocolo de transposición de bits, el "receptor" es la ATU-x que está recibiendo los datos; transmite un mensaje de petición de transposición de bits (ampliada o simple) y recibe el mensaje de acuse de recibo de transposición de bits. El "transmisor" es la ATU-x que está transmitiendo los datos; recibe un mensaje de petición de transposición de bits (ampliada o simple) y transmitirá el mensaje de acuse de recibo de transposición de bits.

En todo momento estarán pendientes, como máximo, una petición de transposición de bits en sentido descendente y, como máximo, otra en sentido ascendente.

### 11.2.1 Canal de transposición de bits

El proceso de transposición de bits utiliza el canal AOC descrito en 11.1. Todos los mensajes de transposición de bits se repetirán cinco veces consecutivas por ese canal.

### 11.2.2 Cómputo de supertramas

Los transeceptores coordinan la transposición de bits del modo siguiente:

- Los transmisores de la ATU-C y la ATU-R activarán sus contadores inmediatamente después de transmitir C-SEGUE3 y R-SEGUE5 (véanse 10.8.16 y 10.9.17), respectivamente; esto marca la transición entre la operación de inicialización y de estado estacionario.
- El cómputo de supertramas comienza con la primera supertrama al comienzo de SHOWTIME que es la supertrama 0.
- Cada transmisor incrementará su contador después de enviar cada supertrama ADSL (véase 7.4.1.1).
- Del mismo modo, cada receptor activará su contador inmediatamente después de recibir C-SEGUE3 o R-SEGUE5, respectivamente, y lo incrementa tras recibir cada supertrama.
- El cómputo de supertramas se efectúa en MOD 256.

La sincronización de los contadores de supertramas del transmisor y el receptor correspondientes se mantienen utilizando el símbolo de sincronización en la estructura de trama ADSL. Cualquier forma de reactivación que requiera una transición del estado de inicialización al estado estacionario reiniciará el contador de supertramas.

### 11.2.3 Petición de transposición de bits

El receptor iniciará una transposición de bits enviando una petición de transposición de bits al transmisor a través del canal AOC. En esta petición se indica al transmisor qué subportadoras habrá que modificar.

En el cuadro 11-2 se muestra el formato de la petición.

**Cuadro 11-2/G.992.1 – Formato del mensaje petición de transposición de bits**

Encabezamiento del mensaje	Campos de mensaje 1-4	
{11111111 <sub>2</sub> } (8 bits)	Instrucción (8 bits)	Índice del subcanal (8 bits)

La petición comprenderá 9 bytes del modo siguiente:

- un encabezamiento de mensaje AOC formado por 8 unos binarios;
- campos de mensaje 1-4, cada uno de los cuales está formado por una instrucción de ocho bits seguida por un índice de subcanal de ocho bits conexos. Las instrucciones de ocho bits válidas para el mensaje transposición de bits serán las que figuran en el cuadro 11-3. El índice del subcanal de ocho bits se calcula a partir de frecuencias bajas a frecuencias altas y la subportadora de frecuencias más bajas tiene el número cero. No se utilizarán las subportadoras 0.

**Cuadro 11-3/G.992.1 – Instrucciones para la petición de transposición de bits**

Valor	Interpretación
00000000 <sub>2</sub>	No hacer nada
00000001 <sub>2</sub>	Aumentar en uno el número de bits asignados
00000010 <sub>2</sub>	Disminuir en uno el número de bits asignados
00000011 <sub>2</sub>	Aumentar la potencia transmitida en 1 dB
00000100 <sub>2</sub>	Aumentar la potencia transmitida en 2 dB
00000101 <sub>2</sub>	Aumentar la potencia transmitida en 3 dB
00000110 <sub>2</sub>	Reducir la potencia transmitida en 1 dB
00000111 <sub>2</sub>	Reducir la potencia transmitida en 2 dB
00001xxx <sub>2</sub>	Reservado para instrucciones a discreción del proveedor

El mensaje petición de transposición de bits (es decir, campos de encabezamiento y de mensaje) se transmitirá cinco veces consecutivas.

Para evitar la divergencia de  $g_i$  entre ATU-C y ATU-R después de varias transposiciones de bits, el valor de  $g_i$  para una actualización  $g_i$  de  $\Delta$  dB vendrá dado por la siguiente expresión:

$$g_i' = (1/512) \times \text{round}(512 \times g_i \times 10^{\Delta/20}) \quad (11-1)$$

#### 11.2.4 Petición de transposición de bits ampliada

Cualquier adaptación en línea puede codificarse en una petición transposición de bits ampliada. No obstante, como no se permite una subportadora de un solo bit, se utilizará una petición transposición de bits ampliada, que contiene 6 campos, cuando el número de bits en una subportadora disminuye de 2 a 0, o aumenta de 0 a 2. El formato de esta petición transposición de bits ampliada es similar al de la petición transposición de bits (véase 11.2.3), pero el número de campos de mensaje aumenta a 6, y se utiliza un encabezamiento de mensaje distinto. En el cuadro 11-4 se muestra el formato de la petición.

**Cuadro 11-4/G.992.1 – Formato del mensaje petición de transposición de bits ampliada**

Encabezamiento de mensaje	Campos de mensaje 1-6	
{11111100 <sub>2</sub> } (8 bits)	Instrucción (8 bits)	Índice del subcanal (8 bits)

El receptor iniciará una transposición de bits ampliada enviando un mensaje petición de transposición de bits ampliada al transmisor. En esta petición se indica al transmisor qué subportadoras se han de modificar. El mensaje petición de transposición de bits ampliada comprenderá 13 bytes, tal como se indica a continuación:

- Un encabezamiento del mensaje petición de transposición de bits ampliada de ocho bits de  $\{11111100_2\}$ .
- Campos de mensajes 1 a 6, cada uno de los cuales se define en 11.2.3.

El receptor utilizará dos campos de mensajes idénticos para solicitar un aumento de 0 a 2 o una disminución de 2 a 0 del número de bits en una subportadora, según las instrucciones de transposición de bits permitidas que se definen en el cuadro 11-2.

La petición de transposición de bits ampliada se transmite 5 veces consecutivas.

### 11.2.5 Acuse de recibo de transposición de bits

NOTA – De aquí en adelante se utilizará "transposición de bits" para indicar una transposición de bits regular o ampliada.

En el transcurso de 400 ms tras la recepción del mensaje petición de transposición de bits, el transmisor enviará un mensaje acuse de recibo de transposición de bits que contendrá lo siguiente:

- Un encabezamiento de mensaje de acuse de recibo de transposición de bits codificado  $11111111_2$ .
- Un campo de mensaje formado por una instrucción de acuse de recibo de transposición de bits de ocho bits seguido por un número de contador de supertrama de ocho bits. La instrucción de acuse de recibo se codificará  $11111111_2$ ; el número de contador indica cuándo se va a efectuar la transposición de bits. Este número será, como mínimo, 47 veces mayor que el número de contador cuando se recibió la petición (esto corresponde a un tiempo de espera mínimo de 800 ms). Tendrá(n) efecto entonces el(los) nuevo(s) cuadro(s) de potencia de transmisión y/o de bits que comenzará(n) a partir de la primera trama (trama 0) de una supertrama ADSL, después de que se haya alcanzado el número de contador de supertramas especificado. Es decir, si el número de contador de supertramas de transposición de bits contenido en el mensaje acuse de recibo de transposición de bits es  $n$ , el(los) nuevo(s) cuadro(s) tendrá(n) efecto comenzando a partir de la trama 0 de la  $(n+1)$ -ésima supertrama ADSL.

Véase el cuadro 11-5.

**Cuadro 11-5/G.992.1 – Formato del acuse de recibo de transposición de bits**

Encabezamiento del mensaje	Instrucción de acuse de recibo	Número del contador de supertramas de transposición de bits
$11111111_2$ (8 bits)	$11111111_2$ (8 bits)	(8 bits)

El mensaje acuse de recibo de transposición de bits se transmite cinco veces consecutivas.

### 11.2.6 Transposición de bits – Receptor

El receptor iniciará una temporización de  $500 \pm 20$  ms a partir del momento que envía un mensaje petición de transposición de bits. Cuando no se ha detectado ningún acuse de recibo en este intervalo de temporización, el receptor volverá a enviar un mensaje petición de transposición de bits (que tendrá los mismos parámetros) y reiniciará la temporización. Únicamente cuando se ha detectado un acuse de recibo en el transcurso del intervalo de temporización, el receptor preparará una transposición de bits en el momento indicado en el mensaje de acuse de recibo.

Después de la temporización se transmitirá el mensaje transposición de bits. No obstante, tras un número finito (según la aplicación) de reintentos no satisfactorios, el receptor efectuará acciones de recuperación para obtener la transposición de bits; estas acciones quedan también a discreción del proveedor.

El receptor esperará hasta que el contador de supertramas tenga el mismo valor especificado en el mensaje acuse de recibo de transposición de bits. A continuación, comenzando con la trama 0 de la supertrama ADSL siguiente, el receptor:

- modificará la asignación de bits de las subportadoras correspondientes y efectuará el reordenamiento de tonos sobre la base de la nueva asignación de bits de la subportadora;
- actualizará los parámetros del receptor aplicables de las subportadoras correspondientes para tener en cuenta una modificación en su energía transmitida;

NOTA – Únicamente se enviará una nueva petición de transposición de bits después de que haya tenido lugar la transposición de bits previa o cuando haya transcurrido la temporización de  $500 \pm 20$  ms en espera de un acuse de recibo de transposición de bits.

### **11.2.7 Transposición de bits – Transmisor**

Después de transmitir el acuse de recibo de la transposición de bits, el transmisor esperará hasta que el contador de supertramas tenga el mismo valor indicado en el acuse de recibo de transposición de bits. A continuación, comenzando con la trama 0 de la supertrama ADSL siguiente, el transmisor:

- modificará la asignación de bits de las subportadoras correspondientes y efectuará el reordenamiento de tonos sobre la base de la nueva asignación de bits de la subportadora;
- modificará la energía de transmisión en las subportadoras correspondientes mediante el factor deseado.

Si el transmisor recibe un nuevo mensaje petición de transposición de bits, mientras está en espera detendrá inmediatamente el estado de espera y actualizará el contador de supertramas para transposición de bits según el nuevo mensaje. Reiniciará el proceso para los mensajes petición de transposición de bits recibidos recientemente suponiendo que el nuevo mensaje es igual al mensaje previo.

## **ANEXO A**

### **Requisitos específicos para un sistema ADSL que funciona en la banda de frecuencias por encima de las utilizadas por el servicio telefónico ordinario (POTS)**

En este anexo se definen los parámetros del sistema ADSL que no han sido definidos en el cuerpo principal de la presente Recomendación debido a que son exclusivos de un servicio ADSL, es decir, dúplex por división de frecuencias con el servicio telefónico ordinario (POTS).

#### **A.1 Características funcionales de la ATU-C (relacionadas con cláusula 7)**

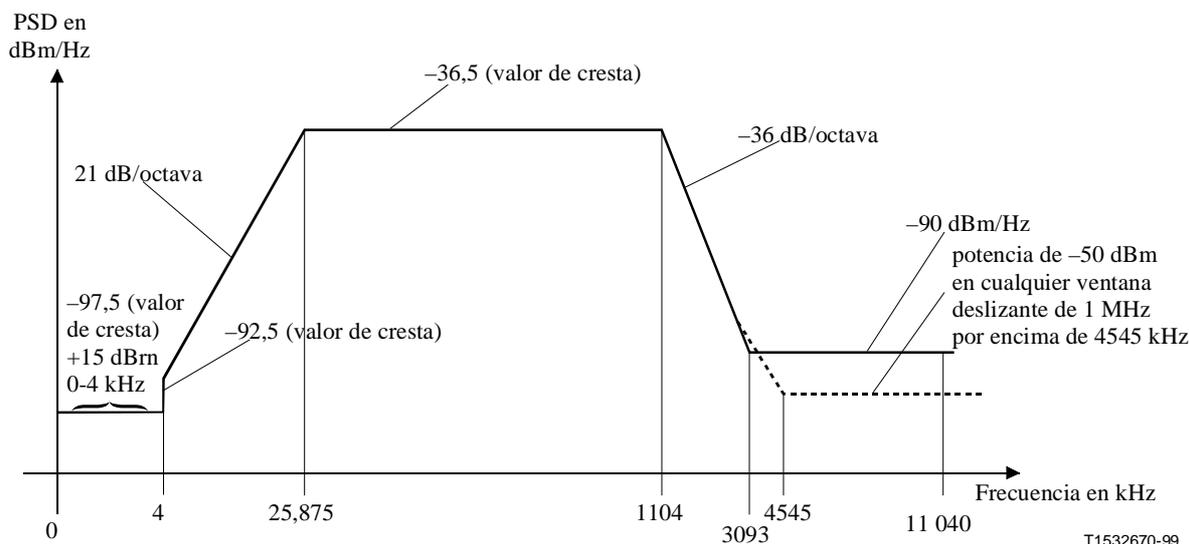
##### **A.1.1 Frecuencia piloto (complementa a 7.11.1.2)**

La frecuencia piloto en sentido descendente será de 276 kHz, es decir,  $n_{C-PILOT} = 64$ .

##### **A.1.2 Plantillas espectrales de transmisión en sentido descendente de la ATU-C (sustituye a 7.14)**

La banda de 25 a 1104 kHz a la que se refiere es la banda posible más ancha (utilizada para ADSL en POTS aplicada con espectro superpuesto). Los límites definidos dentro de esta banda se aplican también a cualquier banda más estrecha utilizada.

En la figura A.1 se observa una plantilla espectral representativa de la señal de transmisión. La banda de bloqueo de baja frecuencia se define como la banda POTS; la banda de bloqueo de alta frecuencia se define como frecuencias superiores a 1104 kHz.



Banda de frecuencias $f$ (kHz)	Ecuación para las líneas (dBm/Hz)
$0 < f < 4$	-97,5, con potencia máxima en la banda 0-4 kHz de +15 dBm
$4 < f < 25,875$	$-92,5 + 21 \times \log_2(f/4)$
$25,875 < f < 1104$	-36,5
$1104 < f < 3093$	$-36,5 - 36 \times \log_2(f/1104)$
$3093 < f < 4545$	-90 (valor de cresta), con potencia máxima en la ventana $[f, f + 1 \text{ MHz}]$ de $(-36,5 - 36 \times \log_2(f/1104) + 60)$ dBm
$4545 < f < 11\ 040$	-90 (valor de cresta), con potencia máxima en la ventana $[f, f + 1 \text{ MHz}]$ de -50 dBm

NOTA 1 – Todas las mediciones de PSD están efectuadas en 100  $\Omega$ ; la medición de la potencia total de la banda POTS está efectuada en 600  $\Omega$ .

NOTA 2 – Las frecuencias de corte y los valores PSD son exactos; las pendientes indicadas son aproximadas.

NOTA 3 – Por encima de 25,875 kHz, la PSD de cresta se medirá con una anchura de banda de resolución de 10 kHz.

NOTA 4 – La potencia en una ventana deslizante de 1 MHz se mide en una anchura de banda de 1 MHz, comenzando en la frecuencia de medición.

NOTA 5 – El paso en la plantilla de la PSD en 4 kHz tiene por finalidad proteger el valor de calidad de funcionamiento indicado en la Recomendación V.90. Originalmente, la plantilla PSD siguió la pendiente de 21 dB/octava por debajo de 4 kHz alcanzando un valor de umbral inferior de -97,5 dBm/Hz a 3400 Hz. Se reconoció que esto podría afectar la calidad de funcionamiento indicada en la Recomendación V.90 y, por consiguiente, el umbral inferior se amplió a 4 kHz.

NOTA 6 – Todas las mediciones de PSD y de potencia se efectuarán en la interfaz U-C (véase la figura 1-1); en el anexo E se indican las señales transmitidas a la RTPC.

**Figura A.1/G.992.1 – Plantilla PSD del transmisor ATU-C**

### A.1.2.1 PSD de banda de paso y respuesta

La PSD media en la banda de paso utilizada no será superior a -40 dBm/Hz reducida por el corte de potencia (véase 10.4.5.1); el extremo inferior de esta banda de paso depende del servicio y de la opción de duplexación utilizada, y queda a discreción del fabricante; el extremo superior depende de que la señal se utilice para la inicialización (véase A.1.2.3.1) o para el estado estacionario (véase A.1.2.3.3).

La ondulación de la banda de paso no será superior a +3,5 dB; la PSD máxima de  $(-40 - 2n_{\text{PCB}} + 3,5)$  dBm/Hz se aplica en la banda completa de 25 kHz a 1104 kHz.

La variación del retardo de grupo por la banda de paso no excederá de 50  $\mu\text{s}$ .

## **A.1.2.2 PSD de bandas de bloqueo**

### **A.1.2.2.1 Rechazo de la banda de bloqueo de frecuencia baja**

La potencia total de la banda vocal (0 a 4 kHz) no excederá de +15 dBm (véase la Recomendación G.996.1 para el método de medición).

En la banda de transición de 4 kHz a 25,875 kHz, la PSD máxima viene dada por una línea recta en escala logarítmica a partir de  $-92,5$  dBm/Hz, apenas por encima de 4 kHz, a  $-36,5$  dBm/Hz, a 25,875 kHz; es decir,  $(-92,5 + 21 \times \log(f/4)/\log(2))$  dBm/Hz.

### **A.1.2.2.2 Rechazo de la banda de bloqueo de frecuencia alta**

La PSD disminuirá a una velocidad mayor o igual a 36 dB/octava desde  $(-40 + 3,5 - 2n_{\text{PCB}}$  dBm/Hz) en el borde de la banda (1,104 MHz) a  $-90$  dBm/Hz en 3,093 MHz. Por encima de 3,093 MHz, la PSD no excederá de  $-90$  dBm/Hz. Además, en cualquier ventana deslizante de 1 MHz por encima de 4,545 MHz habrá menos de  $-50$  dBm de potencia medida.

### **A.1.2.3 Densidad espectral de potencia de transmisión y nivel de potencia global**

Hay tres plantillas de PSD distintas para la señal de transmisión de la ATU-C, según el tipo de señal enviada. En todos los casos, la potencia de la banda vocal medida en la interfaz U-C y que se transmite a la interfaz de la red telefónica pública conmutada (RTPC) deberá ajustarse a las especificaciones de A.1.2.2.1.

La potencia emitida por la ATU-C queda limitada por los requisitos que figuran en esta subcláusula. A pesar de ello, se supone que la ADSL cumplirá los requisitos nacionales aplicables a la emisión de energía electromagnética.

#### **A.1.2.3.1 Todas las señales de inicialización (excepto C-ECT) comienzan con C-REVERB1**

La PSD nominal en la banda de 25,875 a 1104 kHz se fijará en  $-40$  dBm/Hz para una potencia de transmisión global no superior a 20,4 dBm. Si la medición de la potencia en sentido ascendente indica que es necesario una reducción de potencia, la PSD nominal se colocará a un nivel de  $-40 - 2n_{\text{PCB}}$  dBm/Hz (tal como se describe en 10.4.5.1).

Durante las señales C-REVERB y C-SEGUE se transmitirán todas las subportadoras del índice  $i$  a 255, quedando  $i$  a discreción del proveedor (véase A.1.2.1). No obstante, a discreción del proveedor, es posible que no puedan transmitirse una o más de estas subportadoras durante la señal C-MEDLEY.

En previsión de los efectos de un filtro de transmisión que no sea ideal (por ejemplo, ondulación de la banda de paso y atenuación progresiva de la banda de transición), la PSD de transmisión máxima no será superior a 1 dB por encima del nivel PSD nominal. Por consiguiente, la PSD de transmisión máxima no será superior a  $-39 - 2n_{\text{PCB}}$  dBm/Hz.

#### **A.1.2.3.2 C-ECT**

Dado que C-ECT es una señal definida por el proveedor (véase 10.4.7), la especificación PSD se interpretará únicamente como un nivel máximo. Este nivel máximo es de  $-39 - 2n_{\text{PCB}}$  dBm/Hz para la banda de 25,875 a 1104 kHz. Se pueden utilizar las subportadoras 1 a 5 pero la potencia de la banda vocal que se transmite a la interfaz de la RTPC se ajustará a las especificaciones indicadas en A.1.2.2.1.

#### **A.1.2.3.3 Señal de datos en estado estacionario**

La PSD nominal en la banda de 25,875 a 1104 kHz se fijará en  $-40$  dBm/Hz. La potencia global nominal se fijará en  $-3,65 + 10\log(ncdown)$  dBm, donde  $ncdown$  es el número de subportadoras utilizadas (es decir, con  $b_i > 0$ ) (20,4 dBm si se utilizan todas las subportadoras). No obstante, la PSD

de transmisión y la potencia global pueden modificar sus valores nominales en cualquiera de las siguientes circunstancias:

- Se pudo haber aplicado reducción de potencia, disminuyendo el nivel PSD nominal a  $-40 - 2n_{\text{PCB}}$  dBm/Hz (véase 10.4.5.1).
- La tabla de bits y ganancias (recibida de la ATU-R durante la inicialización y posiblemente actualizada mediante transposiciones de bits, véase R-B&G en 10.9.14 y 11.2) no puede asignar bits a algunas subportadoras y puede ajustar con precisión (es decir, dentro de la gama  $-14,5$  a  $+2,5$  dB) el nivel PSD de transmisión de otras a fin de igualar las tasas de errores previstos en cada una de esas subportadoras.
- Niveles de PSD de transmisión a discreción del fabricante para subportadoras no utilizadas (es decir, con  $b_i = 0$ ). La PSD de transmisión máxima para estas subportadoras se indica más adelante, en los subapartados b) y c).

En previsión de los efectos de un filtro de transmisión que no sea ideal (por ejemplo, ondulación de la banda de paso y atenuación progresiva de la banda de transición), la PSD de transmisión máxima no será superior a 1 dB por encima del nivel PSD nominal. Por consiguiente, ajustada con precisión, la PSD de transmisión máxima no será superior a  $-36,5 - 2n_{\text{PCB}}$  dBm/Hz.

A continuación se define la PSD de transmisión de cada subportadora:

- a) Para las subportadoras con ( $b_i > 0$ ), el transmisor de la ATU-C transmitirá a niveles PSD iguales al especificado por  $g_i$  (por ejemplo,  $g_i = 1$ , se transmite entonces al nivel PSD de transmisión C-MEDLEY). La potencia de transmisión global en estas subportadoras no excederá de  $-3,65 + 10\log(ncdown_1) - 2n_{\text{PCB}}$  dBm en más de 0,7 dB, donde  $ncdown_1$  es el número de estas subportadoras (es decir, con  $b_i > 0$ ).
- b) Para las subportadoras con ( $b_i = 0$  y  $g_i > 0$ ), el transmisor de la ATU-C debería transmitir (y se recomienda que lo haga) a niveles PSD iguales a los especificados por  $g_i$  (por ejemplo,  $g_i = 1$ , se transmite entonces al nivel C-MEDLEY), con un punto de constelación 4-QAM (que puede cambiar de símbolo a símbolo). El receptor de la ATU-R no puede asumir ningún nivel PSD concreto en esas subportadoras. Los niveles PSD de transmisión de esas subportadoras no serán superiores al nivel PSD de transmisión C-REVERB1 +  $10\log(g_i^2)$  dB. La potencia de transmisión global en esas subportadoras no excederá de  $-3,65 + 10\log(ncdown_2) - 2n_{\text{PCB}}$  dBm, donde  $ncdown_2$  es el número de esas subportadoras (es decir, con  $b_i = 0$  y  $g_i > 0$ ).
- c) Para las subportadoras con ( $b_i = 0$  y  $g_i = 0$ ), el transmisor de la ATU-C no debería transmitir (y se recomienda que lo haga) ninguna potencia en esas subportadoras. El receptor ATU-R no puede asumir ningún nivel PSD concreto en esas subportadoras. Los niveles PSD de transmisión de esas subportadoras con  $g_i = 0$  serán, como mínimo, 10 dB inferiores al nivel PSD de transmisión de referencia del símbolo de sincronización si la subportadora es inferior a la subportadora utilizada más baja (la  $i$  más baja con  $b_i > 0$ ) y será inferior al nivel PSD de transmisión de referencia del símbolo de sincronización si la subportadora está por encima de la subportadora más baja utilizada.

La potencia de transmisión global superior en la banda de 25,875 a 1104 kHz no será superior a  $20,4 - 2n_{\text{PCB}}$  dBm, que es equivalente a una PSD de transmisión media no superior a  $-40 - 2n_{\text{PCB}}$  dBm/Hz.

Se recomienda que los valores  $g_i$  para subportadoras con  $g_i > 0$  estén limitados dentro de  $\pm 2,5$  dB con respecto a  $g_{\text{sync}}$ , durante la inicialización e intercambio de bits subsiguientes, para evitar la interferencia cicloestacionaria procedente del símbolo de sincronización.

#### A.1.2.3.4 Símbolo de sincronización

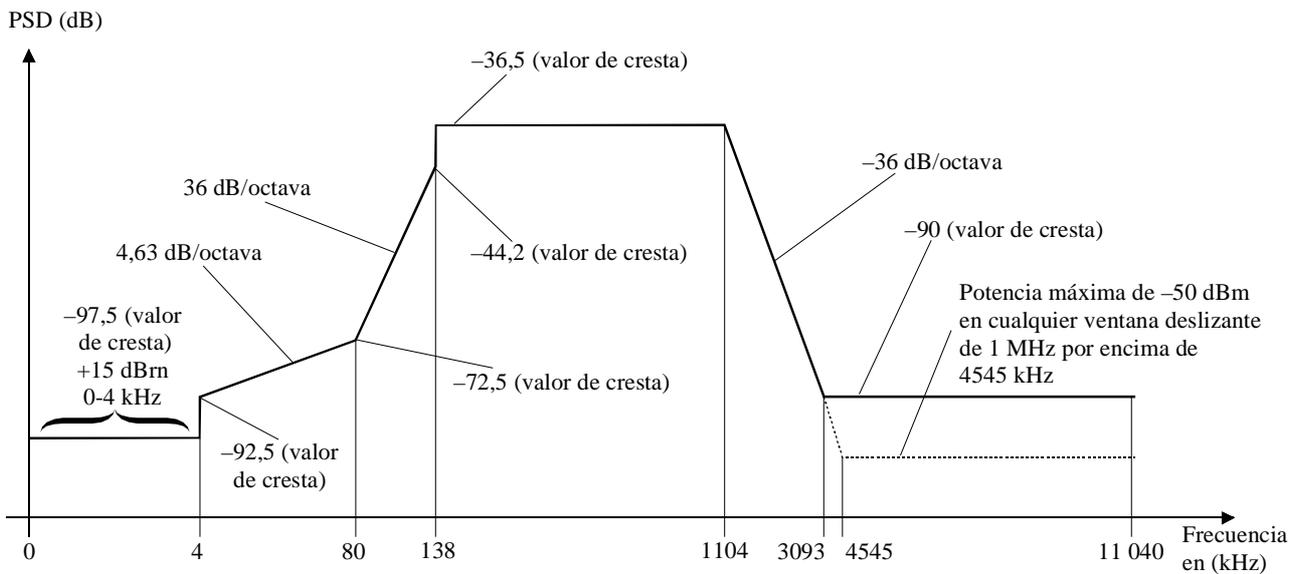
En el tiempo de inicialización, el nivel PSD de transmisión de referencia del símbolo de sincronización se deberá fijar en  $-40 - 2n_{\text{PCB}} + 10\log(g_{\text{sync}}^2)$  dBm/Hz, con  $g_{\text{sync}}^2$  definido como el valor  $g_i^2$  medio sobre las subportadoras utilizadas (es decir,  $b_i > 0$ ). La PSD de transmisión de referencia del símbolo de sincronismo no será actualizada con modificaciones de ganancia de la subportadora utilizada durante SHOWTIME.

El nivel PSD de transmisión para esas subportadoras con  $g_i > 0$  será el nivel PSD de transmisión de referencia del símbolo de sincronización. Los niveles PSD de transmisión de esas subportadoras con  $g_i = 0$  serán, como mínimo, 10 dB inferiores al nivel PSD de transmisión de referencia del símbolo de sincronización si la subportadora es inferior a la subportadora más baja utilizada (la  $i$  más baja con  $b_i > 0$ ) y será inferior al nivel PSD de transmisión de referencia del símbolo de sincronización si la subportadora está por encima de la subportadora más baja utilizada.

Dado que  $g_i$  se aplica únicamente a los símbolos de datos, la PSD de transmisión de un símbolo de sincronización es distinta a la PSD de transmisión de un símbolo de datos. Estos  $g_i$  se calculan para constelaciones multipunto a fin de igualar la velocidad de errores previstas en todas las subportadoras y, por lo tanto, son irrelevantes para la mayoría de las subportadoras moduladas 4-QAM del símbolo de sincronización.

#### A.1.3 Plantilla PSD del transmisor de la ATU-C para paradiafonía reducida

La figura A.2 define una plantilla espectral para la señal transmitida por la ATU-C, que tiene por efecto la paradiafonía (NEXT, *near-end crosstalk*) reducida en la banda ADSL en sentido ascendente, relacionada con la plantilla indicada en A.1.2. La adherencia a esta plantilla dará como resultado, en muchos casos, una calidad de funcionamiento mejorada en sentido ascendente de los otros sistemas ADSL en el mismo grupo de unión o en el grupo de unión adyacente, con mejoras que dependen de las demás fuentes de interferencia. La única diferencia de esta plantilla con respecto a la plantilla que figura en A.1.2 reside en la banda, en este caso, de 4 kHz a 138 kHz.



T1532680-99

Banda de frecuencias $f$ (kHz)	Ecuación para las líneas (dBm/Hz)
$0 < f < 4$	-97,5, con potencia máxima en la banda 0-4 kHz de +15 dBm
$4 < f < 80$	$-92,5 + 4,63 \times \log_2(f/4)$
$80 < f < 138$	$-72,5 + 36 \times \log_2(f/80)$
$138 < f < 1104$	-36,5
$1104 < f < 3093$	$-36,5 - 36 \times \log_2(f/1104)$
$3093 < f < 4545$	-90 (valor de cresta), con potencia máxima en la ventana $[f, f + 1 \text{ MHz}]$ de $(-36,5 - 36 \times \log_2(f/1104) + 60)$ dBm
$4545 < f < 11\ 040$	-90 (valor de cresta), con potencia máxima en la ventana $[f, f + 1 \text{ MHz}]$ de -50 dBm

NOTA 1 – Todas las mediciones de PSD están efectuadas en 100  $\Omega$ ; la medición de la potencia total de la banda del POTS está efectuada en 600  $\Omega$ .

NOTA 2 – Las frecuencias de corte y los valores PSD son exactos; las pendientes indicadas son aproximadas.

NOTA 3 – Por encima de 25,875 kHz, la PSD de cresta se medirá con una anchura de banda de resolución de 10 kHz.

NOTA 4 – La potencia en una ventana deslizante de 1 MHz se mide en una anchura de banda de 1 MHz, comenzando en la frecuencia de medición.

NOTA 5 – El paso en la plantilla de la PSD en 4 kHz tiene por finalidad proteger el valor de calidad de funcionamiento indicado en la Recomendación V.90. Originalmente, la plantilla PSD siguió la pendiente de 21 dB/octava por debajo de 4 kHz alcanzando un valor de umbral inferior de -97,5 dBm/Hz a 3400 Hz. Se reconoció que esto podría afectar la calidad de funcionamiento indicada en la Recomendación V.90 y, por consiguiente, el umbral inferior se amplió a 4 kHz.

NOTA 6 – Todas las mediciones de PSD y de potencia se efectuarán en la interfaz U-C (véase la figura 1-1); en el anexo E se indican las señales transmitidas a la RTPC.

**Figura A.2/G.992.1 – Plantilla PSD del transmisor de la ATU-C para paradiafonía reducida**

## A.2 ATU-R (véase la cláusula 8)

### A.2.1 Modulación efectuada mediante la transformada de Fourier discreta inversa (véase 8.11.2)

La transformada de modulación define la relación entre los 64 valores reales  $x_n$  y  $Z_i$

$$x_n = \sum_{i=0}^{63} \exp\left(\frac{j\pi ni}{32}\right) Z_i \quad (\text{A-1})$$

El codificador y aplicador de un factor de escala generan únicamente 31 valores complejos de  $Z_i$  (más cero en c.c. y un valor real si se utiliza la frecuencia de Nyquist). A fin de generar valores reales de  $x_n$ , se aumentarán estos valores de modo que el vector  $Z$  tenga simetría Hermitian. Es decir,

$$Z_i = \text{conj}[Z_{64-i}] \text{ para } i = 33 \text{ a } 63 \quad (\text{A-2})$$

### A.2.2 Símbolo de sincronización (complementa a 8.11.3)

El diagrama de datos utilizado en el símbolo de sincronización será una secuencia pseudoaleatoria PRU ( $d_n$ , para  $n = 1$  a 64), definida por:

$$d_n = 1 \quad \text{para } n = 1 \text{ a } 6 \quad (\text{A-3})$$

$$d_n = d_{n-5} \oplus d_{n-6} \quad \text{para } n = 7 \text{ a } 64 \quad (\text{A-4})$$

Los bits se utilizan del modo siguiente: el primer par de bits ( $d_1$  y  $d_2$ ), se utiliza para las subportadoras de c.c. y de Nyquist (evidentemente, la potencia asignada a ellas es cero, de modo que los bits son, en realidad, ignorados); a continuación se utilizarán el primero y segundo bits de pares subsiguientes para definir  $X_i$  e  $Y_i$  para  $i = 1$  a 31, como se indica en el cuadro 7-13.

El periodo de la PRU es únicamente de 63 bits, de modo que  $d_{64} = d_1$ .

$d_1$ - $d_{66}$  se reinician para cada símbolo, por consiguiente, cada símbolo de R-REVERB1 utiliza los mismos datos.

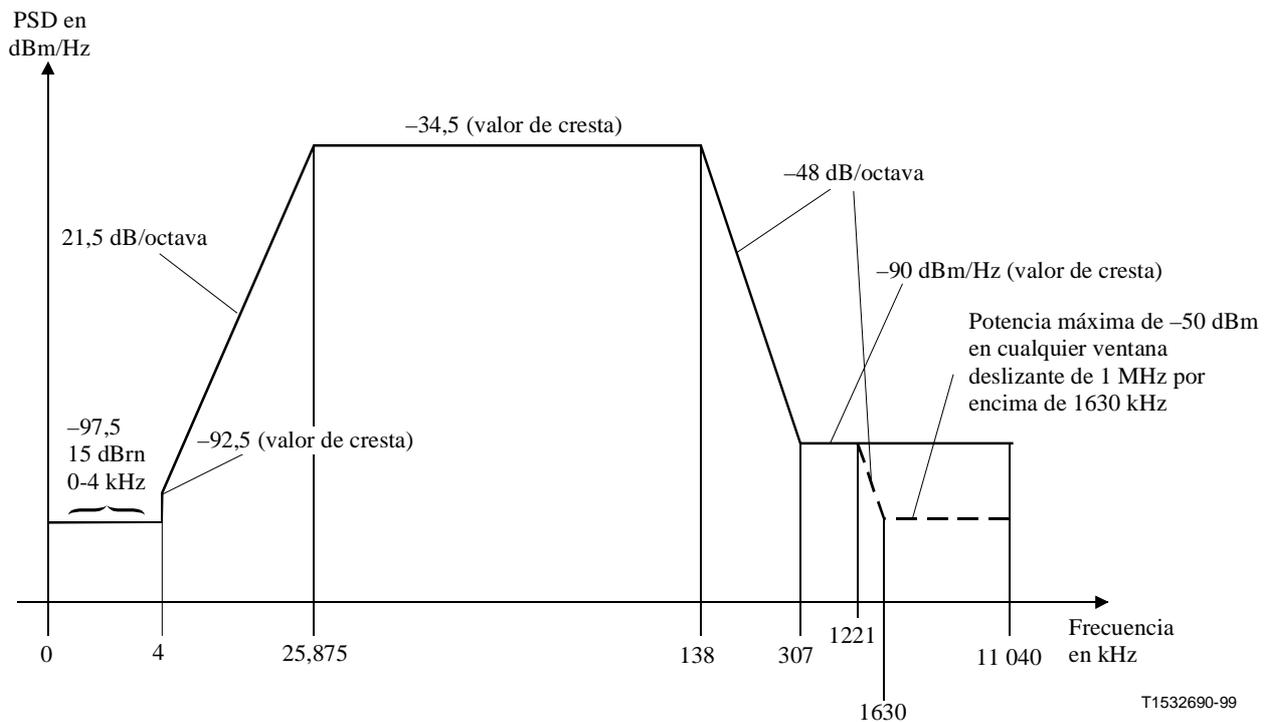
### A.2.3 Prefijo cíclico (sustituye a 8.12)

El prefijo cíclico se utilizará para todos los símbolos que comienzan con el segmento C-REVERB3 de la secuencia de inicialización, definida en 10.7.2.

Las últimas 4 muestras de la salida de la IDFT ( $x_k$  para  $k = 60$  a 63) se añadirán al bloque de 64 muestras y leerán el DAC en secuencia. Es decir, los subíndices,  $k$ , de las muestras DAC en secuencia son 60...63, 0...63.

### A.2.4 Plantilla espectral del transmisor de la ATU-R (sustituye a 8.14)

En la figura A.3 se observa una plantilla de la PSD para la señal transmitida. Se define la banda de paso como la gama de frecuencias por la que transmite el módem, que puede ser más estrecha que la banda 25,875 a 138 kHz mostrada. La banda de bloqueo de baja frecuencia se define como banda vocal.



Banda de frecuencias (kHz)	Ecuación para las líneas (dBm/Hz)
$0 < f < 4$	-97,5, con potencia máxima en la banda 0-4 kHz de +15 dBm
$4 < f < 25,875$	$-92,5 + 21,5 \times \log_2(f/4)$
$25,875 < f < 138$	-34,5
$138 < f < 307$	$-34,5 - 48 \times \log_2(f/138)$
$307 < f < 1221$	-90
$1221 < f < 1630$	-90 (valor de cresta), con potencia máxima en la ventana $[f, f + 1 \text{ MHz}]$ de $(-90 - 48 \times \log_2(f/1221) + 60)$ dBm
$1630 < f < 11\ 040$	-90 (valor de cresta), con potencia máxima en la ventana $[f, f + 1 \text{ MHz}]$ de -50 dBm

NOTA 1 – Todas las mediciones de PSD están efectuadas en  $100 \Omega$ ; la medición de la potencia total de la banda POTS está efectuada en  $600 \Omega$ .  
 NOTA 2 – Las frecuencias de corte y los valores PSD son exactos; las pendientes indicadas son aproximadas.  
 NOTA 3 – Por encima de 25,875 kHz, la PSD de cresta se medirá con una anchura de banda de resolución de 10 kHz.  
 NOTA 4 – La potencia en una ventana deslizante de 1 MHz se mide en una anchura de banda de 1 MHz, comenzando en la frecuencia de medición.  
 NOTA 5 – El paso en la plantilla de la PSD en 4 kHz tiene por finalidad proteger el valor de calidad de funcionamiento indicado en la Recomendación V.90. Originalmente, la plantilla PSD siguió la pendiente de 21,5 dB/octava por debajo de 4 kHz alcanzando un valor de umbral inferior de -97,5 dBm/Hz a 3400 Hz. Se reconoció que esto podría afectar la calidad de funcionamiento indicada en la Recomendación V.90 y, por consiguiente, el umbral inferior se amplió a 4 kHz.  
 NOTA 6 – Todas las mediciones de PSD y de potencia se efectuarán en la interfaz U-C (véase la figura 1-1); en el anexo E se indican las señales transmitidas a la RTPC.

**Figura A.3/G.992.1 – Plantilla PSD del transmisor de la ATU-R**

#### A.2.4.1 PSD de banda de paso y respuesta

La PSD media en la banda de paso utilizada no será superior a -38 dBm/Hz; el extremo superior de esta banda de paso depende de que la señal se utilice para la inicialización (véase A.2.4.3.1) o para el estado estacionario (véase A.2.4.3.3).

La ondulación de la banda de paso no será superior a +3,5 dB; la PSD máxima de -34,5 dBm/Hz se aplica en la banda completa de 25 kHz a 138 kHz.

La variación del retardo de grupo por la banda de paso no excederá 50  $\mu$ s.

## **A.2.4.2 PSD de bandas de bloqueo**

### **A.2.4.2.1 Rechazo de la banda de bloqueo de frecuencia baja**

La potencia total de la banda vocal (0 Hz a 4 kHz) no excederá de +15 dBm (véase la Recomendación G.996.1 para el método de medición).

En la banda de transición de 4 kHz a 25,875 kHz, la PSD máxima viene dada por una línea recta en escala logarítmica a partir de -92,5 dBm/Hz, apenas por encima de 4 kHz, a -34,5 dBm/Hz, a 25,875 kHz; es decir,  $[92,5 + 21,5 \times \log(f/4)/\log(2)]$  dBm/Hz.

### **A.2.4.2.2 Rechazo de la banda de bloqueo de frecuencia alta**

La PSD disminuirá a razón de 48 dB/octava desde (-38 dBm/Hz + 3,5 dB) en el borde de la banda (138 kHz) a -90 dBm/Hz a 307 kHz. Además, en cualquier ventana deslizante de 1 MHz de 1630 kHz a 11,04 MHz la potencia no excederá de -50 dBm.

## **A.2.4.3 Densidad espectral de potencia de transmisión y nivel de potencia global**

Hay tres plantillas PSD distintas para la señal de transmisión de la ATU-C, según el tipo de señal enviada. En todos los casos, la potencia de la banda vocal medida en la interfaz U-R y que se transmite al servicio telefónico ordinario (POTS) deberá ajustarse a las especificaciones de A.2.4.2.1.

### **A.2.4.3.1 Todas las señales de inicialización (excepto R-ECT) comienzan con R-REVERB1**

La PSD nominal en la banda de 25 a 138 kHz será de -38 dBm/Hz para una potencia global no superior a 12,5 dBm.

Durante las señales R-REVERB y R-SEGUE se transmitirán todas las subportadoras del índice  $i$  a 31, quedando  $i$  a discreción del proveedor (véase A.2.4.1). No obstante, a discreción del proveedor, es posible que no puedan transmitirse una o más de estas subportadoras durante la señal R-MEDLEY.

En previsión de los efectos de un filtro de transmisión que no sea ideal (por ejemplo, ondulación de la banda de paso y atenuación progresiva de la banda de transición), la PSD de transmisión máxima no será superior a 1 dB por encima del nivel PSD nominal. Por consiguiente, la PSD de transmisión máxima no será superior a -37 dBm/Hz.

### **A.2.4.3.2 R-ECT**

Dado que R-ECT es una señal definida por el proveedor (véase 10.5.4), la especificación PSD se interpretará únicamente como un nivel máximo. Este nivel máximo es de -37 dBm/Hz para la banda de 25,875 a 138 kHz. Se pueden utilizar las subportadoras 1 a 5 pero la potencia de la banda vocal que se transmite a la interfaz del POTS se ajustará a las especificaciones indicadas en A.2.4.2.1.

### **A.2.4.3.3 Señal de datos en estado estacionario**

La PSD nominal en la banda de 25,875 a 138 kHz se fijará en -38 dBm/Hz. La potencia global nominal se fijará en  $-1,65 + 10\log(ncup)$  dBm, donde  $ncup$  es el número de subportadoras utilizadas (es decir, con  $b_i > 0$ ) (12,5 dBm si se utilizan todas las subportadoras). No obstante, la PSD de transmisión y la potencia global pueden modificar sus valores nominales en cualquiera de las siguientes circunstancias:

- La tabla de bits y ganancias (recibida de la ATU-C durante la inicialización y posiblemente actualizada mediante transposiciones de bits. Véase C-B&G en 10.8.13 y 11.2) no puede asignar bits a algunas subportadoras y puede ajustar con precisión (es decir, dentro de la gama -14,5 a +2,5 dB) el nivel PSD de transmisión de otras a fin de igualar las tasas de errores previstos en cada una de esas subportadoras.

- Niveles de PSD de transmisión a discreción del fabricante para subportadoras no utilizadas (es decir, con  $b_i = 0$ ). La PSD de transmisión máxima para estas subportadoras se indica más adelante, en los subapartados b) y c).

En previsión de los efectos de un filtro de transmisión que no sea ideal (por ejemplo, ondulación de la banda de paso y atenuación progresiva de la banda de transición), la PSD de transmisión máxima no será superior a 1 dB por encima del nivel PSD nominal ajustado con precisión. Por consiguiente, la PSD de transmisión máxima no será superior a  $-34,5$  dBm/Hz.

A continuación se define la PSD de transmisión de cada subportadora:

- Para las subportadoras con ( $b_i > 0$ ), el transmisor de la ATU-R transmitirá a niveles PSD iguales al especificado por  $g_i$  (por ejemplo,  $g_i = 1$ , se transmite entonces al nivel PSD de transmisión R-MEDLEY). La potencia de transmisión global en estas subportadoras no excederá de  $-1,65 + 10\log(ncup_1)$  dBm en más de 0,7 dB, donde  $ncup_1$  es el número de estas portadoras (es decir, con  $b_i > 0$ ).
- Para las subportadoras con ( $b_i = 0$  y  $g_i > 0$ ), el transmisor de la ATU-R debería transmitir (y se recomienda que lo haga) a niveles PSD iguales a los especificados por  $g_i$  (por ejemplo,  $g_i = 1$ , se transmite entonces al nivel R-MEDLEY), con un punto de constelación 4-QAM (que puede cambiar de símbolo a símbolo). El receptor de la ATU-C no puede asumir ningún nivel PSD concreto en esas subportadoras. Los niveles PSD de transmisión de esas subportadoras no serán superiores al nivel PSD de transmisión R-REVERB1 +  $10\log(g_i^2)$  dB. La potencia de transmisión global en esas subportadoras no excederá de  $-1,65 + 10\log(ncup_2)$  dBm, donde  $ncup_2$  es el número de esas subportadoras (es decir, con  $b_i = 0$  y  $g_i > 0$ ).
- Para las subportadoras con ( $b_i = 0$  y  $g_i = 0$ ), el transmisor de la ATU-R no debería transmitir (y se recomienda que lo haga) ninguna potencia en esas subportadoras. El receptor ATU-C no puede asumir ningún nivel PSD concreto en esas subportadoras. Los niveles PSD de transmisión de esas subportadoras con  $g_i = 0$  serán, como mínimo, 10 dB inferiores al nivel PSD de transmisión R-REVERB1 si la subportadora es inferior a la subportadora utilizada más baja (la  $i$  más baja con  $b_i > 0$ ) y será inferior al nivel PSD de transmisión R-REVERB1 si la subportadora está por encima de la subportadora más baja utilizada.

La potencia de transmisión global superior en la banda de 25,875 a 138 kHz no será superior a 12,5 dBm, que es equivalente a una PSD de transmisión media no superior a  $-38$  dBm/Hz.

Se recomienda que los valores  $g_i$  para subportadoras con  $g_i > 0$  estén limitados dentro de  $\pm 2,5$  dB con respecto a  $g_{sync}$ , durante la inicialización e intercambio de bits subsiguientes, para evitar la interferencia cicloestacionaria procedente del símbolo de sincronización.

#### A.2.4.3.4 Símbolo de sincronización

En el tiempo de inicialización, el nivel PSD de transmisión de referencia del símbolo de sincronización se deberá fijar en  $-38 + 10\log(g_{sync}^2)$  dBm/Hz, con  $g_{sync}^2$  definido como el valor  $g_i^2$  medio sobre las subportadoras utilizadas (es decir,  $b_i > 0$ ). La PSD de transmisión de referencia del símbolo de sincronismo no será actualizada con modificaciones de ganancia de la subportadora utilizada durante SHOWTIME.

El nivel PSD de transmisión para esas subportadoras con  $g_i > 0$  será el nivel PSD de transmisión de referencia del símbolo de sincronización. Los niveles PSD de transmisión de esas subportadoras con  $g_i = 0$  serán, como mínimo, 10 dB inferiores al nivel PSD de transmisión de referencia del símbolo de sincronización si la subportadora es inferior a la subportadora más baja utilizada (la  $i$  más baja

con  $b_i > 0$ ) y será inferior al nivel PSD de transmisión de referencia del símbolo de sincronización si la subportadora está por encima de la subportadora más baja utilizada.

Dado que  $g_i$  se aplica únicamente a los símbolos de datos, la PSD de transmisión de un símbolo de sincronización es distinta a la PSD de transmisión de un símbolo de datos. Estos  $g_i$  se calculan para constelaciones multipunto a fin de igualar la velocidad de errores previstos en todas las subportadoras y, por lo tanto, son irrelevantes para la mayoría de las subportadoras moduladas 4-QAM del símbolo de sincronización.

### A.2.5 Frecuencia de Nyquist (complementa a 8.11.1.2)

La frecuencia de Nyquist en sentido ascendente estará en la subportadora #32 ( $f = 138$  kHz).

## A.3 Inicialización (véase la cláusula 10)

### A.3.1 Reducción de potencia (complementa a 10.4.5.1)

Si la potencia en sentido ascendente total medida en las subportadoras 7-18 durante R-REVERB1 es superior a 3 dBm, la PSD para C-REVERB1 y todas las señales en sentido descendente subsiguientes será la indicada en el cuadro A.1.

**Cuadro A.1/G.992.1 – Reducción de potencia: PSD en sentido descendente en función de la potencia recibida en sentido ascendente**

Potencia recibida en sentido ascendente (dBm) <	3	4	5	6	7	8	9
PSD máxima en sentido descendente (dBm/Hz)	-40	-42	-44	-46	-48	-50	-52

Este nivel elegido será el nivel de referencia para todos los cálculos de ganancia subsiguientes.

### A.3.2 Atenuación media de bucle estimada en sentido ascendente (véase 10.8.9.1)

Con las PSD de transmisión permitidas de  $-38$  dBm/Hz en la banda 25,875 a 138 kHz, la potencia de transmisión total, utilizada para este cálculo, será de 12,5 dBm.

### A.3.3 Atenuación media de bucle estimada en sentido descendente (complementa a 10.9.8.1)

Con las PSD de transmisión permitidas, definidas en el cuadro 10-7 ( $-40$  dBm/Hz a  $-52$  dBm/Hz) y una anchura de banda máxima de aproximadamente 1074 kHz, si se utiliza el espectro superpuesto, la potencia de transmisión total, utilizada para este cálculo, puede oscilar entre un máximo de 20,3 dBm, en pasos de  $-2$  dB, a un mínimo de 8,3 dBm.

### A.3.4 C-PILOT1 (complementa a 10.4.2)

$f_{C-PILOT1} = 276$  kHz, es decir,  $N_{C-PILOT1} = 64$ .

### A.3.5 R-REVERB1 (véase 10.5.2)

El diagrama de datos utilizado en R-REVERB1 es el de la secuencia pseudoaleatoria en sentido ascendente (PRU) definido en A.2.2 que, por motivos de conveniencia, se repite aquí:

$$d_n = 1 \quad \text{para } n = 1 \text{ a } 6 \quad (\text{A-5})$$

$$d_n = d_{n-5} \oplus d_{n-6} \quad \text{para } n = 7 \text{ a } 64 \quad (\text{A-6})$$

Los bits definidos en 10.5.2 se utilizarán del modo siguiente: el primer par de bits ( $d_1$  y  $d_2$ ) se utilizan para las subportadoras de c.c. y de Nyquist (evidentemente, la potencia asignada a ellas es cero, de modo que, en realidad, los bits se ignoran); a continuación se utilizan el primero y

segundo bits de pares subsiguientes para definir  $X_i$  e  $Y_i$  para  $i = 1$  a 31, tal como se define para C-REVERB1 en el cuadro 7-13. Aunque los bits de datos se definen para todas las subportadoras, las subportadoras transmitidas realmente durante R-REVERB1 comienzan desde un índice de subportadora a discreción del proveedor (véase A.2.4.3.1). No se aplicará ninguna distribución de ganancia para ninguna subportadora.

### **A.3.6 C-ECT (véase 10.4.7)**

El nivel de la señal de ADSL en la banda de frecuencias de 0 a unos 10 kHz que pasa por el filtro de paso bajo del POTS es muy limitado (véase 7.14). Por consiguiente, se recomienda que se no se utilicen las subportadoras 1-4 para C-ECT o, a lo sumo, que se transmitan a un nivel mucho más bajo.

### **A.3.7 R-ECT (véase 10.5.4)**

El nivel de la señal de ADSL en la banda de frecuencias de 0 a unos 10 kHz que pasa por el filtro de paso bajo del POTS es muy limitada (véase el anexo E). Por consiguiente, se recomienda que no se utilicen las subportadoras 1-4 para R-ECT o, a lo sumo, que se transmitan a un nivel mucho más bajo.

### **A.3.8 C-MSG2 (complementa a 10.8.9)**

$$n_{1C-MSG2} = 43$$

$$n_{2C-MSG2} = 91$$

### **A.3.9 R-MSG2 (complementa a 10.9.8)**

$$N_{1R-MSG2} = 10$$

$$N_{2R-MSG2} = 20$$

## **A.4 Características eléctricas (nuevas)**

En esta subcláusula se especifica la combinación de la ATU-x y el filtro de paso alto, como se observa en la figura 1-1; en el anexo E figura más información sobre el filtro de paso bajo.

### **A.4.1 Características de c.c.**

Todos los requisitos de la presente Recomendación se cumplirán en presencia de todas las corrientes de bucle del POTS de 0 mA a 100 mA, y de tensiones de bucles diferenciales como se indica a continuación:

- Tensiones de c.c. de 0 V a menos 60 V.
- Señales de llamada no mayores de 103 V<sub>eficaces</sub> en cualquier frecuencia de 20 a 30 Hz con un componente de c.c. en la gama de 0 V a menos 60 V.
- La resistencia de c.c. de entrada de la ATU-x en la interfaz U-x será mayor o igual a 5 MΩ.

NOTA – La implementación más común de los filtros separadores se efectúa con los filtros de paso bajo y paso alto conectados en paralelo en el puerto U-x. Generalmente, en esta configuración, el filtro de paso alto bloqueará la de c.c. con condensadores.

## A.4.2 Características de la banda vocal

### A.4.2.1 Impedancia de entrada

La parte imaginaria de la impedancia de entrada de la ATU-x, medida en la interfaz U-x, a 4 kHz estará en la gama de 1,1-2,0 kΩ (aproximadamente equivalente a un condensador de 20-34 nF) para la ATU-R (o la ATU-C, que tiene un separador integrado y una función de paso alto) y en la gama de 500 Ω a 1,0 kΩ (aproximadamente equivalente a 40-68 nF) para la ATU-C, diseñada para ser utilizada con un separador externo. En ambos casos, la parte imaginaria de la impedancia aumentará de forma monótona por debajo de 4 kHz.

Para más información, véase el anexo E.

### A.4.2.2 Interferencia de ruido ADSL en el circuito de POTS

Es la especificación para la PSD de banda vocal de la ATU-C y la ATU-R (véanse 7.14 y 8.14, respectivamente).

## A.4.3 Características de la banda ADSL

### A.4.3.1 Simetría longitudinal

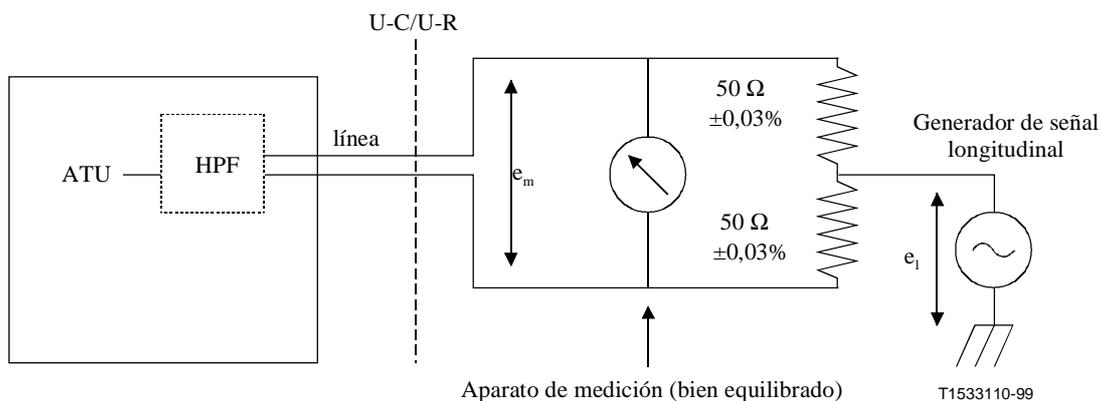
La simetría longitudinal en las interfaces U-C y U-R será >40 dB en la gama de frecuencias de 30 a 1104 kHz. Si únicamente la parte HPF del separador de POTS está integrada en la ATU, la medición de la simetría longitudinal en la banda ADSL se efectuará tal como se indica en la figura A.4. Si tanto las partes LPF como HPF del separador de POTS están integradas en la ATU, dicha medición se efectuará con las interfaces de la RTPC y POTS terminadas con ZTC y ZTR, respectivamente, como se indica en la figura A.5. La simetría longitudinal viene dada por:

$$LBal = 20 \log \left| \frac{e_l}{e_m} \right| \text{ dB} \quad (\text{A-7})$$

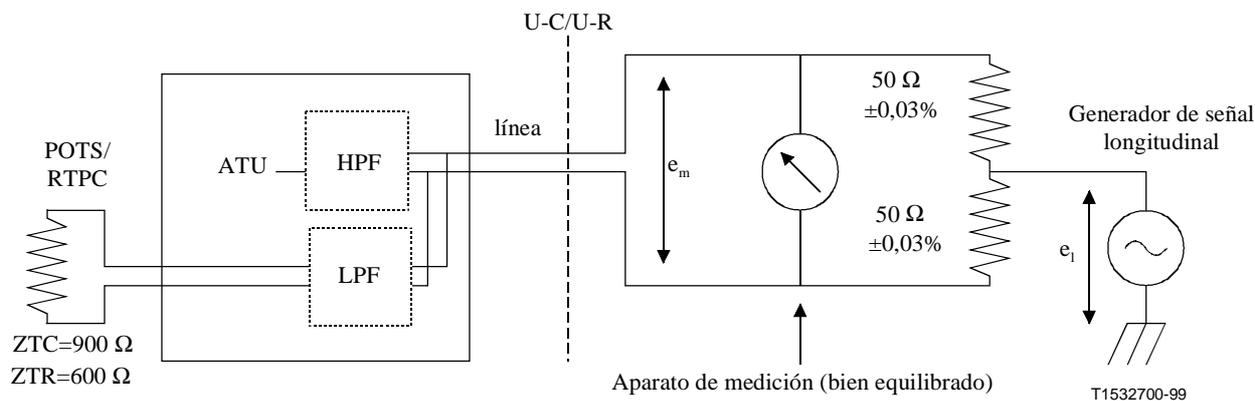
donde:

$e_l$ : tensión longitudinal aplicada (referida a la tierra del edificio o a la tierra del cable (verde) de la ATU);

$e_m$ : tensión metálica resultante que aparece a través de una resistencia de terminación.



**Figura A.4/G.992.1 – Método de medición de la simetría longitudinal por encima de 30 kHz (únicamente HPF integrado)**



**Figura A.5/G.992.1 – Método de medición de la simetría longitudinal por encima de 30 kHz (HPF y LPF integrados)**

## ANEXO B

### **Requisitos específicos de un sistema ADSL que funciona en la banda de frecuencias por encima de la utilizada en la RDSI según lo definido en los apéndices I y II de la Recomendación UIT-T G.961**

En el presente anexo se definen los parámetros del sistema ADSL que han quedado sin definir en el cuerpo principal de esta Recomendación porque son exclusivos de un servicio ADSL duplexado en división de frecuencia con AB de RDSI en la misma ADSL de abonado. El objetivo es establecer modos viables de prestación simultánea de servicios asimétricos y acceso a la velocidad básica de 160 kbit/s (2B+D) con la limitación de utilizar las tecnologías de transmisión existentes, tales como las especificadas en los apéndices I y II de la Recomendación G.961.

#### **B.1 Características funcionales de una ATU (véase la cláusula 7)**

Las señales ADSL que aquí se describen serán atribuidas por encima de la banda de operación de las señales de la AB de RDSI en base a señales de línea 2B1Q/4B3T, como las definidas en los apéndices I y II de la Recomendación G.961. Para hacer posible una capacidad de anchura de banda en sentido ascendente suficiente, la ATU-R deberá tener una anchura de banda de transmisión en la que se utilicen los tonos 33 a 63. La utilización de una gama ampliada utilizando tonos entre 1 y 63 es facultativa.

La implementación de la IDFT en el lado ATU-R deberá llevarse a cabo como se indica a continuación. Los tonos 33 a 63 contendrán valores complejos generados por el codificador y el aplicador de un factor de escala. Los valores en los tonos 1 a 31 serán:

- la conjugada compleja especular de los tonos 33 a 63 si el transmisor ATU-R sólo utiliza 32 tonos (tono # 32 = 0);
- cero si el transmisor ATU-R utiliza 64 tonos y el receptor ATU-C utiliza 32 tonos (tono # 32 = 0);
- datos complejos generados por el codificador y el aplicador de un factor de escala si tanto el transmisor ATU-R como el receptor ATU-C utilizan 64 tonos (el tono 32 iguala también el valor generado por el codificador y el aplicador de un factor de escala).

La información de si el transmisor y/o el receptor en sentido ascendente utilizan 32 ó 64 tonos se trata aplicando la Recomendación G.994.1 con los bits definidos en 10.2 y 10.3.

### B.1.1 Subportadoras de datos (véase 7.11.1.1)

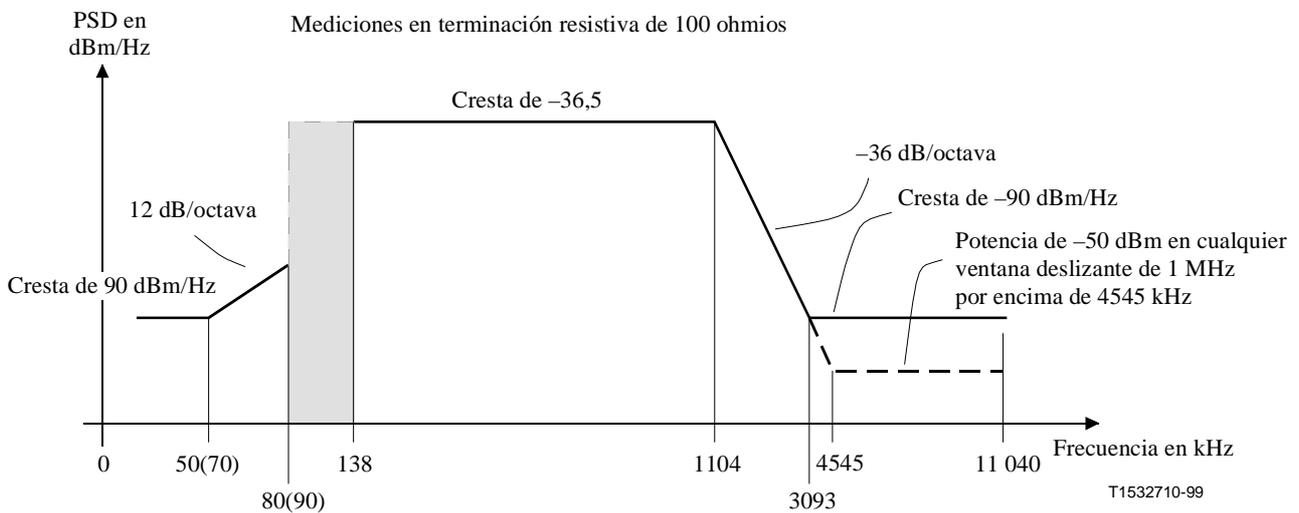
La señal de análisis de canal definida en 10.6.6 permite utilizar un máximo de 255 portadoras (a frecuencias  $n\Delta f$ ,  $n = 1$  a 255), pero para este servicio el límite inferior de  $n$  es 33. La utilización de tonos por debajo de 33 es facultativa. Se puede aplicar la duplexación por división de frecuencia (FDD, *frequency division duplexing*) para separar las señales en sentido ascendente y en sentido descendente, y el límite inferior de  $n$  viene determinado por los filtros separadores hacia arriba/hacia abajo. Las frecuencias de corte de dichos filtros quedan a discreción del fabricante, y la gama de  $n$  utilizables se determina durante la estimación del canal.

### B.1.2 Frecuencia piloto (véase 7.11.1.2)

La frecuencia piloto en sentido descendente deberá ser de 414 kHz, es decir,  $N_{\text{PILOT}} = 96$ .

### B.1.3 Plantilla espectral de transmisión en sentido descendente (reemplaza a 7.14)

La figura B.1 muestra la plantilla espectral de la señal de transmisión. La banda de bloqueo de bajas frecuencias es la banda en sentido ascendente; la banda de bloqueo de altas frecuencias se define como la de frecuencias superiores a 1104 kHz.



Banda de frecuencias $f$ (kHz)	Ecuación para línea (dBm/Hz)
$0 < f < 50(70)$	-90
$>f_1=50(70) < f < 80(90)$	$-90 + 12 \times \log_2(f/f_1)$
$80(90) < f < 138$	Véase la nota 2
$138 < f < 1104$	-36,5
$1104 < f < 3093$	$-36,5 - 36 \times \log_2(f/1104)$
$3093 < f < 4545$	Cresta de -90, con potencia máxima en la ventana $[f, f + 1\text{MHz}]$ de $(-36,5 - 36 \times \log_2(f/1104) + 60)$ dBm
$4545 < f < 11\ 040$	Cresta de -90, con potencia máxima en la ventana $[f, f + 1\ \text{MHz}]$ de -50 dBm

NOTA 1 – 50 y 80 kHz son límites de frecuencia que se refieren a la ADSL en líneas de la RDSI que funcionan con código 2B1Q (Recomendación G.961, apéndice II). 70 y 90 kHz son límites de frecuencia que se refieren a la ADSL en líneas de la RDSI que funcionan con código 4B3T (Recomendación G.961, apéndice I).

NOTA 2 – El valor de PSD en esta región depende del diseño de los filtros de paso bajo y paso alto. Los filtros influyen en la calidad de funcionamiento de la AB de RDSI cuando se combinan con una ADSL de dos maneras:

- 1) la potencia residual de la ADSL, filtrada por el paso alto y recibida por el receptor de la AB de RDSI como ruido;
- 2) la distorsión de amplitud y fase introducida por los filtros de paso bajo.

Se prevé que la repercusión de la degradación de la calidad de funcionamiento del sistema de línea de AB de RDSI no será superior a 4,5 dB y 4 dB, para códigos de línea 2B1Q y 4B3T respectivamente, a la frecuencia de referencia de pérdida de inserción.

**Figura B.1/G.992.1 – Plantilla PSD de transmisor ATU-C**

El nivel máximo de la PSD de la señal ADSL medido en el puerto RDSI del divisor no deberá exceder de los límites definidos en las dos primeras filas del cuadro de la figura B.1.

En todas las mediciones de PSD efectuadas en el puerto de línea del divisor RDSI se deberá utilizar una impedancia resistiva de referencia de 100  $\Omega$ .

En todas las mediciones de PSD efectuadas en el puerto RDSI del divisor RDSI se deberá utilizar la impedancia de diseño de AB de RDSI para 2B1Q y 4B3T respectivamente según se define en ETSI TS 102 080 (V1.3.1).

### **B.1.3.1 PSD de banda de paso y respuesta**

La PSD media en la banda de paso utilizada no deberá ser superior a  $-40$  dBm/Hz reducida por el recorte de potencia en múltiplos de 2 dB; el extremo inferior de esta banda de paso depende del servicio y la opción de duplexación utilizada, y queda a discreción del fabricante; el extremo superior depende de si la señal es de inicialización (véase B.2.2.3.1) o de régimen permanente (véase B.2.2.3.2).

La ondulación de la banda de paso no deberá ser superior a +3,5 dB; la PSD máxima de  $(-40 - 2n_{PCB} + 3,5)$  dBm/Hz se aplica en toda la banda de 138 kHz a 1104 kHz.

La variación del retardo de grupo a lo largo de la banda de paso no deberá ser superior a 50  $\mu$ s.

### **B.1.3.2 Densidad espectral de potencia de transmisión y nivel de potencia global nominal**

Hay dos plantillas PSD diferentes para la señal de transmisión ATU-C, que dependen del tipo de señal enviada.

La potencia emitida por la ATU-C está limitada por los requisitos de esta subcláusula. A pesar de esos requisitos, se da por supuesto que la ADSL cumplirá las especificaciones nacionales aplicables en relación con la emisión de energía electromagnética.

#### **B.1.3.2.1 Todas las señales de inicialización comienzan con C-REVERB1**

La PSD nominal en la banda de 138 a 1104 kHz deberá ser de  $-40$  dBm/Hz para una potencia de transmisión global no superior a 19,9 dBm. Si la medición de la potencia en sentido ascendente indica que se necesita una reducción de potencia, la PSD nominal deberá fijarse en el nivel de  $-40 - 2n_{PCB}$  dBm/Hz como se describe en 10.4.5.1.

Durante las señales C-REVERB y C-SEGUE, se transmitirán todas las subportadoras de índice  $i$  a 255, quedando  $i$  a discreción del vendedor (véase B.1.3.1). Sin embargo, también a discreción del vendedor, una o más de esas subportadoras pueden no ser transmitidas durante la señal C-MEDLEY.

En previsión de los efectos de un filtro de transmisión que no sea ideal (por ejemplo, con ondulación de la banda de paso y atenuación progresiva de la banda de transición), la PSD de transmisión máxima no deberá ser superior al nivel de PSD nominal en más de 1 dB. La PSD de transmisión máxima no deberá ser por tanto superior a  $-39 - 2n_{PCB}$  dBm/Hz.

#### **B.1.3.2.2 Señal de datos de régimen permanente**

La PSD nominal en la banda de 138 a 1104 kHz deberá fijarse en  $-40$  dBm/Hz. La potencia global nominal deberá fijarse en  $-3,65 + 10\log(ncdown)$  dBm, siendo  $ncdown$  el número de subportadoras utilizadas (es decir, con  $b_i > 0$ ) (19,9 dBm si se utilizan todas las subportadoras). Los valores nominales de la PSD de transmisión y la potencia global se pueden cambiar, no obstante, en cualquiera de las siguientes circunstancias:

- Cuando se haya aplicado un recorte de potencia, reduciendo el valor de PSD nominal a  $-40 - 2n_{PCB}$  dBm/Hz (véase 10.4.5.1).

- Cuando la tabla de bits y ganancias (recibida de la ATU-R durante la inicialización y posiblemente actualizada mediante transposiciones de bits, véase R-B&G en 10.9.14 y 11.2) no pueda atribuir bits a algunas subportadoras y ajuste con precisión (es decir, dentro de la gama de  $-14,5$  a  $+2,5$  dB) el nivel de PSD de transmisión de otras para igualar las tasas de errores esperadas en cada una de esas subportadoras.
- Cuando el vendedor atribuya discrecionalmente niveles de PSD de transmisión a las subportadoras no utilizadas (es decir, con  $b_i = 0$ ). La PSD de transmisión máxima de esas subportadoras se especifica más abajo, en b) y c).

En previsión de los efectos de un filtro de transmisión que no sea ideal (por ejemplo, con ondulación de la banda de paso y atenuación progresiva de la banda de transición), la PSD de transmisión máxima no deberá ser superior al nivel de PSD nominal ajustado con precisión en más de 1 dB. La PSD de transmisión máxima no deberá ser por tanto superior a  $-36,5 - 2n_{\text{PCB}}$  dBm/Hz.

La PSD de transmisión de cada subportadora se define como sigue:

- Para las subportadoras con ( $b_i > 0$ ), el transmisor ATU-C deberá transmitir a niveles de PSD iguales a los especificados por la  $g_i$  (por ejemplo, si  $g_i = 1$  transmitirá al nivel de PSD de transmisión de C-MEDLEY). La potencia de transmisión global en esas subportadoras no deberá superar  $-3,65 + 10\log(ncdown_1) - 2n_{\text{PCB}}$  dBm en más de 0,7 dB siendo  $ncdown_1$  el número de estas subportadoras (es decir, con  $b_i > 0$ ).
- Para las subportadoras con ( $b_i = 0$  y  $g_i > 0$ ), el transmisor ATU-C deberá transmitir, y se recomienda que transmita, a niveles de PSD iguales a los especificados por la  $g_i$  (por ejemplo, si  $g_i = 1$  transmitirá al nivel de C-MEDLEY), con un punto de constelación 4-QAM (que puede cambiar de símbolo a símbolo). El receptor ATU-R no puede suponer la existencia de ningún nivel particular de PSD en esas subportadoras. Los niveles de PSD de transmisión de las mismas no deberán ser superiores al nivel de PSD de transmisión de C-REVERB1 +  $10\log(g_i^2)$  dB. La potencia de transmisión global en esas subportadoras no deberá superar  $-3,65 + 10\log(ncdown_2) - 2n_{\text{PCB}}$  dBm, siendo  $ncdown_2$  el número de subportadoras (es decir, con  $b_i = 0$  y  $g_i > 0$ ).
- Para las subportadoras con ( $b_i = 0$  y  $g_i = 0$ ), el transmisor de la ATU-C no deberá transmitir, y se recomienda que no transmita, potencia en las mismas. El receptor ATU-R no puede suponer la existencia de ningún nivel particular de PSD en esas subportadoras. Los niveles de PSD de transmisión de las subportadoras con  $g_i = 0$  deberán estar al menos 10 dB por debajo del nivel de PSD de transmisión de referencia del símbolo de sincronismo si la subportadora se halla por debajo de la subportadora utilizada más baja ( $i$  más bajo con  $b_i > 0$ ) y deberá ser inferior al nivel PSD de transmisión de referencia del símbolo de sincronismo si la subportadora se halla por encima de la subportadora utilizada más baja.

La potencia de transmisión global en la banda de 138 a 1104 kHz no deberá ser superior a  $19,9 - 2n_{\text{PCB}}$  dBm, lo que equivale a una PSD de transmisión media no superior a  $-40 - 2n_{\text{PCB}}$  dBm/Hz.

Se recomienda que los valores  $g_i$  para subportadoras con  $g_i > 0$  estén limitados dentro de  $\pm 2,5$  dB con respecto a  $g_{\text{sync}}$ , durante la inicialización e intercambio de bits subsiguientes, para evitar la interferencia cicloestacionaria procedente del símbolo de sincronización.

### B.1.3.2.3 Símbolo de sincronización

En el tiempo de inicialización, el nivel PSD de transmisión de referencia del símbolo de sincronización se deberá fijar en  $-40 - 2n_{\text{PCB}} + 10\log(g_{\text{sync}}^2)$  dBm/Hz, con  $g_{\text{sync}}^2$  definido como el valor  $g_i^2$  medio sobre las subportadoras utilizadas (es decir,  $b_i > 0$ ). La PSD de transmisión de referencia del símbolo de sincronismo no será actualizada con modificaciones de ganancia de la subportadora utilizada durante SHOWTIME.

El nivel PSD de transmisión para esas subportadoras con  $g_i > 0$  será el nivel PSD de transmisión de referencia del símbolo de sincronización. Los niveles PSD de transmisión de esas subportadoras con  $g_i = 0$  serán, como mínimo, 10 dB inferiores al nivel PSD de transmisión de referencia del símbolo de sincronización si la subportadora es inferior a la subportadora más baja utilizada (la  $i$  más baja con  $b_i > 0$ ) y será inferior al nivel PSD de transmisión de referencia del símbolo de sincronización si la subportadora está por encima de la subportadora más baja utilizada.

Puesto que las  $g_i$  se aplican solamente a los símbolos de datos, la PSD de transmisión de un símbolo de sincronización difiere de la PSD de transmisión de un símbolo de datos. Las  $g_i$  se calculan para las constelaciones multipunto a fin de igualar la tasa de errores esperada en todas las subportadoras, y son por tanto irrelevantes para la mayoría de las subportadoras moduladas 4-QAM del símbolo de sincronización.

## B.2 Características funcionales de una ATU-R (véase la cláusula 8)

### B.2.1 Modelos de referencia de transmisor ATU-R

En la figura B.2 se muestra el modelo de referencia de una ATU-R para transporte STM. En la figura B.3 se muestra el modelo de referencia de una ATU-R para transporte ATM.

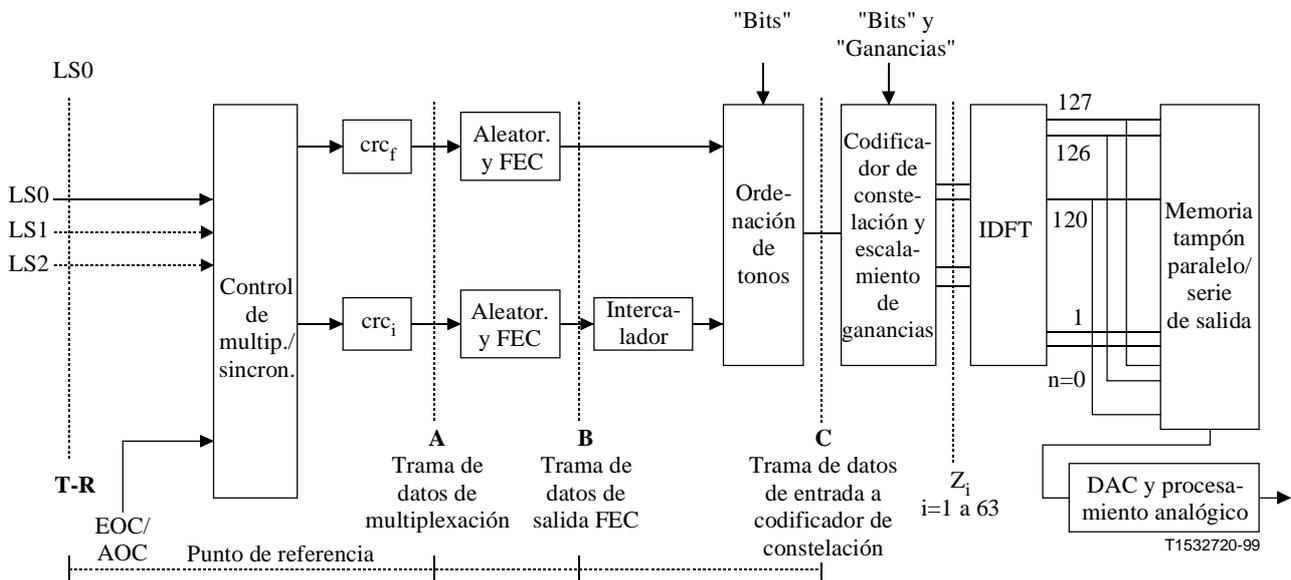
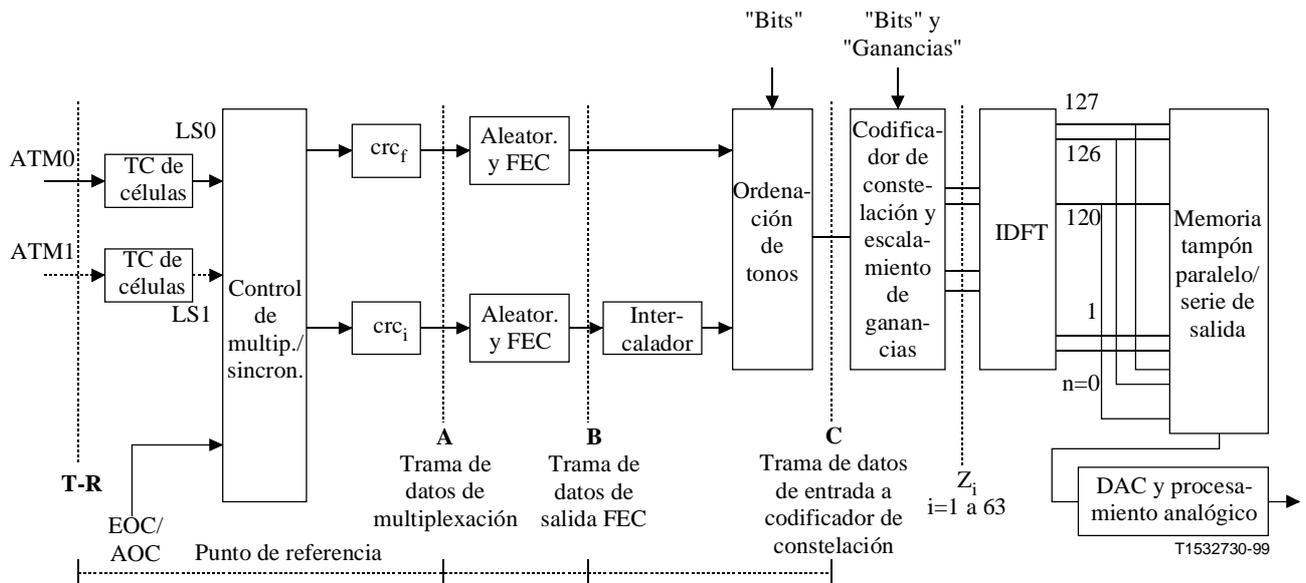


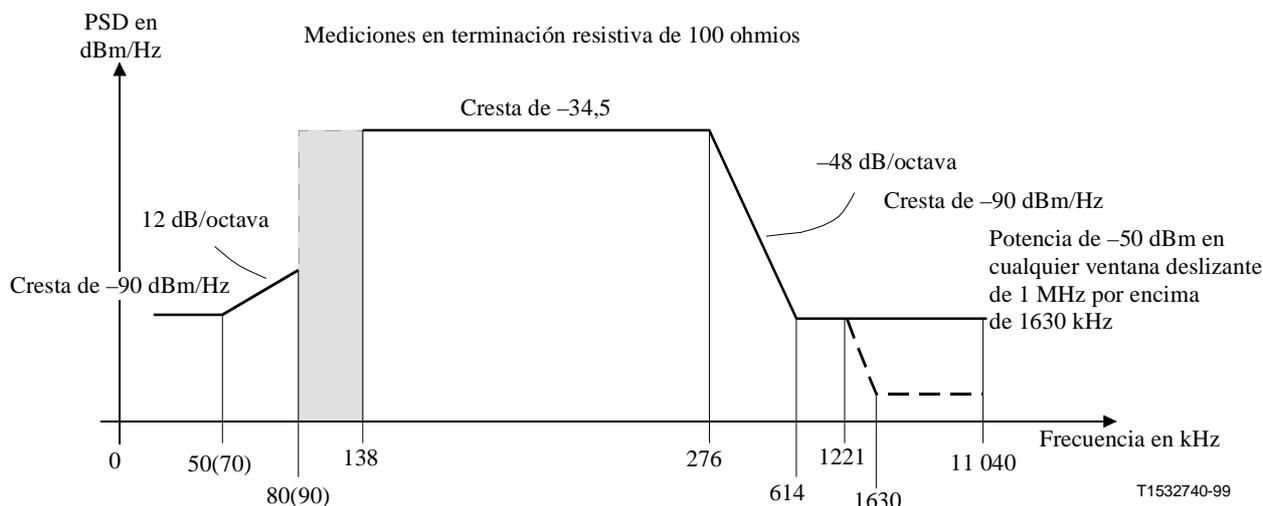
Figura B.2/G.992.1 – Modelo de referencia de transmisor ATU-R para transporte STM



**Figura B.3/G.992.1 – Modelo de referencia de transmisor ATU-R para transporte ATM**

**B.2.2 Plantilla espectral de transmisión en sentido ascendente de ATU-R (reemplaza a 8.14)**

La figura B.4 muestra la plantilla espectral de la señal de transmisión. La banda de bloqueo de bajas frecuencias se define como la banda de la RDSI; la banda de bloqueo de altas frecuencias se define como la de frecuencias superiores a 276 kHz.



Banda de frecuencias $f$ (kHz)	Ecuación para línea (dBm/Hz)
$0 < f < 50(70)$	-90
$>f_1=50(70) < f < 80(90)$	$-90 + 12 \times \log_2(f/f_1)$
$80(90) < f < 138$	Nota 2
$138 < f < 276$	-34,5
$276 < f < 614$	$-34,5 - 48 \times \log_2(f/276)$
$614 < f < 1221$	-90
$1221 < f < 1630$	Cresta de -90, con potencia máxima en la ventana $[f, f + 1\text{MHz}]$ de $(-90 - 48 \times \log_2(f/1221) + 60)$ dBm
$1630 < f < 11\ 040$	Cresta de -90, con potencia máxima en la ventana $[f, f + 1\text{MHz}]$ de -50 dBm

NOTA 1 – 50 y 80 kHz son los límites de frecuencia que se refieren a la ADSL en líneas de la RDSI que funcionan con código 2B1Q (Recomendación G.961, apéndice II). 70 y 90 kHz son los límites de frecuencia que se refieren a la ADSL en líneas de la RDSI que funcionan con código 4B3T (Recomendación G.961, apéndice I).

NOTA 2 – El valor de PSD en esta región depende del diseño de los filtros de paso bajo y paso alto. Los filtros influyen en la calidad de funcionamiento de la AB de RDSI cuando se combinan con una ADSL de dos maneras:

- 1) la potencia residual de la ADSL, filtrada por el paso alto y recibida por el receptor de la AB de RDSI como ruido;
- 2) la distorsión de amplitud y fase introducida por los filtros de paso bajo.

Se prevé que la repercusión de la degradación de la calidad de funcionamiento del sistema de línea de AB de RDSI no será superior a 4,5 dB y 4 dB, para códigos de línea 2B1Q y 4B3T respectivamente, a la frecuencia de referencia de pérdida de inserción.

**Figura B.4/G.992.1 – Plantilla PSD de transmisor ATU-R**

El nivel máximo de la PSD de la señal ADSL medida en el puerto RDSI del divisor no deberá exceder de los límites definidos en las dos primeras filas del cuadro de la figura B.4.

En todas las mediciones de PSD efectuadas en el puerto de línea del divisor RDSI se deberá utilizar una impedancia de referencia resistiva de 100  $\Omega$ .

En todas las mediciones de PSD efectuadas en el puerto RDSI del divisor RDSI se deberá utilizar la impedancia de diseño de AB de RDSI para 2B1Q y 4B3T respectivamente como se define en ETSI TS 102 080 (V1.3.1).

### B.2.2.1 PSD de banda de paso y respuesta

La PSD media en la banda de paso utilizada no deberá ser superior a -38 dBm/Hz; el extremo superior de esta banda de paso depende de si la señal es de inicialización (véase B.2.2.3.1) o de régimen permanente (véase B.2.2.3.2).

La ondulación de la banda de paso no deberá ser superior a +3,5 dB; la PSD de máxima de -34,5 dBm/Hz se aplica en toda la banda de 138 kHz a 276 kHz.

La variación del retardo de grupo a lo largo de la banda de paso no deberá exceder de 50  $\mu\text{s}$ .

### B.2.2.2 Las PSD de banda de bloqueo

Véase la figura B.4.

### B.2.2.3 Densidad espectral de potencia de transmisión y nivel de potencia global nominal

Hay dos plantillas de PSD diferentes para la señal de transmisión ATU-R, que dependen del tipo de señal enviada. En todos los casos, la potencia de la banda vocal medida en la interfaz U-R y entregada a la interfaz RDSI deberán atenerse a lo especificado en la figura B.4.

#### B.2.2.3.1 Todas las señales de inicialización comienzan con R-REVERB1

La PSD nominal en la banda de 138 a 276 kHz deberá ser de  $-38$  dBm/Hz para una potencia global no superior a  $13,3$  dBm.

El nivel de potencia global nominal deberá ser de  $13,26$  dBm.

Durante las señales R-REVERB y R-SEGUE, se transmitirán todas las subportadoras de índice  $i$  a  $63$ , quedando  $i$  a discreción del vendedor. Sin embargo, también a discreción del vendedor, una o más de esas subportadoras pueden no ser transmitidas durante la señal R-MEDLEY.

En previsión de los efectos de un filtro de transmisión que no sea ideal (por ejemplo, con ondulación de banda de paso y atenuación progresiva de la banda de transición), la PSD de transmisión máxima no deberá ser superior al nivel de PSD nominal en más de  $1$  dB. La PSD de transmisión máxima no deberá ser por tanto superior a  $-37$  dBm/Hz.

#### B.2.2.3.2 Señal de datos de régimen permanente

La PSD nominal en la banda de 138 a 276 kHz deberá fijarse en  $-38$  dBm/Hz. La potencia global nominal deberá fijarse en  $-1,65 + 10\log(ncup)$  dBm, siendo  $ncup$  el número de subportadoras utilizadas (es decir, con  $b_i > 0$ ) ( $13,3$  dBm si se utilizan todas las subportadoras). Los valores nominales de la PSD de transmisión y la potencia global se pueden cambiar, no obstante, en cualquiera de las siguientes circunstancias:

- Cuando la tabla de bits y ganancias (recibida de la ATU-C durante la inicialización y posiblemente actualizada mediante transposiciones de bits, véase C-B&G en 10.8.13 y 11.2) no pueda atribuir bits a algunas subportadoras y ajuste con precisión (es decir, dentro de la gama de  $-14,5$  a  $+2,5$  dBm) el nivel de PSD de transmisión de otras para igualar las tasas de errores esperadas en cada una de esas subportadoras.
- Cuando el vendedor atribuya discrecionalmente niveles de PSD de transmisión a las subportadoras no utilizadas (es decir,  $b_i = 0$ ). La PSD de transmisión máxima para esas subportadoras se especifica más abajo, en b) y c).

En previsión de los efectos de un filtro de transmisión que no sea ideal (por ejemplo, con ondulación de la banda de paso y atenuación progresiva de la banda de transición), la PSD de transmisión máxima no deberá ser superior al nivel de PSD nominal ajustado con precisión en más de  $1$  dB. La PSD de transmisión máxima no deberá ser por tanto superior a  $-34,5$  dBm/Hz.

La PSD de transmisión de cada subportadora se define como sigue:

- a) Para las subportadoras con ( $b_i > 0$ ), el transmisor de la ATU-R deberá transmitir a niveles de PSD iguales a los especificados por la  $g_i$  (por ejemplo, si  $g_i = 1$  transmitirá al nivel de PSD de transmisión de R-MEDLEY). La potencia de transmisión global en esas subportadoras no deberá superar  $-1,65 + 10\log(ncup_1)$  dBm en más de  $0,7$  dB, siendo  $ncup_1$  el número de subportadoras (es decir, con  $b_i > 0$ ).
- b) Para las subportadoras con ( $b_i = 0$  y  $g_i > 0$ ), el transmisor de la ATU-R deberá transmitir, y se recomienda que transmita, a niveles de PSD iguales a los especificados por la  $g_i$  (por

ejemplo, si  $g_i = 1$  transmitirá al nivel de R-MEDLEY), con un punto de constelación 4-QAM (que puede cambiar de símbolo a símbolo). El receptor ATU-C no puede suponer la existencia de ningún nivel particular de PSD en esas subportadoras. Los niveles de PSD de transmisión de las mismas no deberán ser superiores al nivel de PSD de transmisión de R-REVERB1 +  $10\log(g_i^2)$  dB. La potencia de transmisión global en esas subportadoras no deberá superar  $-1,65 + 10\log(ncup_2)$  dBm, siendo  $ncup_2$  el número de subportadoras (es decir, con  $b_i = 0$  y  $g_i > 0$ ).

- c) Para las subportadoras con ( $b_i = 0$  y  $g_i = 0$ ), el transmisor de la ATU-R no deberá transmitir, y se recomienda que no transmita, potencia en las mismas. El receptor ATU-C no puede suponer la existencia de ningún nivel particular de PSD en esas subportadoras. Los niveles de PSD de transmisión de las subportadoras con  $g_i = 0$  deberán estar al menos 10 dB por debajo del nivel de PSD de transmisión de referencia del símbolo de sincronización si la subportadora se halla por debajo de la subportadora utilizada más baja ( $i$  más bajo con  $b_i > 0$ ) y deberá ser inferior al nivel de PSD de transmisión de referencia del símbolo de sincronización si la subportadora se halla por encima de la subportadora utilizada más baja.

La potencia de transmisión global en la banda de 138 a 276 kHz no deberá ser superior a 13,3 dBm, lo que equivale a una PSD de transmisión media no superior a  $-38$  dBm/Hz.

Se recomienda que los valores  $g_i$  para subportadoras con  $g_i > 0$  estén limitados dentro de  $\pm 2,5$  dB con respecto a  $g_{sync}$ , durante la inicialización e intercambio de bits subsiguientes, para evitar la interferencia cicloestacionaria procedente del símbolo de sincronización.

### **B.2.2.3.3 Símbolo de sincronización**

En el tiempo de inicialización, el nivel PSD de transmisión de referencia del símbolo de sincronización se deberá fijar en  $-38 + 10\log(g_{sync}^2)$  dBm/Hz, con  $g_{sync}^2$  definido como el valor  $g_i^2$  medio sobre las subportadoras utilizadas (es decir,  $b_i > 0$ ). La PSD de transmisión de referencia del símbolo de sincronización no será actualizada con modificaciones de ganancia de la subportadora utilizada durante SHOWTIME.

El nivel PSD de transmisión para esas subportadoras con  $g_i > 0$  será el nivel PSD de transmisión de referencia del símbolo de sincronización. Los niveles PSD de transmisión de esas subportadoras con  $g_i = 0$  serán, como mínimo, 10 dB inferiores al nivel PSD de transmisión de referencia del símbolo de sincronización si la subportadora es inferior a la subportadora más baja utilizada (la  $i$  más baja con  $b_i > 0$ ) y será inferior al nivel PSD de transmisión de referencia del símbolo de sincronización si la subportadora está por encima de la subportadora más baja utilizada.

Puesto que las  $g_i$  se aplican solamente a los símbolos de datos, la PSD de transmisión de un símbolo de sincronización difiere de la PSD de transmisión de un símbolo de datos. Las  $g_i$  se calculan para las constelaciones multipunto a fin de igualar la tasa de errores esperada en todas las subportadoras, y son por tanto irrelevantes para la mayoría de las subportadoras moduladas 4-QAM del símbolo de sincronización.

### **B.2.3 Subportadoras de datos (reemplaza a 8.11.1.1)**

La señal de análisis de canal (R-REVERB1) definida en B.3.7 permite utilizar un máximo de 63 portadoras, no obstante lo cual la utilización de portadoras entre  $n = 1$  a 32 es facultativa y su utilización se trata aplicando la Recomendación G.994.1 (véanse B.3.1 y B.3.2). Este límite inferior de  $n$  viene determinado parcialmente por los filtros divisores RDSI/ADSL. Si se utiliza FDM para separar las señales ADSL en sentido ascendente y en sentido descendente, el límite superior lo fijan los filtros separadores hacia arriba/hacia abajo. Las frecuencias de dichos filtros quedan a discreción del fabricante, y la gama de  $n$  utilizables se determina durante la estimación del canal.

### B.2.4 Frecuencia piloto

No hay piloto en sentido ascendente. La ATU-R efectuará una temporización en bucle subordinado basada en el piloto en sentido descendente.

### B.2.5 Frecuencia de Nyquist (complementa a 8.11.1.2)

La frecuencia de Nyquist deberá estar en la subportadora #64 ( $f = 276$  kHz).

### B.2.6 Modulación por la transformada de Fourier discreta inversa (reemplaza a 8.11.2)

La transformada moduladora define la relación entre los 128 valores reales de  $x_k$  y la  $Z_i$ :

$$x_k = \sum_{i=0}^{127} \exp\left(\frac{j\pi ki}{64}\right) Z_i \quad \text{para } k = 0 \text{ a } 127$$

El codificador y el aplicador de un factor de escala generan valores complejos de  $Z_i$  correspondientes a los tonos 1 a 63 (más cero en c.c. y un valor real si se utiliza la frecuencia de Nyquist). Para generar valores reales de  $x_k$  deberán aumentarse esos valores de manera que el vector  $Z_i$  tenga simetría hermitiana. Esto es,

$$Z_i = \text{conj}[Z_{128-i}] \quad \text{para } i = 65 \text{ a } 128$$

Si no se utilizan las portadoras  $N = 1$  a 32:

$$Z_i = 0 \quad \text{para } i = 1 \text{ a } 32$$

NOTA – Para el transmisor de la conjugada compleja especular,

$$Z_i = \text{conj}[Z_{64-i}] \quad \text{para } i = 1 \text{ a } 31$$

$$Z_{32} = 0$$

### B.2.7 Símbolo de sincronización (complementa a 8.11.3)

El esquema de datos utilizado en el símbolo de sincronización deberá ser la secuencia pseudoaleatoria PRU ( $d_n$ , para  $n = 1$  a 128), definida por:

$$d_n = 1 \quad \text{para } n = 1 \text{ a } 6$$

$$d_n = d_{n-5} \oplus d_{n-6} \quad \text{para } n = 7 \text{ a } 128$$

Los bits se utilizan como sigue: el primer par de bits ( $d_1$  y  $d_2$ ), para las subportadoras en c.c. y Nyquist (la potencia asignada a las mismas es cero, por lo que los bits son ignorados efectivamente); a continuación se utilizarán los bits primero y segundo de los pares subsiguientes para definir la  $X_i$  y la  $Y_i$  siendo  $i = 1$  a 63 de acuerdo con el cuadro 7-13.

### B.2.8 Prefijo cíclico (reemplaza a 8.12)

Deberá utilizarse el prefijo cíclico con todos los símbolos que empiecen con el segmento C-REVERB3 de la secuencia de inicialización, definida en 10.7.2.

Las 8 últimas muestras de la salida de la IDFT ( $x_k$  para  $k = 120$  a 127) se agregarán como prefijo al bloque de 64 muestras y se leerán al DAC en secuencia. Esto quiere decir que los subíndices  $k$  de las muestras del DAC en secuencia son 120 ... 127, 0 ... 127.

## B.3 Inicialización (véase la cláusula 10)

### B.3.1 Entrada en contacto – ATU-C (complementa a 10.2)

### B.3.1.1 Mensajes CL (complementa a 10.2.1)

Véase el cuadro B.1

**Cuadro B.1/G.992.1 – Definiciones del bit Npar(2) de los mensajes CL de ATU-C para el anexo B**

Bit Npar(2)	Definición
Tonos 1 a 32	Si está puesto a UNO, significa que la ATU-C es capaz de recibir los tonos 1 a 32 en sentido ascendente durante el acondicionamiento del transceptor (sólo aplicable para la Recomendación G.992.1, anexo B).

### B.3.1.2 Mensajes MS (complementa a 10.2.2)

Véase el cuadro B.2.

**Cuadro B.2/G.992.1 – Definiciones del bit Npar(2) de los mensajes MS de ATU-C para el anexo B**

Bit Npar(2)	Definición
Tonos 1 a 32	Significa que la ATU-R está autorizada a transmitir los tonos 1 a 32 en sentido ascendente durante el acondicionamiento del transceptor (sólo aplicable para la Recomendación G.992.1, anexo B).

### B.3.2 Entrada en contacto – ATU-R (complementa a 10.3)

#### B.3.2.1 Mensajes CLR (complementa a 10.3.1)

Véase el cuadro B.3.

**Cuadro B.3/G.992.1 – Definiciones del bit Npar(2) de los mensajes CLR de ATU-R para el anexo B**

Bit Npar(2)	Definición
Tonos 1 a 32	Si está puesto a UNO, significa que la ATU-R es capaz de transmitir los tonos 1 a 32 en sentido ascendente durante el acondicionamiento del transceptor (sólo aplicable la Recomendación G.992.1, anexo B).

#### B.3.2.2 Mensajes MS (complementa a 10.3.2)

Véase el cuadro B.4.

**Cuadro B.4/G.992.1 – Definiciones del bit Npar(2) de los mensajes MS de ATU-R para el anexo B**

Bit Npar(2)	Definición
Tonos 1 a 32	Puesto a UNO única y exclusivamente si este bit estaba puesto a UNO tanto en el mensaje CL como en el mensaje CLR, inmediatamente anteriores a ambos. Significa que la ATU-R está autorizada a transmitir los tonos 1 a 32 (o un subconjunto de los mismos) en sentido ascendente durante el acondicionamiento del transceptor (sólo aplicable para la Recomendación G.992.1, anexo B).

### B.3.3 Reducción de potencia (complementa a 10.4.5.1)

Si la potencia en sentido ascendente total medida en 12 subportadoras consecutivas en la gama de 36 a 51 durante R-REVERB1 es superior a 3 dBm, la PSD de la C-REVERB1 y todas las señales en sentido descendente subsiguientes será como se muestra en el cuadro B.5.

La ATU-C elegirá 12 subportadoras consecutivas en la gama de 36 a 51 transmitida realmente a la potencia nominal por la ATU-R. Si la ATU-C no puede encontrar esas 12 subportadoras, está autorizada a utilizar menos subportadoras en la medición de la potencia en sentido ascendente, pero compensará en consecuencia la medición.

**Cuadro B.5/G.992.1 – Reducción de potencia: PSD en sentido descendente en función de la potencia recibida en sentido ascendente**

Potencia recibida en sentido ascendente (dBm) <	0	1,5	3	4,5	6	7,5	9
PSD en sentido descendente máxima (dBm/Hz)	-40	-42	-44	-46	-48	-50	-52

El nivel elegido será el nivel de referencia en todos los cálculos de ganancia subsiguientes.

### B.3.4 Atenuación de bucle en sentido ascendente media estimada (véase 10.8.9.1)

Con las PSD de transmisión permitidas de -38 dBm/Hz en la gama de 138 a 276 kHz, la potencia de transmisión total, utilizada para este cálculo, deberá ser de 13,3 dBm.

### B.3.5 Atenuación de bucle en sentido descendente media estimada (véase 10.9.8.1)

Con las PSD de transmisión permitidas definidas en el cuadro B.5 (-40 dBm/Hz a -52 dBm/Hz) en la gama de 138 a 1104 kHz, la potencia de transmisión total, utilizada para este cálculo, puede variar de un máximo de 19,9 dBm, en pasos de -2 dB, a un mínimo de 7,9 dBm.

### B.3.6 C-PILOT1 (para 10.4.3)

$f_{C-PILOT1} = 414$  kHz, es decir,  $n_{C-PILOT1} = 96$ .

### B.3.7 R-REVERB1 (complementa 10.5.2)

El esquema de datos utilizados en R-REVERB1 deberá ser la secuencia pseudoaleatoria PRU ( $d_n$ , para  $n = 1$  a 128), definida por:

$$\begin{aligned}d_n &= 1 && \text{para } n = 1 \text{ a } 6 \\d_n &= d_{n-5} \oplus d_{n-6} && \text{para } n = 7 \text{ a } 128\end{aligned}$$

Los bits se utilizan como sigue: el primer par de bits ( $d_1$  y  $d_2$ ), para la subportadoras en c.c. y Nyquist (la potencia asignada a las mismas es, naturalmente, cero, por lo que los bits son ignorados efectivamente); a continuación se utilizarán los bits primero y segundo de los pares subsiguientes para definir la  $X_i$  e  $Y_i$  siendo  $i = 1$  a 63, como se define para C-REVERB1 (véase 10.4.5).

NOTA – Los bits  $d_1$  a  $d_6$  se reinician para cada símbolo, por lo que cada símbolo de R-REVERB1 utiliza los mismos datos.

### B.3.8 R-MEDLEY (reemplaza a 10.7.8)

R-MEDLEY es una señal pseudoaleatoria de banda ancha utilizada para estimar la SNR en sentido ascendente en la ATU-C. Los datos que se han de transmitir se obtienen de la secuencia pseudoaleatoria PRU definida en 10.5.2 (R-REVERB1). Al contrario que con la R-REVERB1, no obstante, se utiliza el prefijo cíclico y la secuencia de datos continúa de un símbolo al siguiente. Dado que la longitud de la secuencia es de 63, y se utilizan 128 bits para cada símbolo, el vector de la subportadora de R-MEDLEY cambia de un símbolo al siguiente. R-MEDLEY se transmite

durante unos 16 384 periodos de símbolo. Tras R-MEDLEY, la ATU-R pasa al estado de señalización R-REVERB4.

### B.3.9 C-MSG2 (complementa a 10.8.9)

$$n_{C-MSG1} = 75$$

$$n_{C-MSG2} = 91$$

### B.3.10 R-MSG2 (complementa a 10.9.8)

$$N_{R-MSG1} = 44$$

$$N_{R-MSG2} = 49$$

### B.3.11 C-ECT y R-ECT (complementa a 10.4.7 y 10.5.4)

Puesto que C-ECT y R-ECT son señales definidas por el vendedor (véanse 10.4.7 y 10.5.4), la especificación de la PSD se interpretará sólo como un máximo. Ese nivel máximo es de  $-39 - 2n_{PCB}$  (para C-ECT) y  $-37$  (para R-ECT) dBm/Hz (indicando  $n$  la reducción de potencia,  $n = 0$  a  $6$ ) para la banda de 138 kHz a 1104 kHz (para C-ECT) y a 276 (para R-ECT). Se pueden utilizar las subportadores 1 a 31, pero la potencia en la banda de la RDSI deberá atenerse a la especificación dada en B.1.3 y B.2.2.

### B.3.12 C-B&G (reemplaza a 10.8.13)

C-B&G se utilizará para transmitir a la ATU-R la información de bits y ganancias {es decir  $b_1, g_1, b_2, g_2, \dots, b_{63}, g_{63}$ }, que se han de utilizar en las portadoras en sentido ascendente.  $b_i$  indica el número de bits que han de ser codificados por el transmisor ATU-R en la  $i$ -ésima portadora en sentido ascendente;  $g_i$  indica el factor de escala, con respecto a la ganancia que se utilizó para esa portadora durante la transmisión de R-MEDLEY, que deberá ser aplicado a la  $i$ -ésima portadora en sentido ascendente. Puesto que no se van a transmitir bits ni energía en c.c. o a una velocidad de muestreo mitad, se supondrá que  $b_0, g_0, b_{64}$  y  $g_{64}$  son cero todos ellos y no serán transmitidos.

Cada  $b_i$  se representará como un entero de 4 bits sin signo, estando comprendidos los  $b_i$  válidos en la gama de cero a  $N_{upmax}$ , el número máximo de bits que la ATU-R está en condiciones de modular en una subportadora única, que se comunica en R-MSG1.

Cada  $g_i$  será representada como una cantidad de punto fijo sin signo de 12 bits, en la que, por convenio, el punto binario se halla justo a la derecha del tercer bit más significativo. Por ejemplo, una  $g_i$  con representación binaria (el bit más significativo es el primero)  $001.01000000_2$  indicaría a la ATU-R que escalara la constelación de la portadora  $i$ , con un factor de ganancia de 1,25, con lo que la potencia en esa portadora sería 1,94 dB superior a lo que fue durante R-MEDLEY.

En el caso de subportadoras en las que no se transmitan datos, y cuando el receptor no atribuya bits (por ejemplo, subportadoras fuera de banda) tanto  $b_i$  como  $g_i$  se fijarán a cero (0000 y 00000000 0000, respectivamente). En el caso de subportadoras en las que no se transmitan datos en un momento determinado, pero el receptor pueda atribuir bits más tarde (por ejemplo, como resultado de una mejora de la SNR), el  $b_i$  se fijará a cero y la  $g_i$  a un valor comprendido entre 0,19 y 1,33 ( $000.00110000_2$  a  $001.01010101_2$ ).

La información C-B&G se proyectará en un mensaje  $m$  de 1008 bits definido por:

$$m = \{m_{1007}, m_{1006}, \dots, m_1, m_0\} = \{g_{63}, b_{63}, \dots, g_1, b_1\}$$

transmitiéndose primero el MSB de  $b_i$  y  $g_i$  del  $m$  de índice más alto y  $m_0$ . El mensaje  $m$  se transmitirá en 126 símbolos, utilizando el método de transmisión descrito en 10.8.9.

Tras C-B&G, la ATU-C pasará al estado C-CRC5. En la figura B.5 se muestra el nuevo diagrama de temporización de la secuencia de inicialización (parte 2) (modificado a partir del diagrama incluido en 10.9.18).

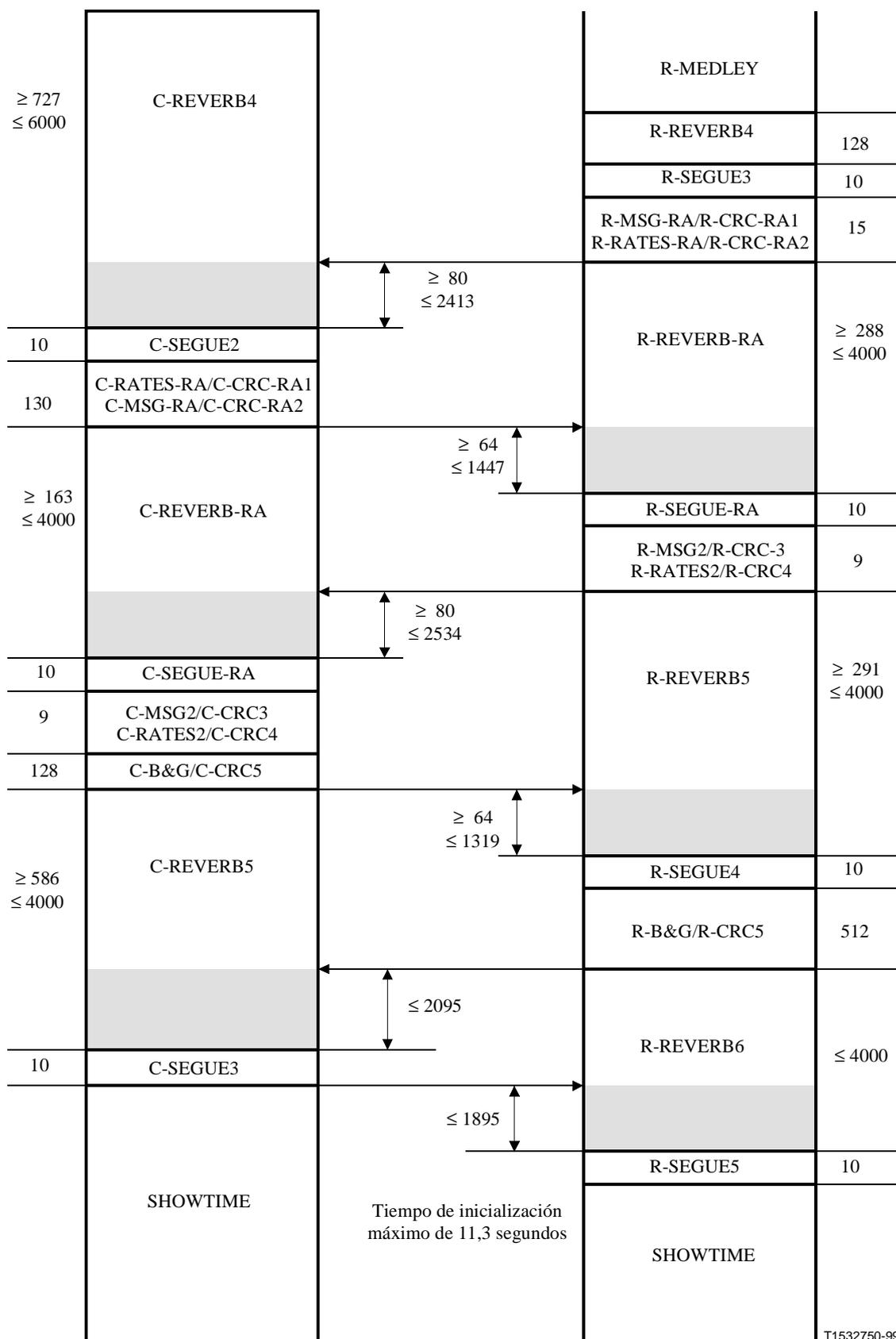


Figura B-5/G.992.1 – Diagrama de temporización de la secuencia de inicialización – Parte 2

## ANEXO C

### Requisitos específicos de un sistema ADSL que funciona en el mismo cable que una RDSI, según lo definido en el apéndice III de la Recomendación G.961

#### C.1 Alcance

En el presente anexo se describen las especificaciones que son exclusivas de un sistema ADSL que coexiste, en el mismo enlace vinculador, con un multiplex con compresión en el tiempo de RDSI definido en la Recomendación G.961 apéndice III. En las subcláusulas de este anexo se da material complementario y de reemplazamiento del de las subcláusulas del cuerpo principal. La naturaleza del material se indica entre paréntesis en el encabezamiento de las subcláusulas. Las modificaciones descritas en el presente anexo permiten una mejora de la calidad de funcionamiento con respecto al sistema ADSL especificado en el anexo A en un entorno de coexistencia con multiplex con compresión en el tiempo de RDSI en el mismo cable. En este anexo se definen además los parámetros del sistema ADSL que han quedado sin definir en el cuerpo principal de la Recomendación. Se recomienda que si en un sistema ADSL se implementan las especificaciones del anexo C, se implementen también las del anexo A.

#### C.2 Definiciones

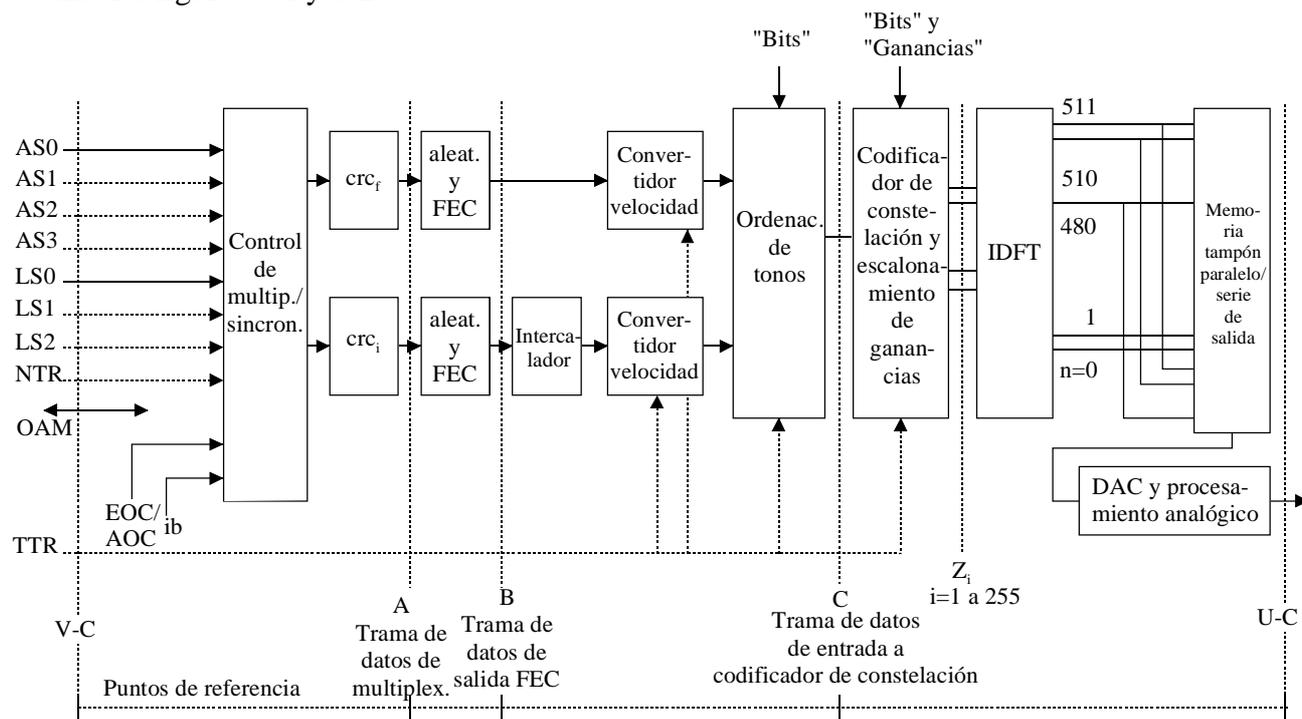
Bitmap-F <sub>C</sub>	Mapa de bits de transmisor ATU-R en condiciones de ruido FEXT de multiplex con compresión en el tiempo de RDSI generado en ATU-C
Bitmap-F <sub>R</sub>	Mapa de bits de transmisor ATU-C en condiciones de ruido FEXT de multiplex con compresión en el tiempo de RDSI generado en ATU-R
Bitmap-N <sub>C</sub>	Mapa de bits de transmisor ATU-R en condiciones de ruido NEXT de multiplex con compresión en el tiempo de RDSI generado en ATU-C
Bitmap-N <sub>R</sub>	Mapa de bits de transmisor ATU-C en condiciones de ruido NEXT de multiplex con compresión en el tiempo de RDSI generado en ATU-R
Mapa de bits doble ( <i>dual bitmap</i> )	El método del mapa de bits doble tiene velocidades binarias dobles en condiciones de ruido de telediafonía (FEXT) y para diafonía (NEXT) procedente del multiplex con compresión en el tiempo de RDSI.
Mapa de bits de FEXT ( <i>FEXT bitmap</i> )	Similar al método del mapa de bits doble, si bien la transmisión sólo se produce durante el ruido FEXT procedente del multiplex con compresión en el tiempo de RDSI.
Duración FEXT <sub>C</sub>	Duración de FEXT de multiplex con compresión en el tiempo de RDSI en ATU-C estimada por la ATU-R
Símbolo de FEXT <sub>C</sub>	Símbolo DMT transmitido por la ATU-R durante la FEXT de multiplex con compresión en el tiempo de RDSI
Duración de FEXT <sub>R</sub>	Duración de FEXT de multiplex con compresión en el tiempo de RDSI en ATU-R estimada por la ATU-C
Símbolo de FEXT <sub>R</sub>	Símbolo DMT transmitido por la ATU-C durante la FEXT de multiplex con compresión en el tiempo de RDSI
Hipertrama	Estructura de 5 supertramas sincronizada por la TTR
Duración de NEXT <sub>C</sub>	Duración de NEXT de multiplex con compresión en el tiempo de RDSI en ATU-C estimada por la ATU-R
Símbolo de NEXT <sub>C</sub>	Símbolo DMT transmitido por la ATU-R durante la NEXT de multiplex con compresión en el tiempo de RDSI

Duración de $NEXT_R$	Duración de NEXT de múltiplex con compresión en el tiempo de RDSI en ATU-R estimada por la ATU-C
Símbolo de $NEXT_R$	Símbolo DMT transmitido por la ATU-C durante la NEXT de múltiplex con compresión en el tiempo de RDSI
$N_{SWF}$	Contador de tramas de ventana deslizante
Subtrama	10 símbolos DMT consecutivos (excepto los de sincronización) de acuerdo con la temporización TTR
TTR	Referencia de temporización de múltiplex con compresión en el tiempo de RDSI
$TTR_C$	Referencia de temporización utilizada en ATU-C
$TTR_R$	Referencia de temporización utilizada en ATU-R
UI	Intervalo unitario

### C3 Modelos de referencia

#### C.3.1 Modelo de referencia del transmisor de la ATU-C (reemplaza a las figuras de 5.1)

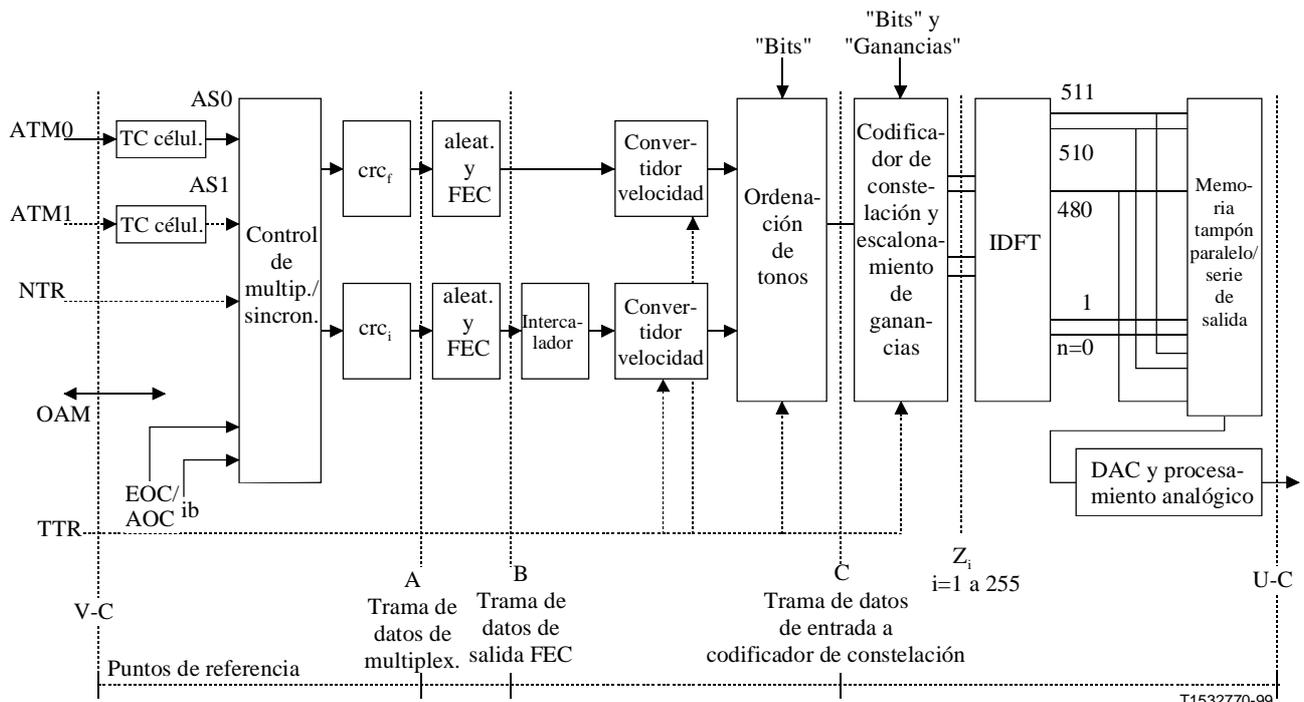
Véanse las figuras C.1 y C.2.



T1532760-99

NOTA – La TTR puede ser generada en ATU-C sin que la proporcione el reloj de múltiplex con compresión en el tiempo de RDSI.

**Figura C.1/G.992.1 – Modelo de referencia del transmisor de la ATU-C para transporte STM**

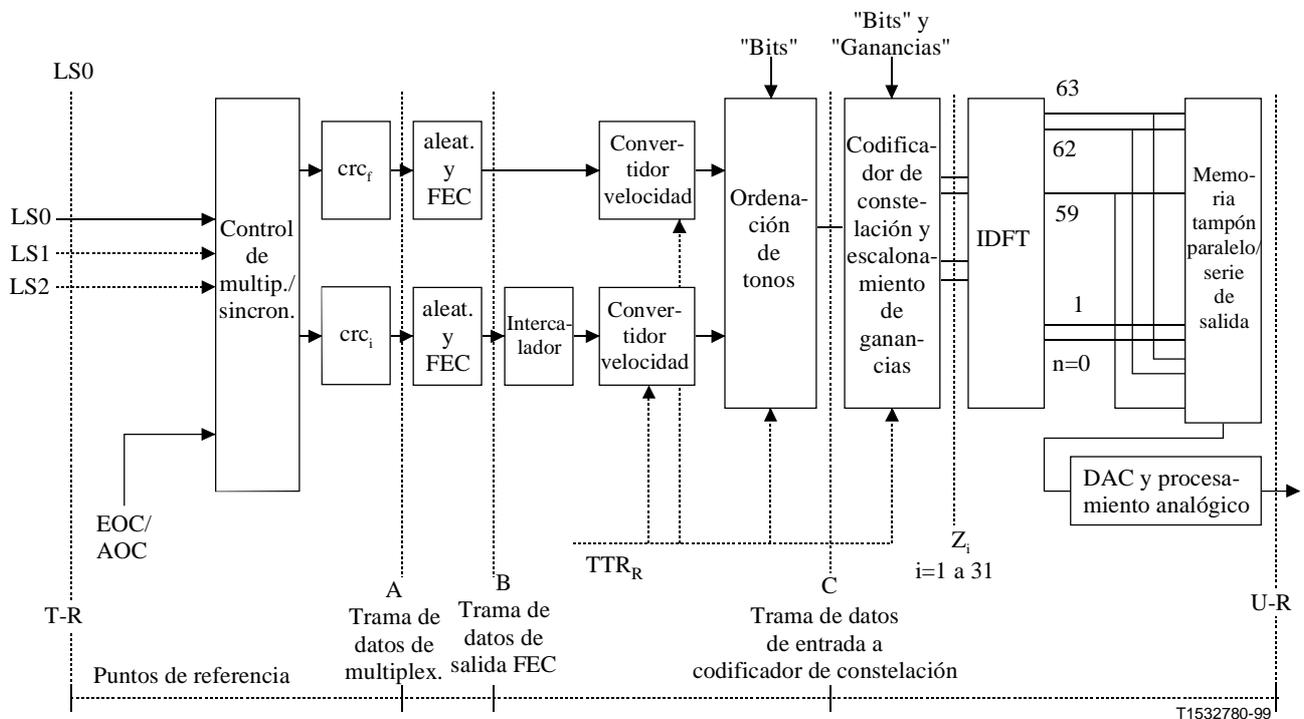


NOTA – La TTR puede ser generada en ATU-C sin que la proporcione el reloj de múltiplex con compresión en el tiempo de RDSI.

**Figura C.2/G.992.1 – Modelo de referencia del transmisor de la ATU-C para transporte ATM**

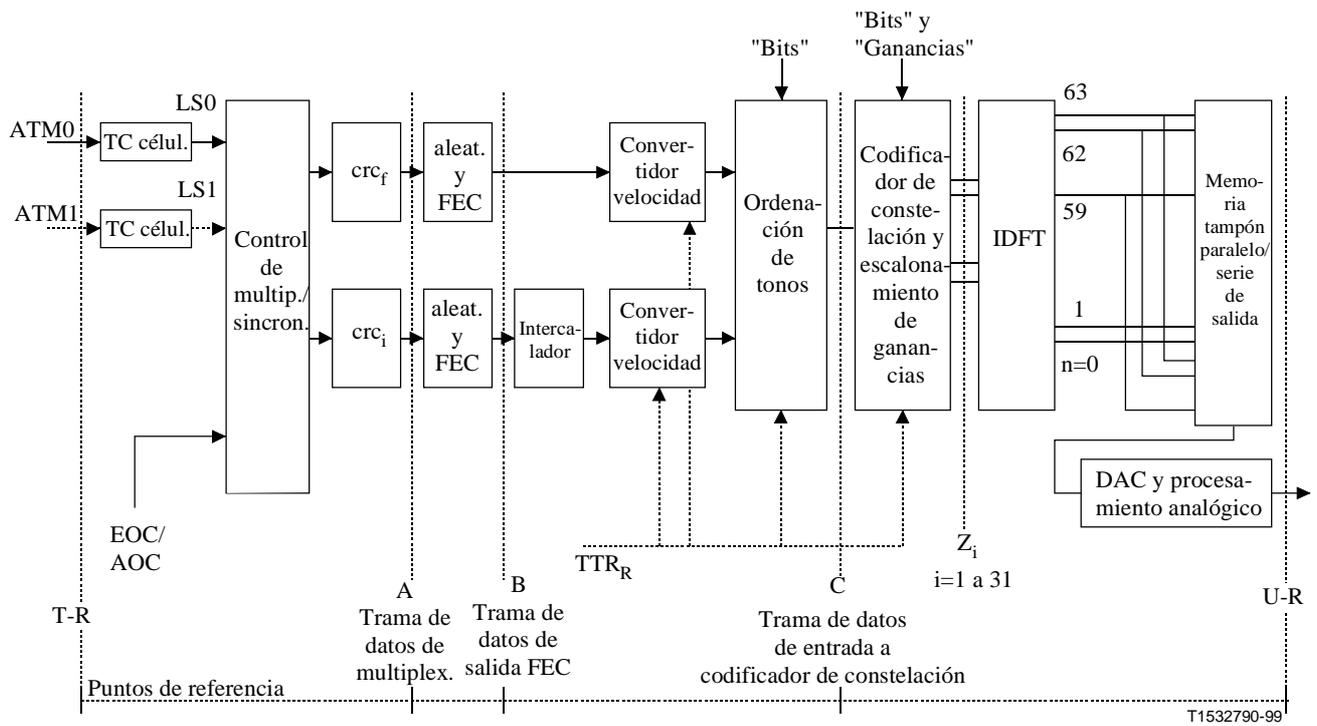
### C.3.2 Modelo de referencia del transmisor de la ATU-R (reemplaza a las figuras de 5.2)

Véanse las figuras C.3 y C.4.



NOTA – La TTR<sub>R</sub> será generada en ATU-R a partir de la señal recibida TTR<sub>C</sub>, y se engancha a 690 periodos de reloj de muestreo en sentido ascendente (276 kHz).

**Figura C.3/G.992.1 – Modelo de referencia del transmisor de la ATU-R para transporte STM**



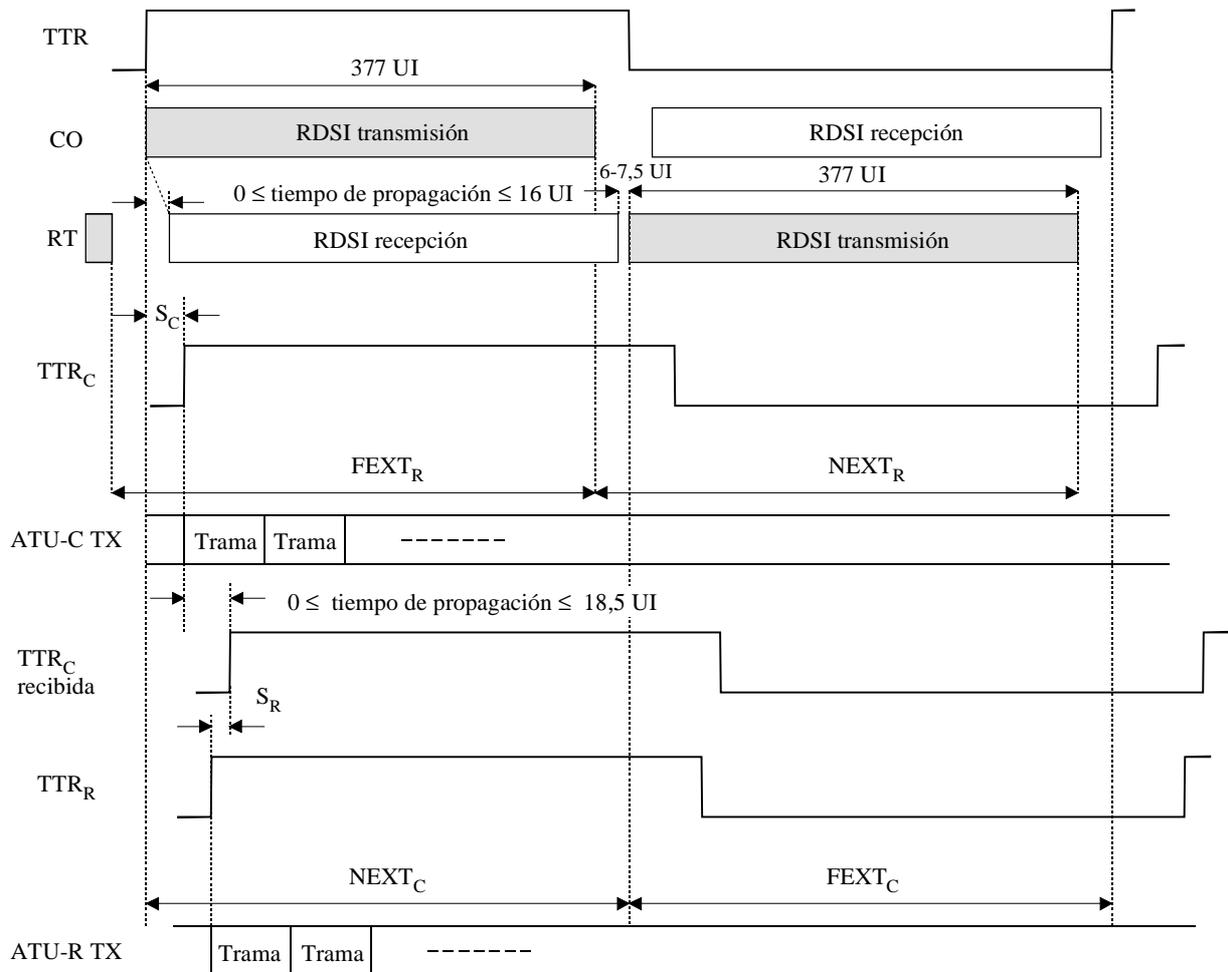
NOTA – La TTR<sub>R</sub> será generada en ATU-R a partir de la señal recibida TTR<sub>C</sub>, y se engancha a 690 periodos de reloj de muestreo en sentido ascendente (276 kHz).

**Figura C.4/G.992.1 – Modelo de referencia del transmisor de la ATU-R para transporte ATM**

### C.3.3 Modelo de temporización del transmisor de ATU-C/R (reemplaza a 5.3)

#### C.3.3.1 Modelo de temporización de diafonía de múltiplex con compresión en el tiempo de RDSI (subcláusula nueva)

La figura C.5 muestra el diagrama de temporización de la diafonía procedente de múltiplex con compresión en el tiempo de RDSI.



T1532800-99

1 UI = 3,125  $\mu$ s

**FEXT<sub>R</sub>** y **NEXT<sub>R</sub>** son estimadas por la ATU-C

**FEXT<sub>C</sub>** y **NEXT<sub>C</sub>** son estimadas por la ATU-R

**TTR** Referencia de temporización múltiplex con compresión en el tiempo de RDSI

**TTR<sub>C</sub>** Referencia de temporización utilizada en ATU-C

**TTR<sub>C</sub> recibida** TTR<sub>C</sub> recibida en ATU-R

**TTR<sub>R</sub>** Referencia de temporización utilizada en ATU-R

**S<sub>C</sub>** 55 × 0,9058  $\mu$ s: Desplazamiento de TTR a TTR<sub>C</sub>

**S<sub>R</sub>** -42 × 0,9058  $\mu$ s: Desplazamiento de TTR<sub>C</sub> recibida a TTR<sub>R</sub>

**Figura C.5/G.992.1 – Diagrama de temporización de diafonía de múltiplex con compresión en el tiempo de RDSI**

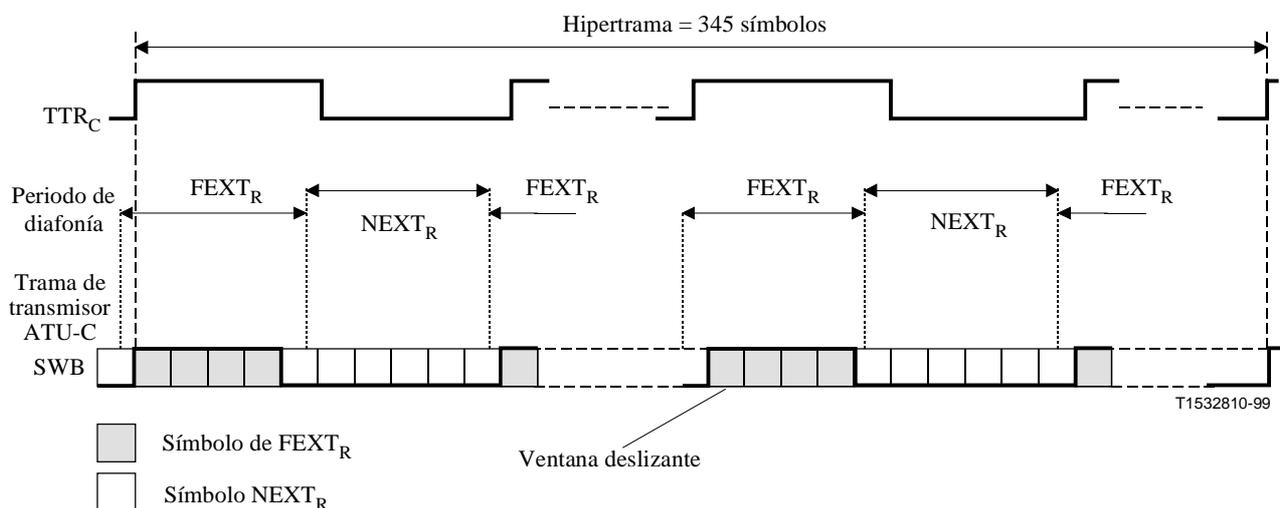
El tren de datos de múltiplex con compresión en el tiempo de RDSI es transmitido en el periodo de TTR. La CO transmite el tren en la primera mitad del periodo de TTR y el RT lo transmite en la segunda mitad del periodo de TTR. La ATU-C recibe ruido NEXT de la RDSI en la primera mitad del periodo de TTR y ruido FEXT de la RDSI en la segunda mitad del periodo de múltiplex con compresión en el tiempo de RDSI. Por otro lado, la ATU-R recibe ruido FEXT de la RDSI en la primera mitad del periodo de TTR y ruido NEXT de la RDSI en la segunda mitad del periodo de TTR.

Como se define en C.7.6.2 y C.7.8.3, la ATU-C deberá estimar la duración de FEXT<sub>R</sub> y NEXT<sub>R</sub> en ATU-R, y la ATU-R deberá estimar la duración de FEXT<sub>C</sub> y NEXT<sub>C</sub> en ATU-C tomando en consideración el tiempo de propagación por la línea de abonado.

La ATU-C transmitirá cualquier símbolo por sincronización con la temporización  $TTR_C$ . La ATU-R transmitirá cualquier símbolo por medio de sincronización con la temporización  $TTR_R$  generada a partir de la  $TTR_C$  recibida.

### C.3.3.2 Ventana deslizante (subcláusula nueva)

La figura C.6 muestra el diagrama de temporización de la transmisión en sentido descendente del anexo C en ATU-C.



**Figura C.6/G.992.1 – Ventana deslizante para símbolos en sentido descendente**

La ventana deslizante define los símbolos de la transmisión en condiciones de entorno de ruido de diafonía sincronizado con el periodo de TTR. El símbolo de  $FEXT_{C/R}$  representa el símbolo incluido por completo en la duración de  $FEXT_{C/R}$ . El símbolo de  $NEXT_{C/R}$  representa cualquier símbolo que contenga la duración de  $NEXT_{C/R}$ . Así pues, hay más símbolos de  $NEXT_{C/R}$  que símbolos de  $FEXT_{C/R}$ .

La ATU-C decide qué símbolo de la transmisión es símbolo de  $FEXT_R$  o  $NEXT_R$  de acuerdo con la ventana deslizante y lo transmite con la tabla de bits correspondiente. De manera similar, la ATU-R decide que el símbolo de la transmisión sea un  $FEXT_C$  o un  $NEXT_C$  y lo transmite con la tabla de bits correspondiente. Aunque la fase de la ventana deslizante es asíncrona con respecto a la  $TTR_{C/R}$ , el esquema es fijo para las 345 tramas de la hipertrama.

### C.3.3.3 Sincronización de símbolos de ATU-C con TTR (subcláusula nueva)

345 símbolos son 34 ciclos con prefijo de ciclo de  $TTR_C$  (o 32 ciclos de  $TTR_C$  sin prefijo de ciclo). Esto implica el enclavamiento del bucle de enganche de fase (PLL, *phase lock loop*) a la ATU-R.

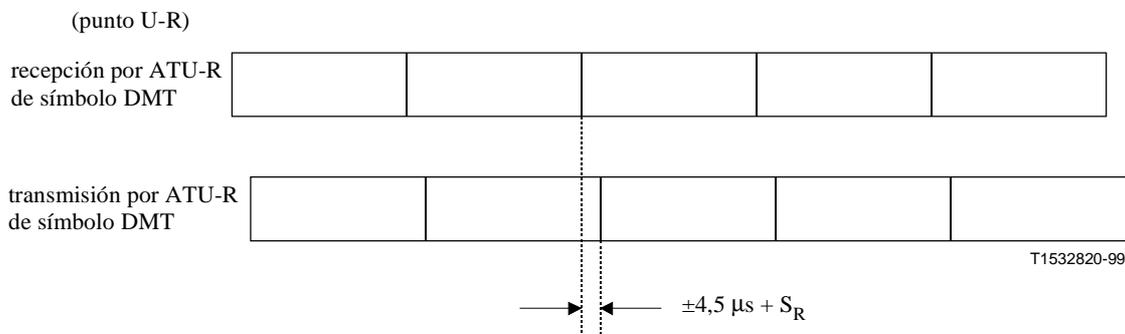
### C.3.3.4 Cambio de mapa de bits doble (subcláusula nueva)

La ATU-C transmite símbolos de  $FEXT_R$  utilizando el Bitmap- $F_R$  (en la duración de  $FEXT_R$ ) y transmite símbolos de  $NEXT_R$  utilizando el Bitmap- $N_R$  (en la duración de  $NEXT_R$ ) de acuerdo con el resultado de la inicialización. La ATU-R transmite símbolos de  $FEXT_C$  utilizando el Bitmap- $F_C$  (en la duración de  $FEXT_C$ ), y transmite símbolos de  $NEXT_C$  utilizando el Bitmap- $N_C$  (en la duración de  $NEXT_C$ ).

La ATU-C deberá tener la capacidad de inhabilitar el Bitmap- $N_C$  y el Bitmap- $N_R$  (véanse C.4.5 y C.5.3).

### C.3.3.5 Temporización de bucle en ATU-R (subcláusula nueva)

La relación de fase entre símbolo recibido y símbolo transmitido de ATU-R en el punto de referencia U-R deberá admitir las tolerancias de fase que se muestran en la figura C.7.



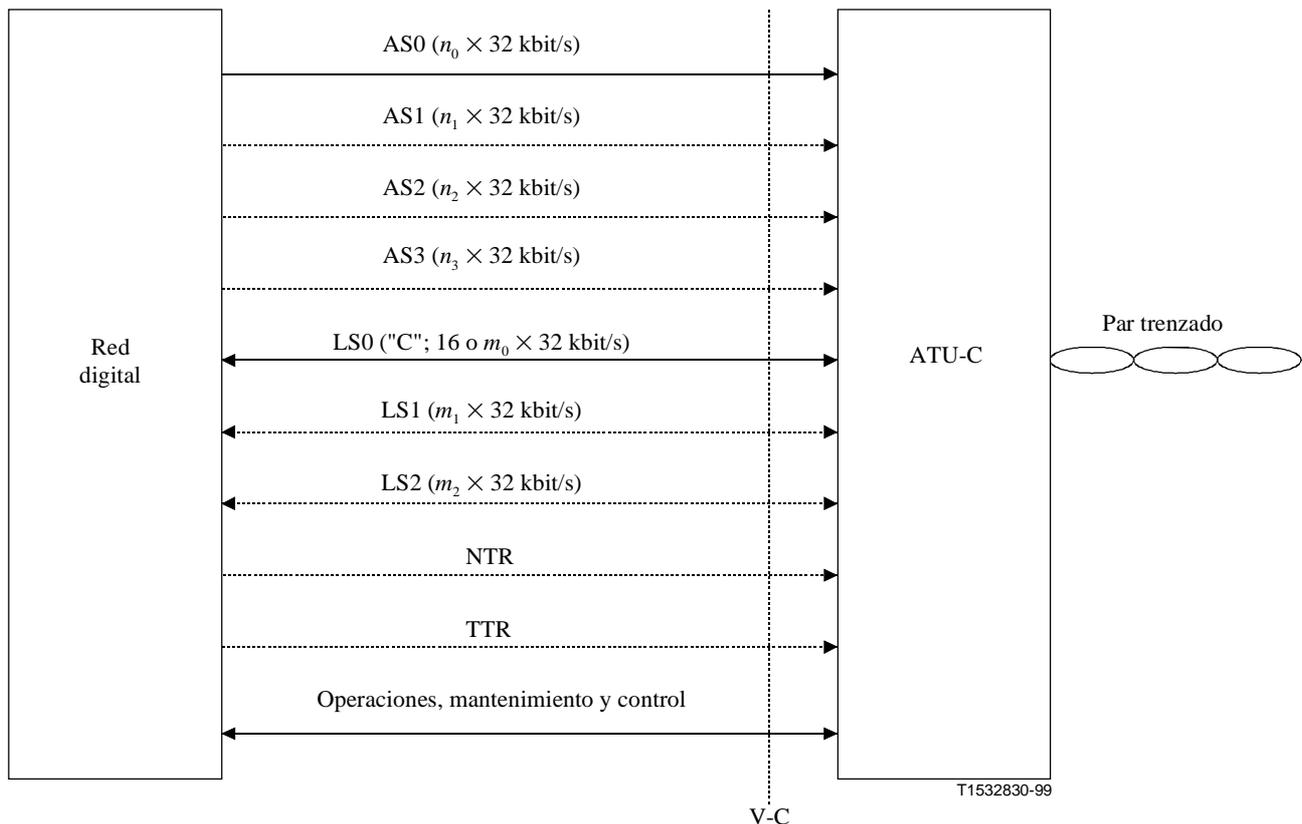
**Figura C.7/G.992.1 – Temporización de bucle para ATU-R**

## C.4 Características funcionales de ATU-C (pertenece a la cláusula 7)

### C.4.1 Funcionalidad específica de los protocolos de transmisión STM (pertenece a 7.1)

#### C.4.1.1 Interfaz V de entrada y salida de ATU-C para transporte STM (reemplaza a las figuras de 7.1.1)

Véase la figura C.8.



NOTA 1 – Los canales portadores opcionales (tanto dúplex como símplex) y las características se muestran con líneas de puntos.

NOTA 2 – La TTR puede ser generada en la ATU-C sin ser proporcionada desde el punto de referencia V-C.

**Figura C.8/G.992.1 – Interfaces funcionales de ATU-C para transporte STM en el punto de referencia V-C**

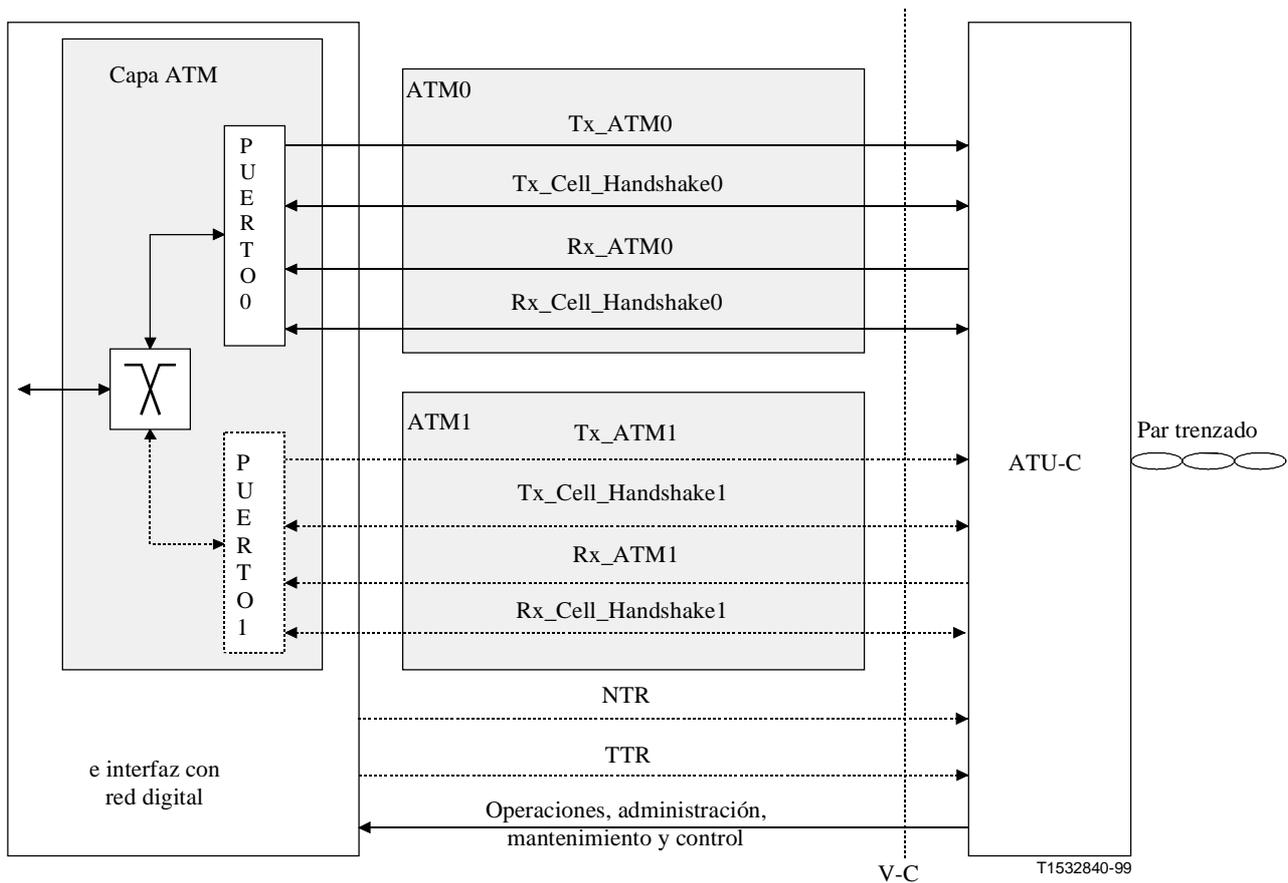
#### **C.4.1.2 Retardo de transferencia de cabida útil (complementa a 7.1.4)**

Puesto que en el anexo C se utiliza un convertidor de velocidad, el retardo de transferencia de cabida útil máximo es superior a los valores especificados en 7.1.4. El retardo de transferencia unidireccional adicional debido a los convertidores de velocidad deberá ser inferior a 1,7 ms para datos rápidos e inferior a 13 ms para datos intercalados.

#### **C.4.2 Funcionalidades específicas de los protocolos de transmisión ATM (pertenece a 7.2)**

##### **C.4.2.1 Interfaz V de entrada y salida de ATU-C para transporte ATM (reemplaza a las figuras de 7.2.1)**

Véase la figura C.9.



NOTA – La TTR puede ser generada en la ATU-C sin ser proporcionada desde el punto de referencia V-C.

**Figura C.9/G.992.1 – Interfaces funcionales de la ATU-C con la capa ATM en el punto de referencia V-C**

#### **C.4.2.2 Retardo de transferencia de cabida útil (complementa a 7.2.2)**

Puesto que en el anexo C se utiliza un convertidor de velocidad, el retardo de transferencia de cabida útil máximo es superior a los valores especificados en 7.2.2. El retardo de transferencia unidireccional adicional debido a los convertidores de velocidad deberá ser inferior a 1,7 ms para datos rápidos e inferior a 13 ms para datos intercalados.

#### **C.4.3 Alineación de trama (pertenece a 7.4)**

##### **C.4.3.1 Estructura de supertrama (complementa a 7.4.1.1)**

Puesto que los convertidores de velocidad reordenan los datos de usuario y los datos a nivel de bit de la tara para crear hipertramas, las tramas de los datos de entrada al codificador de la constelación son diferentes de las definidas en 7.4.1.1.

##### **C.4.3.2 Estructura de hipertrama (reemplaza a 7.4.1.3)**

En el anexo C se utiliza la estructura de hipertrama que se muestra en la figura C.10. La figura C.10 muestra la relación de fase entre la  $TTR_C$  y la hipertrama en el punto U-C. Cada hipertrama consta de 5 supertramas, enumeradas de 0 a 4. Para indicar el límite de la hipertrama, se utiliza el símbolo de sincronización inverso en la cuarta supertrama (SPF#3), generado a partir de una inversión de fase de 180 grados tono a tono del símbolo de sincronización (véase C.4.7.1), excepto por lo que se refiere al tono piloto.

El tren de datos a nivel de bit procedente del convertidor de velocidad se extrae de acuerdo con el tamaño del Bitmap-F<sub>R</sub> y el Bitmap-N<sub>R</sub> utilizando la ventana deslizante (véase C.3.3.2).

Para hacer que la velocidad binaria sea un múltiplo de 32 kbit/s, el convertidor de velocidad inserta los bits ficticios al final de la hipertrama (véase C.4.4.2). La hipertrama se compone de 345 símbolos DMT, numerados de 0 a 344. Cada símbolo se asigna como símbolo de FEXT<sub>R</sub> o NEXT<sub>R</sub> en una duración de FEXT<sub>R</sub> o NEXT<sub>R</sub> (véase C.2), y la fórmula numérica que sigue da la información de la duración a la que pertenece el N<sub>dmt</sub>-ésimo símbolo DMT en el transmisor ATU-C (véase la figura C.11).

Para N<sub>dmt</sub> = 0, 1, ..., 344

$$S = 272 \times N_{dmt} \text{ mod } 2760$$

si { (S + 271 < a) o (S > a + b) }      por tanto símbolo de FEXT<sub>R</sub>

el resultado es diferente                      por tanto símbolo de NEXT<sub>R</sub>

donde a = 1243, b = 1461

Así pues, se atribuyen 128 símbolos DMT mientras dura la FEXT<sub>R</sub>, y 217 símbolos DMT mientras dura la NEXT<sub>R</sub>. La composición de los símbolos es como sigue:

Símbolo de FEXT<sub>R</sub>:

Número de símbolos que utilizan el Bitmap-F<sub>R</sub>      = 126

Número de símbolos de sincronización              = 1

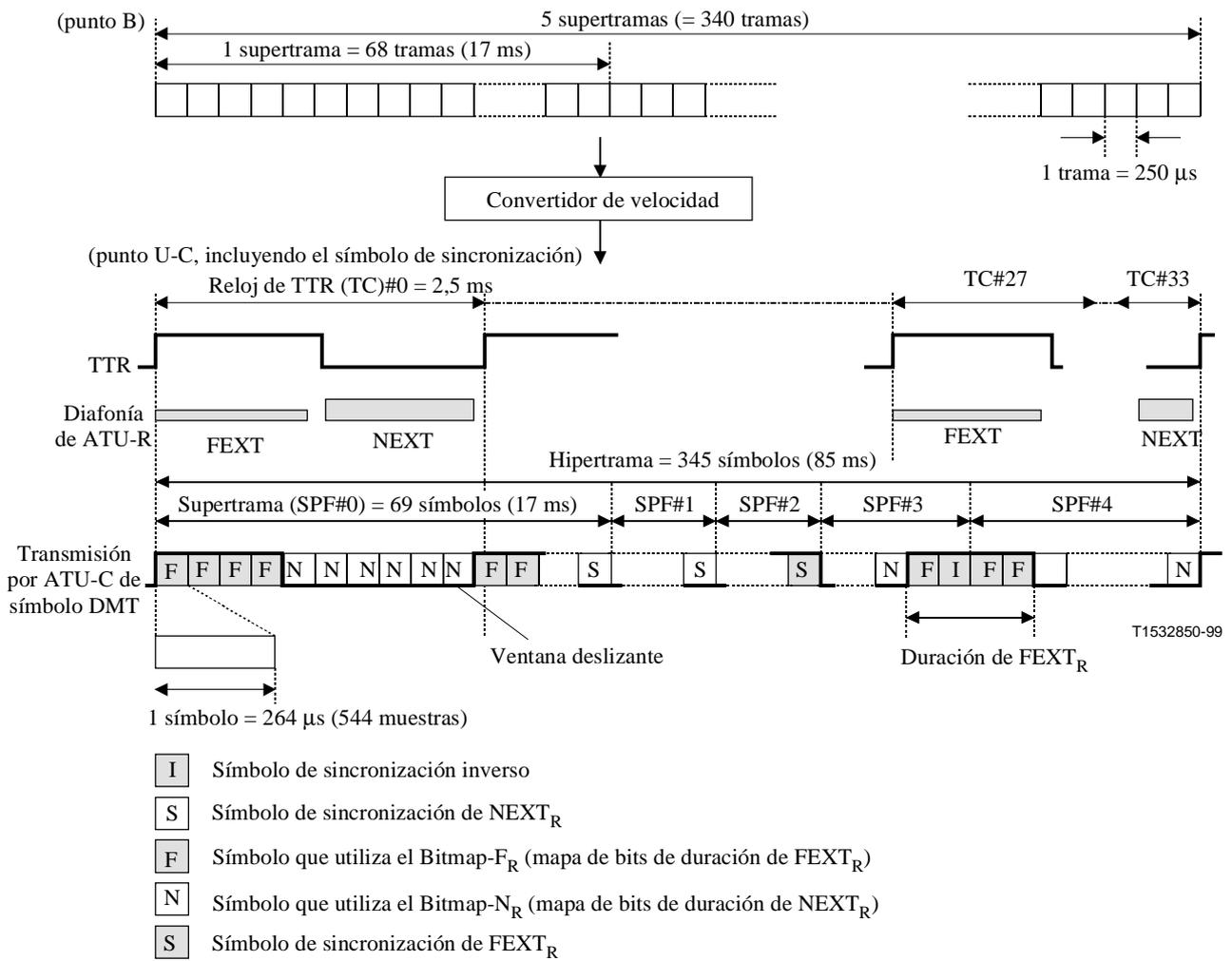
Número de símbolos de sincronización inversos      = 1

Símbolo de NEXT<sub>R</sub>:

Número de símbolos que utilizan el Bitmap-N<sub>R</sub>      = 214

Número de símbolos de sincronización              = 3

Durante el modo mapa de bits FEXT, la ATU-C transmitirá solamente el tono piloto en símbolos de NEXT<sub>R</sub>.



**Figura C.10/G.992.1 – Estructura de hipertrama para sentido descendente**

TTR<sub>C</sub>

0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
2	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
3	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
4	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
5	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
6	60	61	62	63	64	65	66	67	SS	69
7	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
8	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
9	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
10	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109
11	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
12	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129
13	130	131	132	133	134	135	136	SS	138	139
14	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149
15	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159
16	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169
17	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179
18	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189
19	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199
20	200	201	202	203	204	205	SS	207	208	209
21	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219
22	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229
23	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239
24	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249
25	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259
26	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269
27	270	271	272	273	274	ISS	276	277	278	279
28	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289
29	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299
30	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309
31	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319
32	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329
33	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339
										SS

ISS Símbolo sincron. inverso   
SS Símb. sincron. FEXT<sub>R</sub>   
SS Símb. sincroniz. NEXT<sub>R</sub>  
 Símbolo datos de FEXT<sub>R</sub>   
 Símbolo datos de NEXT<sub>R</sub>

T1535330-00

**Figura C.11/G.992.1 – Esquema de símbolos en una hipertrama con prefijo cíclico – Sentido descendente**

### C.4.3.3 Estructura de subtrama (reemplaza a 7.4.1.4)

Una subtrama está formada por 10 símbolos DMT consecutivos (excepto los símbolos de sincronización) como se muestra en el cuadro C.1. Las 34 subtramas forman una hipertrama.

**Cuadro C.1/G.992.1 – Subtrama (sentido descendente)**

N.º de subtrama	N.º de símbolo DMT	Nota
0	0-9	
1	10-19	
2	20-29	
3	30-39	
4	40-49	
5	50-59	
6	60-70	#68 es símbolo de sincronización
7	71-80	
8	81-90	
9	91-100	
10	101-110	
11	111-120	
12	121-130	
13	131-141	#137 es símbolo de sincronización
14	142-151	
15	152-161	
16	162-171	
17	172-181	
18	182-191	
19	192-201	
20	202-212	#206 es símbolo de sincronización
21	213-222	
22	223-232	
23	233-242	
24	243-252	
25	253-262	
26	263-272	
27	273-283	#275 es símbolo de sincronización inverso
28	284-293	
29	294-303	
30	304-313	
31	314-323	
32	324-333	
33	334-344	#344 es símbolo de sincronización

#### C.4.4 Mapa de bits doble y conversión de velocidad (reemplaza a 7.15)

Las funciones del convertidor de velocidad (véase C.4.4.2), la ordenación de tonos (véase C.4.6), la codificación de la constelación y el escalonamiento de ganancias deberán utilizar uno de los dos mapas de bits almacenados en la ATU. A este método se le denomina método del mapa de bits doble.

##### C.4.4.1 Mapa de bits dobles (subcláusula nueva)

El método del mapa de bits doble tiene velocidades binarias particulares en condiciones de ruido FEXT y de ruido NEXT, y por ello es necesario una tabla de bits y ganancias adicional,  $\{b_i, g_i\}$  y una tabla de bits ordenados,  $b'_i$ , para el ordenamiento de tonos. Se puede pasar de uno a otro mapa de bits, que están sincronizados con el esquema de ventana deslizante de símbolos de NEXT/FEXT. El número de bits y las ganancias relativas que se han de utilizar para cada tono se calculan con el algoritmo de carga de bits durante la secuencia de inicialización, y se transmiten en R-B&G.

##### C.4.4.2 Convertidor de velocidad (subcláusula nueva)

El almacenamiento en memoria tampón del convertidor de velocidad cambia los límites de las tramas de datos entre el punto de referencia B y el C de acuerdo con el Bitmap- $F_R$ , el Bitmap- $N_R$  y la ventana deslizante. Dos convertidores de velocidad independientes están preparados para datos rápidos y datos intercalados. La cantidad de datos rápidos e intercalados en Bitmap- $F_R$  y Bitmap- $N_R$  se calculará con las fórmulas que siguen y se ilustra en la figura C.12:

Si  $t_{Rf} \leq n_{Rmax}$ :

$$n_{Rf} = t_{Rf}$$

$$n_{Ri} = n_R - n_{Rf}$$

$$f_{Rf} = t_{Rf}$$

$$f_{Ri} = f_R - f_{Rf}$$

Si  $t_{Rf} > n_{Rmax}$ :

$$n_{Rf} = n_{Rmax}$$

$$n_{Ri} = 0$$

$$f_{Rf} = \begin{cases} f_{Rf4} = \left\lfloor \frac{t_{Rf} \times 10 - n_{Rf} \times 6}{4} \right\rfloor \\ f_{Rf3} = \left\lfloor \frac{t_{Rf} \times 10 - n_{Rf} \times 7}{3} \right\rfloor \end{cases}$$

$$f_{Ri} = \begin{cases} f_{Ri4} = f_R = f_{Rf4} \\ f_{Ri3} = f_R - f_{Rf3} \end{cases}$$

donde:

$t_{Rf}$  es el número de bits atribuidos en una trama para bytes rápidos en el punto de referencia B.

$t_{Ri}$  es el número de bits atribuidos para bytes intercalados en el punto de referencia B.

$f_{Rf}$  y  $n_{Rf}$  son los números de bits rápidos en Bitmap- $F_R$  y Bitmap- $N_R$ , respectivamente.

$f_{Rf3}$  es el número de bits rápidos en Bitmap- $F_R$  si la subtrama (véase C.4.3.3) contiene 3 Bitmap- $F_R$  salvo para símbolos de sincronización.

$f_{Rf4}$  es el número de bits rápidos en Bitmap- $F_R$  si la subtrama contiene 4 Bitmap- $F_R$  salvo para símbolos de sincronización.

$f_{Ri}$  y  $n_{Rf}$  son los números de bits intercalados en Bitmap- $F_R$  y Bitmap- $N_R$ , respectivamente.

$n_R$  es el número de bits total en Bitmap- $N_R$ , que se especifica en las tablas B&G.

Durante el modo mapa de bits de FEXT (FEXT Bitmap),  $n_{Rf}$  y  $n_{Ri}$  son cero.

Para convertir la velocidad binaria en un múltiplo de 32 kbit/s, se insertan en la cola de cada subtrama los bits ficticios para datos rápidos, y en el extremo de la hipertrama los bits ficticios para datos intercalados. El número de bits ficticios ("dummy") deberá ser como sigue:

Si  $t_{Rf} \leq n_{Rmax}$ :

$$dummy_{Rf} = 0$$

$$dummy_{Ri} = (f_{Ri} \times 126 + n_{Ri} \times 214) - t_{Ri} \times 340$$

Si  $t_{Rf} > n_{Rmax}$ :

$$dummy_{Rf4} = (f_{Rf} \times 4 + n_{Rf} \times 6) - t_{Rf} \times 10$$

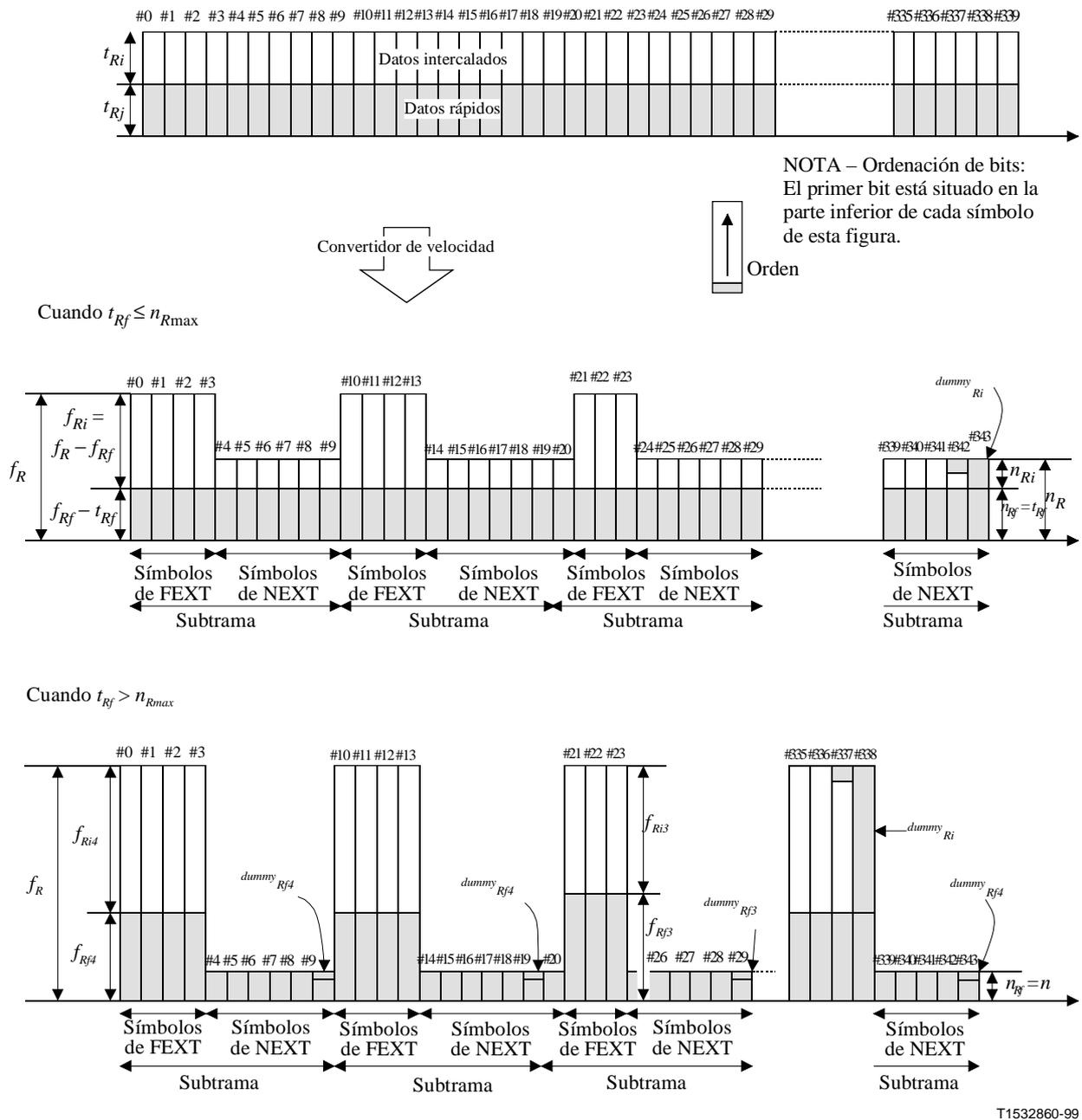
$$dummy_{Rf3} = (f_{Rf} \times 3 + n_{Rf} \times 7) - t_{Rf} \times 10$$

$$dummy_{Ri} = (f_{Ri4} \times 96 + f_{Ri3} \times 30) - t_{Ri} \times 340$$

Si la memoria tampón de datos rápidos utiliza latencia simple solamente, los bits ficticios se insertan en la cola de cada símbolo de FEXT de la subtrama construida con 4 Bitmap- $F_R$ . El número de bits ficticios será como sigue:

$$dummy_{SRf} = f_{Rf3} - f_{Rf4}$$

El receptor determinará el Bitmap- $F_R$  y el Bitmap- $N_R$  de manera que  $dummy_{Ri}$  sea inferior a 126 en la secuencia de inicialización. En el receptor deberán eliminarse los bits ficticios insertados.



**Figura C.12/G.992.1 – Distribución de bits para convertidor de velocidad en condiciones de latencia doble y modo mapa de bits doble**

### C.4.5 Mapa de bits de FEXT (reemplaza a 7.16)

En el modo mapa de bits de FEXT se utiliza la técnica del mapa de bits doble (véase C.4.4) para transmitir datos sólo durante FEXT. La ATU-C sólo transmitirá el tono piloto durante el símbolo de NEXT<sub>R</sub>. La ATU-R inhabilita Bitmap-N<sub>C</sub> y no transmitirá ninguna señal durante el símbolo de NEXT<sub>C</sub> (véanse las figuras C.10 y C.13).

La selección entre modo mapa de bits doble y de FEXT se efectúa durante G.994.1 utilizando el bit "DBM" (véanse 10.2 y 10.3).

#### C.4.6 Ordenación de tonos (reemplaza a 7.7)

Una señal DMT en dominio temporal tiene una alta relación de valor de cresta/valor medio cresta/medio (su distribución de amplitud es casi gaussiana), y los valores elevados pueden ser recortados por el convertidor de digital a analógico. La señal de error causada por el recorte puede considerarse como un impulso negativo añadido a la muestra de tiempo que ha sido recortada. La potencia del error por recorte está distribuida de manera casi uniforme entre todos los tonos del símbolo en el que se produce el recorte. Por ello, lo más probable es que el recorte provoque errores en aquellos tonos a los que, en previsión de una SNR recibida más alta, se les haya asignado el mayor número de bits (y, por consiguiente, tienen las constelaciones más densas). Esos errores ocasionales se pueden corregir de manera fiable mediante la codificación FEC si los tonos con el mayor número de bits han sido asignados a la memoria tampón de intercalación.

Los números de bits y las ganancias relativas de los dos mapas de bits (bitmaps) que se han de utilizar para cada tono se calculan en el receptor ATU-R, y se devuelven a la ATU-C de acuerdo con el protocolo definido (véase 10.9.14). Los pares de números se almacenan normalmente, en orden ascendente de frecuencia o números de tono  $i$ , en tablas de bits y ganancias para Bitmap- $F_R$  y Bitmap- $N_R$ .

En el caso del Bitmap- $F_R$ , la codificación con "tonos ordenados" asignará primero  $f_{Rf}$  bits del convertidor de velocidad (véase C.4.4.2) a los tonos a los que se haya asignado el menor número de bits, y los  $f_{Ri}$  restantes a los demás tonos. En el caso del Bitmap- $N_R$ , asignará primero  $n_{Rf}$  bits del convertidor de velocidad a los tonos a los que se les haya asignado el menor número de bits, y los  $n_{Ri}$  bits restantes a los demás tonos.

Todos los tonos deberán ser codificados con el número de bits que se les haya asignado; un tono en cada mapa de bits puede tener por tanto una combinación de bits procedentes de la memoria tampón de datos rápidos y de las de datos intercalados.

Las tablas de bits ordenados  $b'_{iF}$  y  $b'_{iN}$  deberán basarse en las tablas de bits originales  $b_{iF}$  y  $b_{iN}$  como sigue:

Para  $k = 0$  a 15 {

Encontrar en la tabla de bits el conjunto de todos los  $i$  con el número de bits por tono  $b_i = k$

Asignar  $b_i$  a la tabla de atribución de bits ordenados en orden ascendente de  $i$

}

Deberán prepararse dos tablas de bits ordenados para Bitmap- $F_R$  y Bitmap- $N_R$ . En el receptor ATU-R deberá seguirse un procedimiento de desordenación complementario. No es necesario, sin embargo, enviar los resultados del proceso de ordenación al receptor porque las tablas de bits  $F_R$  y  $N_R$  fueron generadas en un principio en ATU-R, y por tanto dichas tablas tienen toda la información necesaria para efectuar la desordenación.

#### C.4.7 Modulación (pertenece a 7.11)

##### C.4.7.1 Símbolo de sincronización inverso (reemplaza a 7.11.4)

Excepto por lo que se refiere al tono piloto, el símbolo de sincronización inverso será generado a partir de una inversión de fase de 180 grados tono por tono del símbolo de sincronización (es decir, + se convierte en - y - se convierte en +, para cada constelación de señales 4-QAM).

#### C.4.8 Plantilla espectral de transmisión en sentido descendente de ATU-C (reemplaza a 7.14)

La plantilla espectral en sentido descendente del anexo C utilizará las mismas plantillas que el anexo A. Cuando el bit 16 del C-MSG1 sea 0, deberá utilizarse la plantilla PSD especificada en A.1.3. Cuando el bit 16 del C-MSG1 sea 1 deberá utilizarse la plantilla PSD especificada en A.1.2.

#### C.5 Características funcionales de un ATU-R (pertenece a la cláusula 8)

##### C.5.1 Alineación de trama (pertenece a 8.4)

###### C.5.1.1 Estructura de supertrama (reemplaza a 8.4.1.1)

La estructura de supertrama del transmisor ATU-R es idéntica a la del transmisor ATU-C, especificada en C.4.3.1.

###### C.5.1.2 Estructura de hipertrama (reemplaza a 8.4.1.3)

La estructura de hipertrama del transmisor ATU-R es funcionalmente similar a la del transmisor ATU-C, con la salvedad de que en la primera supertrama se utiliza el símbolo de sincronización inverso (SPF#0) (véase la figura C.13). La hipertrama se compone de 345 símbolos DMT, numerados de 0 a 344. Cada símbolo se produce mientras dura la  $FEXT_C$  o la  $NEXT_C$  (véase C.5.3), y la fórmula numérica que sigue da la información de la duración a la que pertenece el  $N_{dmf}$ -ésimo símbolo DMT en el transmisor ATU-R (véase la figura C.14).

Para  $N_{dmf} = 0, 1, \dots, 344$

$$S = 272 \times N_{dmf} \text{ mod } 2760$$

si  $\{ (S > a) \text{ y } (S + 271 < a + b) \}$  por tanto símbolo de  $FEXT_C$

el resultado es diferente por tanto símbolo de  $NEXT_C$

donde  $a = 1315, b = 1293$

Mientras dura la  $FEXT_C$  se atribuyen 128 símbolos DMT, y mientras dura la  $NEXT_C$  se atribuyen 217 símbolos DMT. La composición de los símbolos es como sigue:

Símbolo de  $FEXT_C$ :

Número de símbolos que utilizan el Bitmap- $F_C$  = 126

Número de símbolos de sincronización = 1

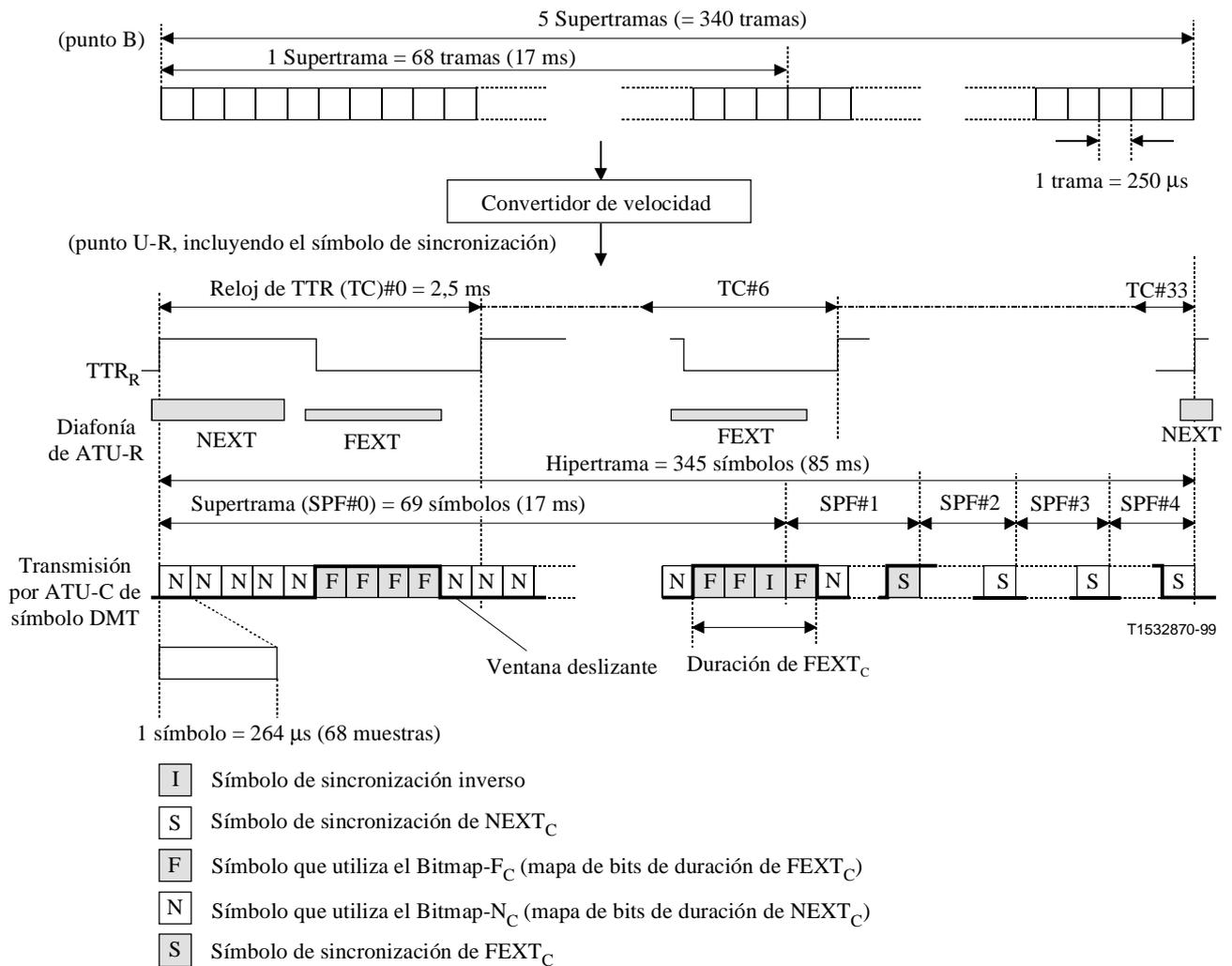
Número de símbolos de sincronización inversos = 1

Símbolo de  $NEXT_C$ :

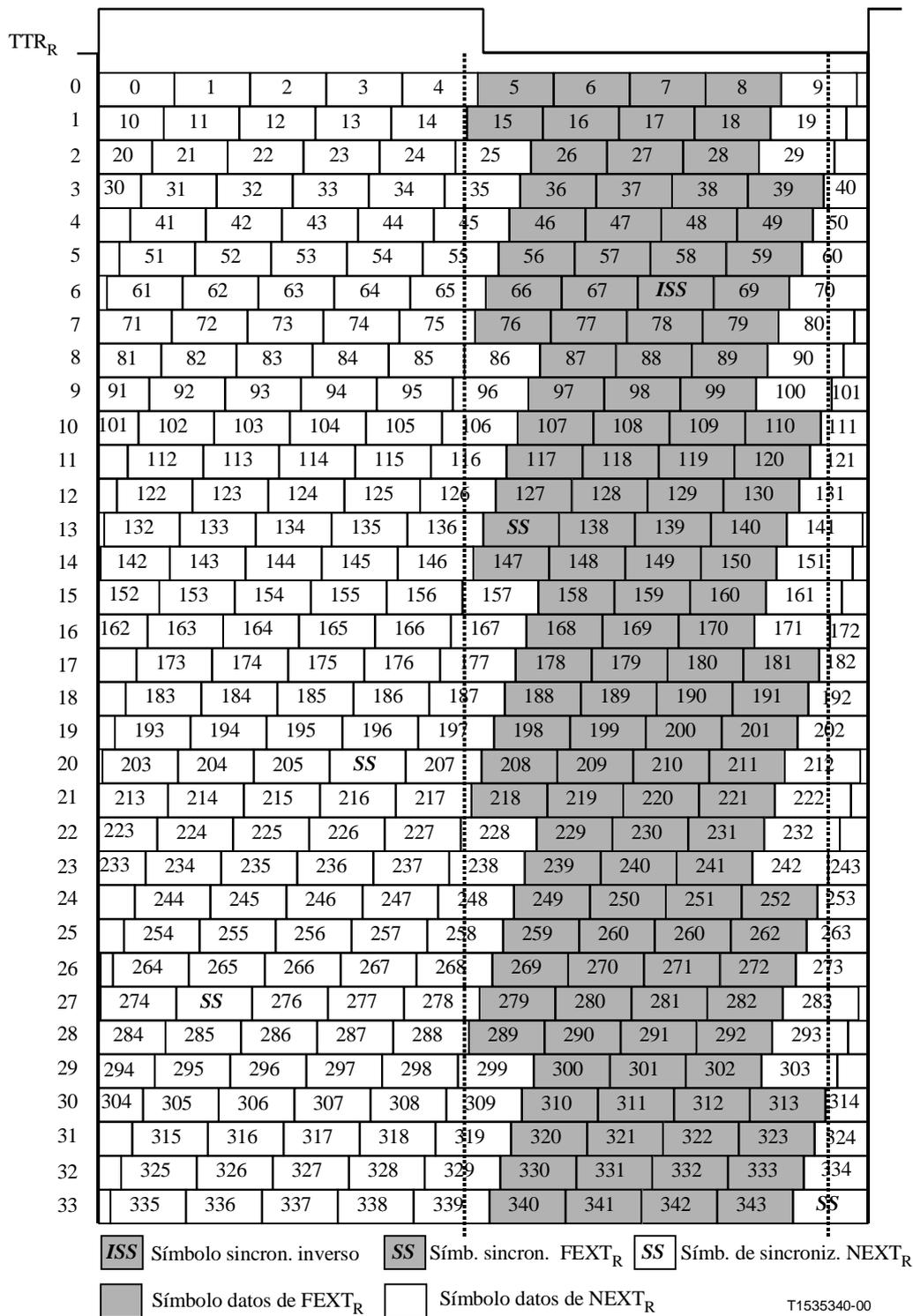
Número de símbolos que utilizan el Bitmap- $N_C$  = 214

Número de símbolos de sincronización = 3

Durante el modo mapa de bits  $FEXT$ , la ATU-R no transmitirá ninguna señal.



**Figura C.13/G.992.1 – Estructura de hipertrama para sentido ascendente**



**Figura C.14/G.992.1 – Esquema de símbolos en una hipertrama con prefijo cíclico – Sentido ascendente**

### C.5.1.3 Estructura de subtrama (reemplaza a 8.4.1.4)

Una subtrama está formada por 10 símbolos DMT consecutivos (excepto los símbolos de sincronización) como se muestra en el cuadro C.2. Las 34 subtramas forman una hipertrama.

**Cuadro C.2/G.992.1 – Subtrama (sentido ascendente)**

N.º de subtrama	N.º de símbolo DMT	Nota
0	0-9	
1	10-19	
2	20-29	
3	30-39	
4	40-49	
5	50-59	
6	60-70	#68 es símbolo de sincronización inverso
7	71-80	
8	81-90	
9	91-100	
10	101-110	
11	111-120	
12	121-130	
13	131-141	#137 es símbolo de sincronización
14	142-151	
15	152-161	
16	162-171	
17	172-181	
18	182-191	
19	192-201	
20	202-212	#206 es símbolo de sincronización
21	213-222	
22	223-232	
23	233-242	
24	243-252	
25	253-262	
26	263-272	
27	273-283	#275 es símbolo de sincronización
28	284-293	
29	294-303	
30	304-313	
31	314-323	
32	324-333	
33	334-344	#344 es símbolo de sincronización

## C.5.2 Mapa de bits doble y conversión de velocidad (reemplaza a 8.15)

La función del convertidor de velocidad (véase C.5.2.2), la ordenación de tonos (véase C.5.4), la codificación de la constelación y el escalonamiento de ganancias deberán utilizar uno de los dos mapas de bits almacenados en la ATU. A este método se le denomina método del mapa de bits doble.

### C.5.2.1 Mapa de bits doble (subcláusula nueva)

El cambio de mapa de bits será igual que para los datos en sentido descendente que se especifica en C.4.4.1. El número de bits y las ganancias relativas que se han de utilizar para cada tono se calculan con el algoritmo de carga de bits durante la secuencia de inicialización, y se transmiten en C-B&G.

### C.5.2.2 Convertidor de velocidad (subcláusula nueva)

El almacenamiento en memoria tampón del convertidor de velocidad cambia los límites de las tramas de datos entre el punto de referencia B y el C de acuerdo con el Bitmap- $F_C$ , el Bitmap- $N_C$  y la ventana deslizante. Dos convertidores de velocidad independiente están preparados para datos rápidos y datos intercalados. La cantidad de datos rápidos e intercalados en Bitmap- $F_C$  y Bitmap- $N_C$  se calculará con las fórmulas que siguen:

Si  $t_{Cf} \leq n_{Cmax}$ :

$$n_{Cf} = t_{Cf}$$

$$n_{Ci} = n_C - n_{Cf}$$

$$f_{Cf} = t_{Cf}$$

$$f_{Ci} = f_C - f_{Cf}$$

Si  $t_{Cf} > n_{Cmax}$ :

$$n_{Cf} = n_{Cmax}$$

$$n_{Ci} = 0$$

$$f_{Cf} = \begin{cases} f_{Cf4} = \left\lfloor \frac{t_{Cf} \times 10 - n_{Cf} \times 6}{4} \right\rfloor \\ f_{Cf3} = \left\lfloor \frac{t_{Cf} \times 10 - n_{Cf} \times 7}{3} \right\rfloor \end{cases}$$

$$f_{Ci} = \begin{cases} f_{Ci4} = f_C - f_{Cf4} \\ f_{Ci3} = f_C - f_{Cf3} \end{cases}$$

donde:

$t_{Cf}$  es el número de bits atribuidos en una trama para bytes rápidos en el punto de referencia B.

$t_{Ci}$  es el número de bits atribuidos para bytes intercalados en el punto de referencia B.

$f_{Cf}$  y  $n_{Cf}$  son los números de bits rápidos en Bitmap- $F_C$  y Bitmap- $N_C$ , respectivamente.

$f_{Ci3}$  es el número de bits rápidos en Bitmap- $F_C$  si la subtrama (véase C.5.1.3) contiene 3 Bitmap- $F_C$  salvo para símbolos de sincronización.

$f_{Cf4}$  es el número de bits rápidos en Bitmap- $F_C$  si la subtrama contiene 4 Bitmap- $F_C$  salvo para símbolos de sincronización.

$f_{Ci}$  y  $n_{Ci}$  son los números de bits intercalados en Bitmap- $F_C$  y Bitmap- $N_C$ , respectivamente.

$n_C$  es el número de bits total en Bitmap- $N_C$ , que se especifica en las tablas B&G.

Durante el modo mapa de bits de FEXT (FEXT Bitmap),  $n_{Cf}$  y  $n_{Ci}$  son cero.

Para convertir la velocidad binaria en un múltiplo de 32 kbit/s, se insertan en la cola de cada subtrama los bits ficticios para datos rápidos, y se insertan en el extremo de la hipertrama los bits ficticios para datos intercalados. El número de bits ficticios (*dummy*) deberá ser como sigue:

Si  $t_{Cf} \leq n_{Cmax}$ :

$$dummy_{Cf} = 0$$

$$dummy_{Ci} = (f_{Ci} \times 126 + n_{Ci} \times 214) - t_{Ci} \times 340$$

Si  $t_{Cf} > n_{Cmax}$ :

$$dummy_{Cf4} = (f_{Cf} \times 4 + n_{Cf} \times 6) - t_{Cf} \times 10$$

$$dummy_{Cf3} = (f_{Cf} \times 3 + n_{Cf} \times 7) - t_{Cf} \times 10$$

$$dummy_{Ci} = (f_{Ci4} \times 96 + f_{Ci3} \times 30) - t_{Ci} \times 340$$

Si la memoria tampón de datos rápidos utiliza latencia simple solamente, los bits ficticios se insertan en la cola de cada símbolo de FEXT en la subtrama construida con 4 Bitmap- $F_R$ . El número de bits ficticios será como sigue:

$$dummy_{Ci} = (f_{Ci4} \times 96 + f_{Ci3} \times 30) - t_{Ci} \times 340$$

El receptor determinará el Bitmap- $F_C$  y el Bitmap- $N_C$  de manera que  $dummy_{Ci}$  sea inferior a 126 en la secuencia de inicialización. En el receptor deberán eliminarse los bits ficticios insertados.

### C.5.3 Mapa de bits de FEXT (reemplaza a 8.16)

En el modo mapa de bits de FEXT se utiliza la técnica del mapa de bits doble (véase C.4.4) para transmitir datos sólo durante FEXT. La ATU-C sólo transmitirá el tono piloto durante el símbolo de NEXT $_R$ . La ATU-R inhabilita Bitmap- $N_C$  y no transmitirá ninguna señal durante el símbolo de NEXT $_C$  (véanse las figuras C.10 y C.13).

La selección entre modo mapa de bits doble y de FEXT se efectúa durante G.994.1 utilizando el bit "DBM" (véanse 10.2 y 10.3).

### C.5.4 Ordenación de tonos (pertenece a 8.7)

El algoritmo de ordenación de tonos deberá ser el mismo que para los datos en sentido descendente, especificado en C.4.4.

En el caso del Bitmap- $F_C$ , la codificación con "tonos ordenados" asignará primero  $f_{Cf}$  bits del convertidor de velocidad (véase C.5.2.2) a los tonos a los que se haya asignado el menor número de bits, y los  $f_{Ci}$  restantes a los demás tonos. En el caso del Bitmap- $N_C$ , asignará primero  $n_{Cf}$  bits del convertidor de velocidad a los tonos a los que se haya asignado el menor número de bits, y los  $n_{Ci}$  restantes a los demás tonos. Deberán prepararse dos tablas de bits ordenados para Bitmap- $F_C$  y Bitmap- $N_C$ .

## **C.5.5 Modulación (pertenece a 8.11)**

### **C.5.5.1 Símbolo de sincronización inverso (reemplaza a 8.11.4)**

El símbolo de sincronización inverso será generado a partir de una inversión de fase de 180 grados tono por tono del símbolo de sincronización (es decir, + se convierte en -, y - se convierte en +, para cada constelación de señales 4-QAM).

### **C.5.5.2 Ajuste de ganancia en el símbolo de sincronización (subcláusula nueva)**

En tiempo de inicialización, el nivel PSD de transmisión de referencia del símbolo de sincronización se fijará en el nivel PSD nominal  $+10\log(g_{\text{sync}}^2)$  dBm/Hz, con  $g_{\text{sync}}^2$  definido como el valor  $g_i^2$  medio sobre las subportadoras utilizadas (es decir,  $b_i > 0$ ) en el mapa de bits NEXT o FEXT, cualesquiera que produzca la mayor ganancia media. La PSD de transmisión de referencia del símbolo de sincronización no se actualizará con modificaciones de ganancia de la subportadora utilizada durante SHOWTIME.

### **C.5.6 Plantilla espectral de transmisión en sentido ascendente de ATU-R (complementa a 8.14)**

La plantilla espectral en sentido ascendente del anexo C utiliza la misma plantilla que el anexo A.

## **C.6 Operaciones y mantenimiento de EOC (pertenece a la cláusula 9)**

### **C.6.1 Primitivas relacionadas con línea ADSL (complementa a 9.3.1)**

#### **C.6.1.1 Defectos de extremo cercano relacionados con línea ADSL (complementa a 9.3.1.3)**

Se definen además dos defectos de extremo cercano:

- *Pérdida de la señal (LOS)*: La potencia de ADSL se medirá sólo mientras dura la FEXT<sub>C</sub> en ATU-C, o sólo mientras dura la FEXT<sub>R</sub> en ATU-R.
- *Trama con muchos errores (SEF)*: Se produce un defecto SEF cuando dos símbolos de sincronización ADSL recibidos consecutivamente mientras dura la FEXT<sub>C</sub> en ATU-C, o mientras dura la FEXT<sub>R</sub> en ATU-R, no están correlacionados con el contenido esperado en un subconjunto de los tonos. Un defecto SEF termina cuando el contenido de dos símbolos de sincronización ADSL recibidos consecutivamente mientras dura la FEXT<sub>C</sub> en ATU-C, o mientras dura la FEXT<sub>R</sub> en ATU-R, están correlacionados con el contenido esperado en el mismo subconjunto. El método de correlación, el subconjunto de tonos seleccionado y el umbral para declarar esas condiciones como condiciones de defecto quedan a discreción de la implementación.

#### **C.6.1.2 Defectos de extremo lejano relacionados con línea ADSL (complementa a 9.3.1.4)**

Se define además la pérdida de la señal:

- *Pérdida de la señal (LOS)*: La potencia de ADSL deberá medirse sólo mientras dura la FEXT<sub>C</sub> en ATU-C, o sólo mientras dura la FEXT<sub>R</sub> en ATU-R.

### **C.6.2 Parámetros de prueba (complementa a 9.5)**

#### **C.6.2.1 Parámetros de prueba de extremo cercano (complementa a 9.5.1)**

Se definen además las primitivas de extremo cercano:

- *Atenuación (ATN)*: La potencia de la señal recibida deberá medirse sólo mientras dura la FEXT<sub>C</sub> en ATU-C, o sólo mientras dura la FEXT<sub>R</sub> en ATU-R.

- *Margen de la relación señal/ruido (SNR)*: Durante el modo mapa de bits de FEXT, esta primitiva representa el margen de la SNR mientras dura la FEXT<sub>C</sub> en ATU-C, o mientras dura la FEXT<sub>R</sub> en ATU-R.

### C.6.2.2 Parámetros de prueba de extremo lejano (complementa a 9.5.2)

Se definen además las primitivas de extremo lejano:

- *Atenuación (ATN)*: La potencia de la señal recibida deberá medirse sólo mientras dura la FEXT<sub>C</sub> en ATU-C, o sólo mientras dura la FEXT<sub>R</sub> en ATU-R.
- *Margen de la relación señal/ruido (SNR)*: Durante el modo mapa de bits de FEXT, esta primitiva representa el margen de la SNR mientras dura la FEXT<sub>C</sub> en ATU-C, o mientras dura la FEXT<sub>R</sub> en ATU-R.

## C.7 Inicialización

### C.7.1 Inicialización con hipertrama (reemplaza a 10.1.5)

El intercambio de mensajes entre ATU-C y ATU-R deberá llevarse a cabo en FEXT<sub>C</sub> y FEXT<sub>R</sub>. El símbolo DMT tiene dos velocidades de símbolos. Una de ellas es de 4,3125 kbaudios para símbolos sin un prefijo cíclico, y la otra es de  $4 \times 69/68$  kbaudios para símbolos con un prefijo cíclico. 32 veces la TTR tiene el mismo periodo que 345 veces los 4,3125 kbaudios, y 34 veces la TTR es lo mismo que 345 veces  $4 \times 69/68$  kHz.

En el modo mapa de bits de FEXT, la ATU-R no transmitirá ninguna señal mientras duren los símbolos de NEXT<sub>C</sub> y la ATU-C transmitirá solamente el tono piloto como señal NEXT<sub>R</sub> excepto:

- C-PILOT1 (C-PILOT1A) que va acompañado por la señal A<sub>48</sub> (véase C.7.4.1).
- C-QUIETn en que no se transmite ninguna señal.

La ATU-C empieza transmitiendo C-PILOT1 al comienzo de la hipertrama sin prefijo cíclico. La ATU-C informa de la fase de la TTR<sub>C</sub> a la ATU-R durante C-PILOT1. La ATU-R empieza transmitiendo R-REVERB1 al comienzo de la hipertrama sin prefijo cíclico. La ATU-R lleva a cabo el acondicionamiento de cualquier ecualizador de receptor utilizando esta información de fase de la TTR<sub>R</sub> generada a partir de la TTR<sub>C</sub> recibida.

De C-PILOT1 a C-SEGUE1, la fórmula numérica que sigue da la información de la duración a la que pertenece el N<sub>dmt</sub>-ésimo símbolo DMT en ATU-R (véase la figura C.15).

Para N<sub>dmt</sub> = 0, 1, ..., 344

$$S = 256 \times N_{dmt} \text{ mod } 2760$$

si { (S + 255 < a) ó (S > a + b) } por tanto símbolo de FEXT<sub>R</sub>

el resultado es diferente por tanto símbolo de NEXT<sub>R</sub>

donde a = 1243, b = 1461

Para pasar a C-RATES1 al comienzo de la hipertrama con prefijo cíclico, el número de símbolos de C-PILOT1 a C-SEGUE1 deberá ser un múltiplo de 345 símbolos DMT.

De R-REVERB1 a R-SEGUE1, la fórmula numérica que sigue da la información de la duración a la que pertenece el N<sub>dmt</sub>-ésimo símbolo DMT en ATU-C (véase la figura C.16).

Para  $N_{\text{dmt}} = 0, 1, \dots, 344$ ,

$$S = 256 \times N_{\text{dmt}} \bmod 2760$$

si  $\{ (S > a) \text{ y } (S + 255 < a + b) \}$

el resultado es diferente

por tanto símbolo de  $\text{FEXT}_C$

por tanto símbolo de  $\text{NEXT}_C$

donde  $a = 1315, b = 1293$

De C-RATES1 a C-SEGUE3, el número de símbolos es un múltiplo de 345 símbolos DMT. La fórmula numérica que sigue da la información de la duración a la que pertenece el  $N_{\text{dmt}}$ -ésimo símbolo DMT. La ATU-C transmite los datos del mensaje en símbolos de  $\text{FEXT}_R$  (véase la figura C.11).

Para  $N_{\text{dmt}} = 0, 1, \dots, 344$

$$S = 272 \times N_{\text{dmt}} \bmod 2760$$

si  $\{ (S + 271 \geq a) \text{ y } (S \leq a + b) \}$

el resultado es diferente

por tanto símbolo de  $\text{NEXT}_R$

por tanto símbolo de  $\text{FEXT}_R$

donde  $a = 1243, b = 1461$

La ATU-R pasa a R-REVERB3 al comienzo de la hipertrama con prefijo cíclico, que se extrae de la señal recibida. De R-REVERB3 a R-SEGUE5, el número de símbolos es un múltiplo de 345 símbolos DMT. La fórmula numérica que sigue da la información de la duración a la que pertenece el  $N_{\text{dmt}}$ -ésimo símbolo DMT. La ATU-R transmite los datos del mensaje en símbolos de  $\text{FEXT}_C$  (véase la figura C.14).

Para  $N_{\text{dmt}} = 0, 1, \dots, 344$

$$S = 272 \times N_{\text{dmt}} \bmod 2760$$

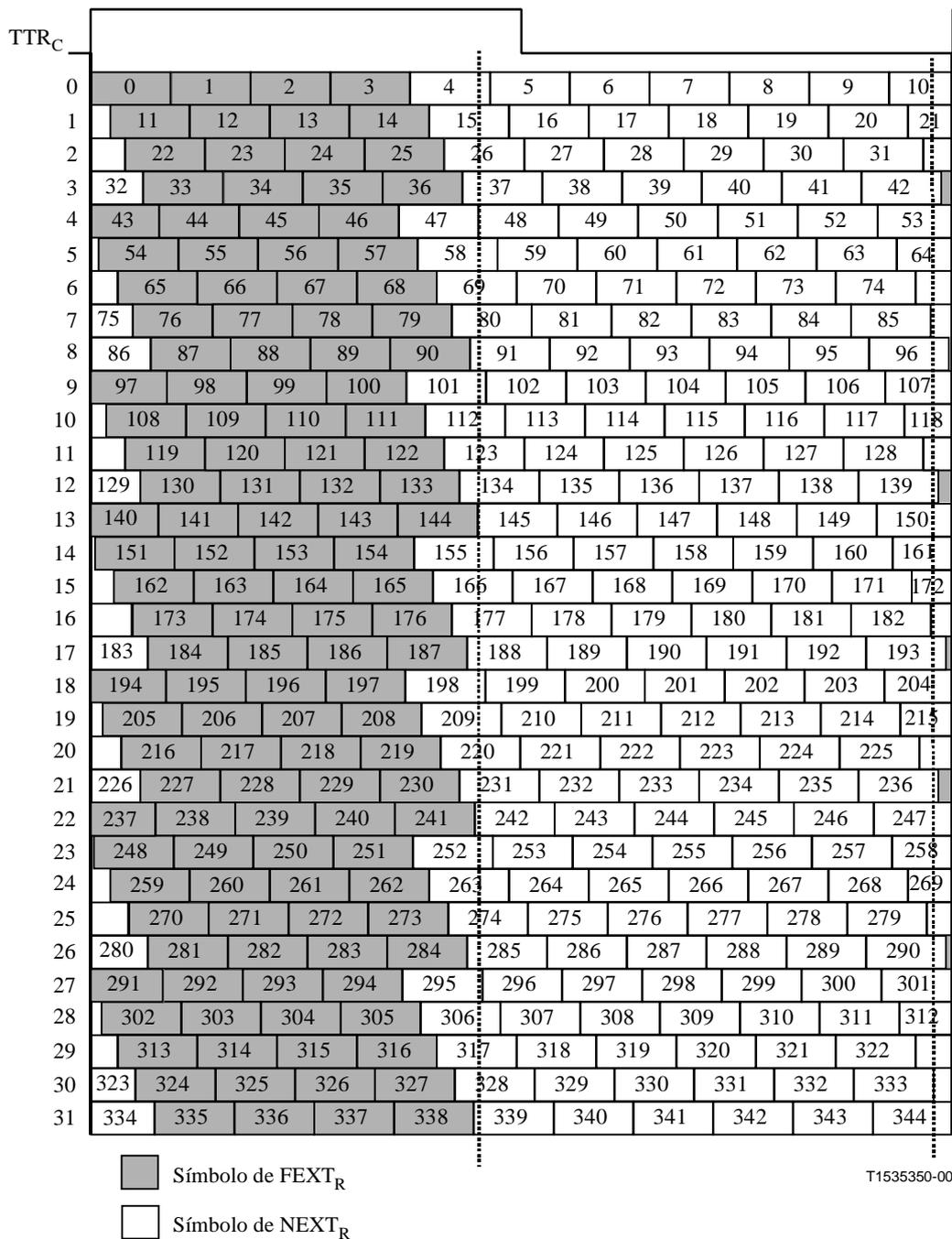
si  $\{ (S > a) \text{ y } (S + 271 < a + b) \}$

el resultado es diferente

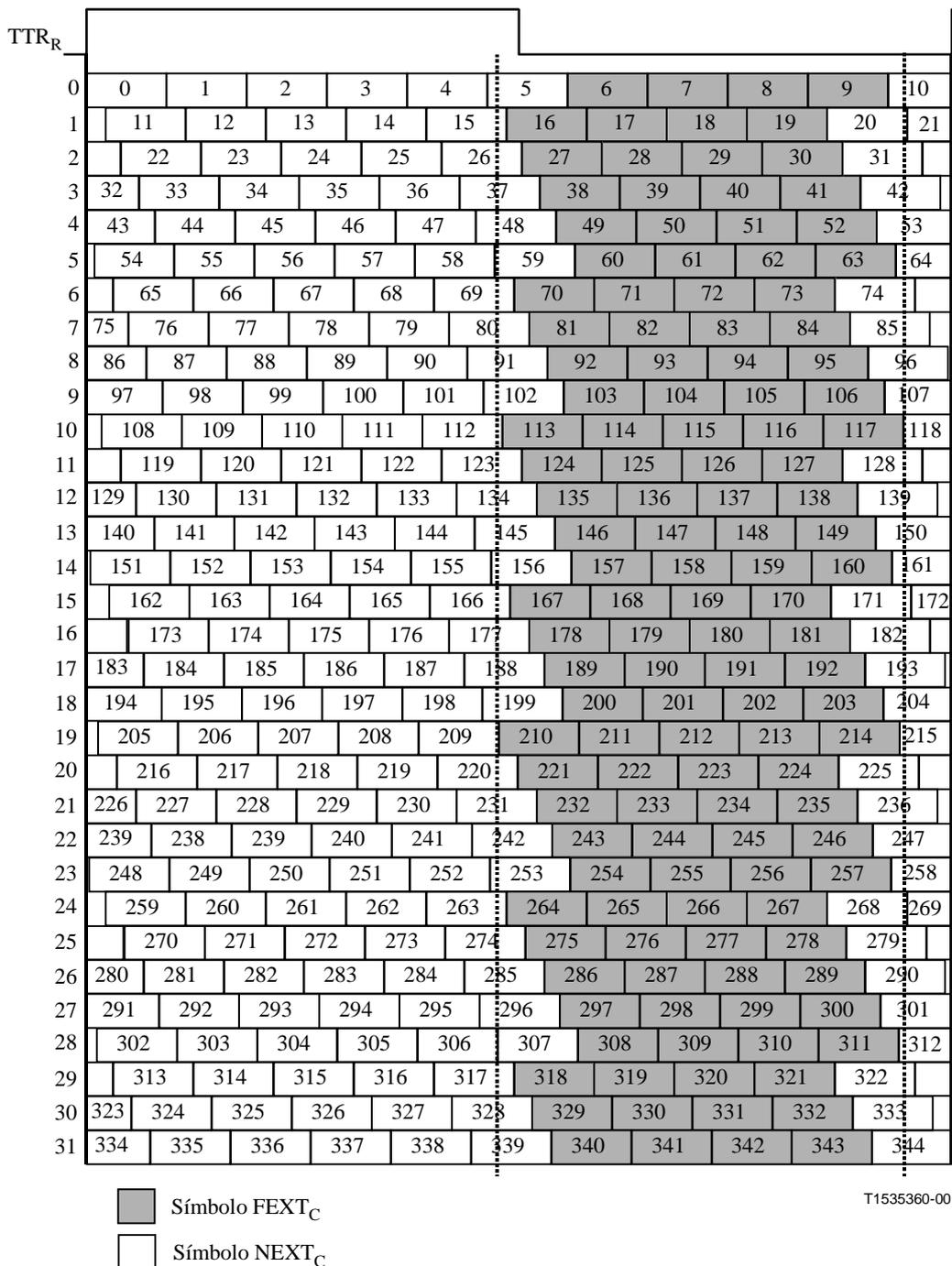
por tanto símbolo de  $\text{FEXT}_C$

por tanto símbolo de  $\text{NEXT}_C$

donde  $a = 1315, b = 1293$



**Figura C.15/G.992.1 – Esquema de símbolos en una hipertrama sin prefijo cíclico – Sentido descendente**



**Figura C.16/G.992.1 – Esquema de símbolos en una hipertrama sin prefijo cíclico – Sentido ascendente**

## C.7.2 Entrada en contacto – ATU-C (complementa a 10.2)

### C.7.2.1 Mensajes CL (complementa a 10.2.1)

Véase el cuadro C.3.

**Cuadro C.3/G.992.1 – Definiciones del bit NPar(2) de los mensajes CL de ATU-C para el anexo C**

Bit NPar(2)	Definición
DBM	Si está puesto a CERO, este bit indicará que el Bitmap-N <sub>R</sub> y el Bitmap-N <sub>C</sub> están habilitados (modo mapa de bits doble) y se utilizan para transmitir datos. Si está puesto a UNO, este bit indicará que el Bitmap-N <sub>R</sub> y el Bitmap-N <sub>C</sub> están inhabilitados (modo mapa de bits de FEXT), es decir, sólo el Bitmap-F <sub>R</sub> y el Bitmap-F <sub>C</sub> son utilizados para transmitir datos por la ATU-C y la ATU-R respectivamente. Esta selección de modo sólo será efectuada por la ATU-C. Si está puesto a UNO en un mensaje CL, se debe poner a UNO en los mensajes MS subsiguientes procedentes de la ATU-C o la ATU-R (sólo aplicable para la Recomendación G.992.1 anexo C).

### C.7.2.2 Mensajes MS (complementa a 10.2.2)

Véase el cuadro C.4.

**Cuadro C.4/G.992.1 – Definiciones del bit NPar(2) de los mensajes MS de ATU-C para el anexo C**

Bit NPar(2)	Definición
DBM	Si está puesto a CERO, este bit indicará que el Bitmap-N <sub>R</sub> y el Bitmap-N <sub>C</sub> están habilitados (modo mapa de bits doble) y se utilizan para transmitir datos. Si está puesto a UNO, este bit indicará que el Bitmap-N <sub>R</sub> y el Bitmap-N <sub>C</sub> están inhabilitados (modo mapa de bits de FEXT), es decir, sólo el Bitmap-F <sub>R</sub> y el Bitmap-F <sub>C</sub> son utilizados para transmitir datos por la ATU-C y la ATU-R respectivamente. Esta selección de modo sólo será efectuada por la ATU-C. Este bit deberá ponerse a UNO si estuviera puesto a UNO en un mensaje CL previo (sólo aplicable para la Recomendación G.992.1 anexo C).

## C.7.3 Entrada en contacto – ATU-R (complementa a 10.3)

### C.7.3.1 Mensajes CLR (complementa a 10.3.1)

Véase el cuadro C.5.

**Cuadro C.5/G.992.1 – Definiciones del bit NPar(2) de los mensajes CLR de ATU-R para el anexo C**

Bit NPar(2)	Definición
DBM	Este bit deberá estar puesto a UNO.

### C.7.3.2 Mensajes MS (complementa a 10.3.2)

Véase el cuadro C.6.

**Cuadro C.6/G.992.1 – Definiciones del bit NPar(2) de los mensajes MS de ATU-R para el anexo C**

Bit NPar(2)	Definición
DBM	Si está puesto a CERO, este bit indicará que el Bitmap- $N_R$ y el Bitmap- $N_C$ están habilitados (modo mapa de bits doble) y se utilizan para transmitir datos. Si está puesto a UNO, este bit indicará que el Bitmap- $N_R$ y el Bitmap- $N_C$ están inhabilitados (modo mapa de bits de FEXT), es decir, sólo el Bitmap- $F_R$ y el Bitmap- $F_C$ son utilizados para transmitir datos por la ATU-C y la ATU-R respectivamente. Esta selección de modo sólo será efectuada por la ATU-C. Este bit deberá ponerse a UNO si estuviera puesto a UNO en un mensaje CL previo (sólo aplicable para la Recomendación G.992.1 anexo C).

### C.7.4 Acondicionamiento del transceptor – ATU-C (complementa a 10.4)

Durante el acondicionamiento del transceptor de C-REVERB1 a C-SEGUE1 excepto C-PILOTn y C-QUIETn, la ATU-C transmitirá tanto símbolos de  $FEXT_R$  como símbolos de  $NEXT_R$  cuando el Bitmap- $N_R$  esté habilitado (modo mapa de bits doble), y no transmitirá símbolos de  $NEXT_R$ , excepto el tono piloto, cuando el Bitmap- $N_R$  esté inhabilitado (modo mapa de bits de FEXT). La duración de cada estado se define en la figura C.21.

#### C.7.4.1 C-PILOT1 (complementa a 10.4.2)

La ATU-C arrancará el contador  $N_{SWF}$  (trama de ventana deslizante) a partir de 0 inmediatamente después de pasar a C-PILOT1, e incrementará el contador  $N_{SWF}$  con módulo 345 después de la transmisión de cada símbolo DMT. De acuerdo con la función ventana deslizante y con este contador, la ATU-C decide la transmisión de todos los símbolos subsiguientes en símbolos de  $FEXT_R$  o de  $NEXT_R$  (véanse, por ejemplo, las figuras C.11, C.15 y C.19).

C-PILOT1 tiene dos subportadoras.

La primera portadora es el tono piloto a modo de senoide de frecuencia única  $f_{C-PILOT1} = 276$  kHz ( $n_{C-PILOT1} = 64$ ) (véase 10.4.2).

La segunda portadora ( $A_{48}$ ) se utiliza para transmitir información de  $NEXT_R/FEXT_R$ . La ATU-R puede detectar la información de fase de la  $TTR_C$  a partir de la señal  $A_{48}$ . La codificación de la constelación de la 48-ésima portadora con constelación de 2 bits será como sigue:

(+, +): indica un símbolo de  $FEXT_R$ ;

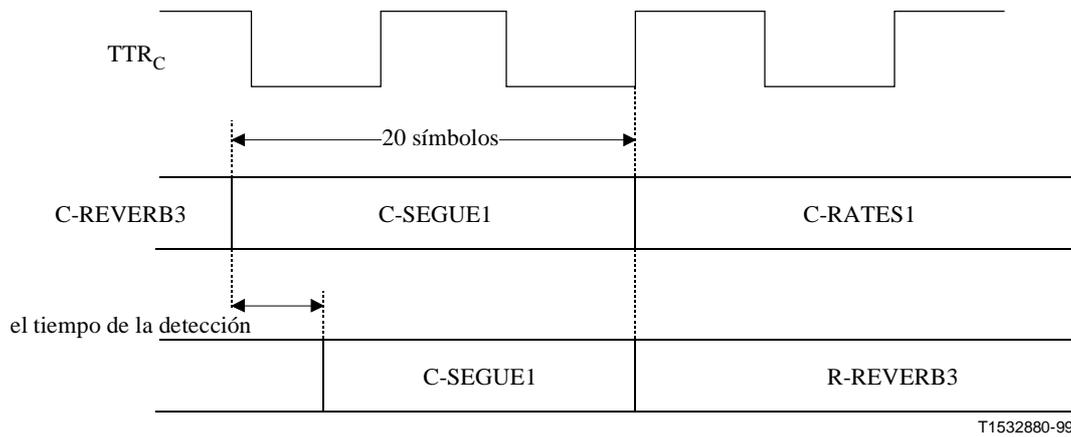
(+, -): indica un símbolo de  $NEXT_R$ ;

#### C.7.4.2 C-PILOT1A (complementa a 10.4.3)

C-PILOT1A tiene dos subportadoras y es la misma señal transmitida que C-PILOT1 (véase C.7.4.1).

#### C.7.4.3 C-REVERB3 (complementa a 10.4.11)

Para sincronizar el primer símbolo de C-RATES1 con el comienzo de la hipertrama e informar de la temporización entrante de C-RATES1 a la ATU-R, se transmitirá el primer símbolo de C-SEGUE1 mientras dure la  $FEXT_R$ , como se muestra en la figura C.17. La duración, por tanto, de C-REVERB3 es de 3628 símbolos DMT.



T1532880-99

**Figura C.17/G.992.1 – Diagrama de temporización de C-SEGUE1 a C-RATES1**

### C.7.5 Acondicionamiento de transceptor – ATU-R (complementa a 10.5)

Durante el acondicionamiento del transceptor de R-REVERB1 a R-SEGUE1 excepto R-QUIETn, la ATU-R transmitirá tanto símbolos de FEXT<sub>C</sub> como símbolos de NEXT<sub>C</sub> cuando el Bitmap-N<sub>C</sub> esté habilitado (modo mapa de bits doble) y no transmitirá símbolos de NEXT<sub>C</sub> cuando el Bitmap-N<sub>C</sub> esté inhabilitado (modo mapa de bits de FEXT). La duración de cada estado se define en la figura C.21.

#### C.7.5.1 R-QUIET2 (complementa a 10.5.1)

La ATU-R pasa a R-REVERB1 tras completar la recuperación de la temporización y la sincronización de hipertrama desde C-PILOT1/C-PILOT1A.

#### C.7.5.2 R-REVERB1 (complementa a 10.5.2)

El esquema de datos utilizado en R-REVERB1 es la secuencia pseudoaleatoria en sentido ascendente PRU definida en 8.11.3 y repetida aquí por razones de conveniencia:

$$\begin{cases} d_n = 1 & \text{para } n = 1 \text{ a } 6 \\ d_n = d_{n-5} \oplus d_{n-6} & \text{para } n = 7 \text{ a } 64 \end{cases} \quad (\text{C.10-1})$$

La ATU-R arrancará su contador N<sub>SWF</sub> inmediatamente después de pasar a R-REVERB1, e incrementará a continuación el contador N<sub>SWF</sub> con módulo 345 a partir de 0 cuando transmita cada símbolo DMT. La ATU-C y la ATU-R deberán tener el mismo valor ya que se mantendrá la alineación de hipertramas entre la ATU-C y la ATU-R. De acuerdo con la ventana deslizante y este contador, la ATU-R decide transmitir todos los símbolos subsiguientes ya sea en símbolos de FEXT<sub>C</sub> o símbolos de NEXT<sub>C</sub>.

#### C.7.5.3 R-QUIET3 (reemplaza a 10.5.3)

El símbolo final de R-QUIET3 acomoda la alineación de trama del transmisor a la del receptor. Se puede acortar en un número cualquiera de muestras. La duración máxima de R-QUIET3 es de 6145 símbolos DMT.

#### C.7.5.4 R-REVERB2 (complementa a 10.5.5)

Una vez que la ATU-R detecta C-SEGUE1, pasa a R-SEGUE1. La duración máxima de R-REVERB2 es de 3643 símbolos DMT.

### C.7.6 Análisis de canal (ATU-C) (complementa a 10.6)

La ATU-C transmitirá sólo símbolos de FEXT<sub>R</sub> y no transmitirá los símbolos de NEXT<sub>R</sub> excepto el tono piloto de C-RATES1 a C-CRC2. Durante C-MEDLEY, la ATU-C transmitirá tanto símbolos de FEXT<sub>R</sub> como símbolos de NEXT<sub>R</sub> cuando el Bitmap-N<sub>R</sub> esté habilitado (modo mapa de bits doble). La ATU-C no transmitirá símbolos de NEXT<sub>R</sub>, excepto el tono piloto, cuando el Bitmap-N<sub>R</sub> esté inhabilitado (modo mapa de bits de FEXT). La duración de cada estado se define en la figura C.21.

#### C.7.6.1 C-SEGUE1 (complementa a 10.6.1)

La duración de C-SEGUE1 es de 20 símbolos para que el primer símbolo de C-SEGUE1 quede dentro de la duración de FEXT<sub>R</sub>.

#### C.7.6.2 C-MEDLEY (complementa a 10.6.6)

Básicamente, la definición de C-MEDLEY es la misma que la de 10.6.6, salvo por lo que se refiere a la duración de la estimación de la SNR en la ATU-R para el sentido descendente. Con el ruido periódico de múltiplex con compresión en el tiempo de RDSI, la SNR también cambia en el mismo ciclo, como se muestra en la figura C.18. La ATU-C transmite la señal tanto en símbolos de NEXT<sub>R</sub> como en símbolos de FEXT<sub>R</sub>, y la ATU-R estima dos SNR a partir de los símbolos de NEXT<sub>R</sub> y FEXT<sub>R</sub> recibidos, respectivamente, como se define en la figura C.19.

La fórmula numérica que sigue da información respecto a qué pertenece el N<sub>dmt</sub>-ésimo símbolo DMT recibido:

Para N<sub>dmt</sub> = 0, 1, ..., 344

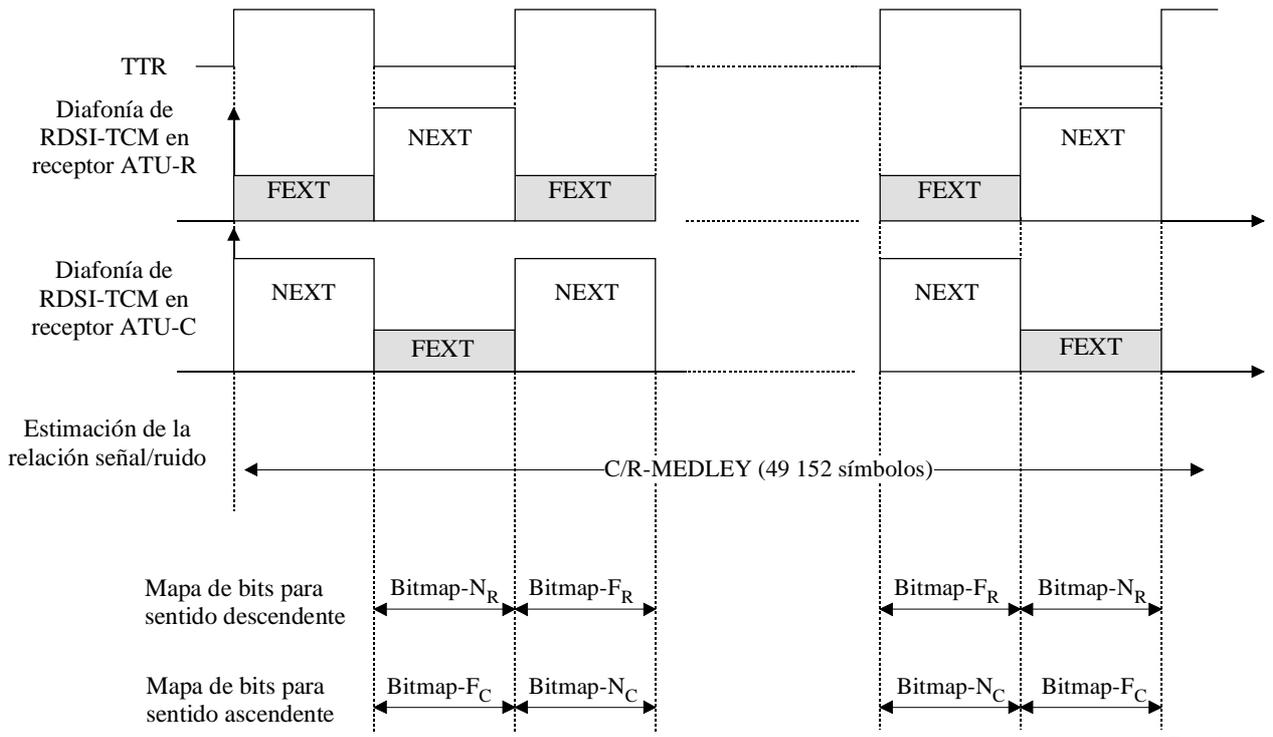
$$S = 272 \times N_{dmt} \text{ mod } 2760$$

si { (S + 271 < a) o (S > d) }      por consiguiente símbolo para estimación de FEXT<sub>R</sub> SNR

si { (S > b) y (S + 271 < c) }      por consiguiente símbolo para estimación de NEXT<sub>R</sub> SNR

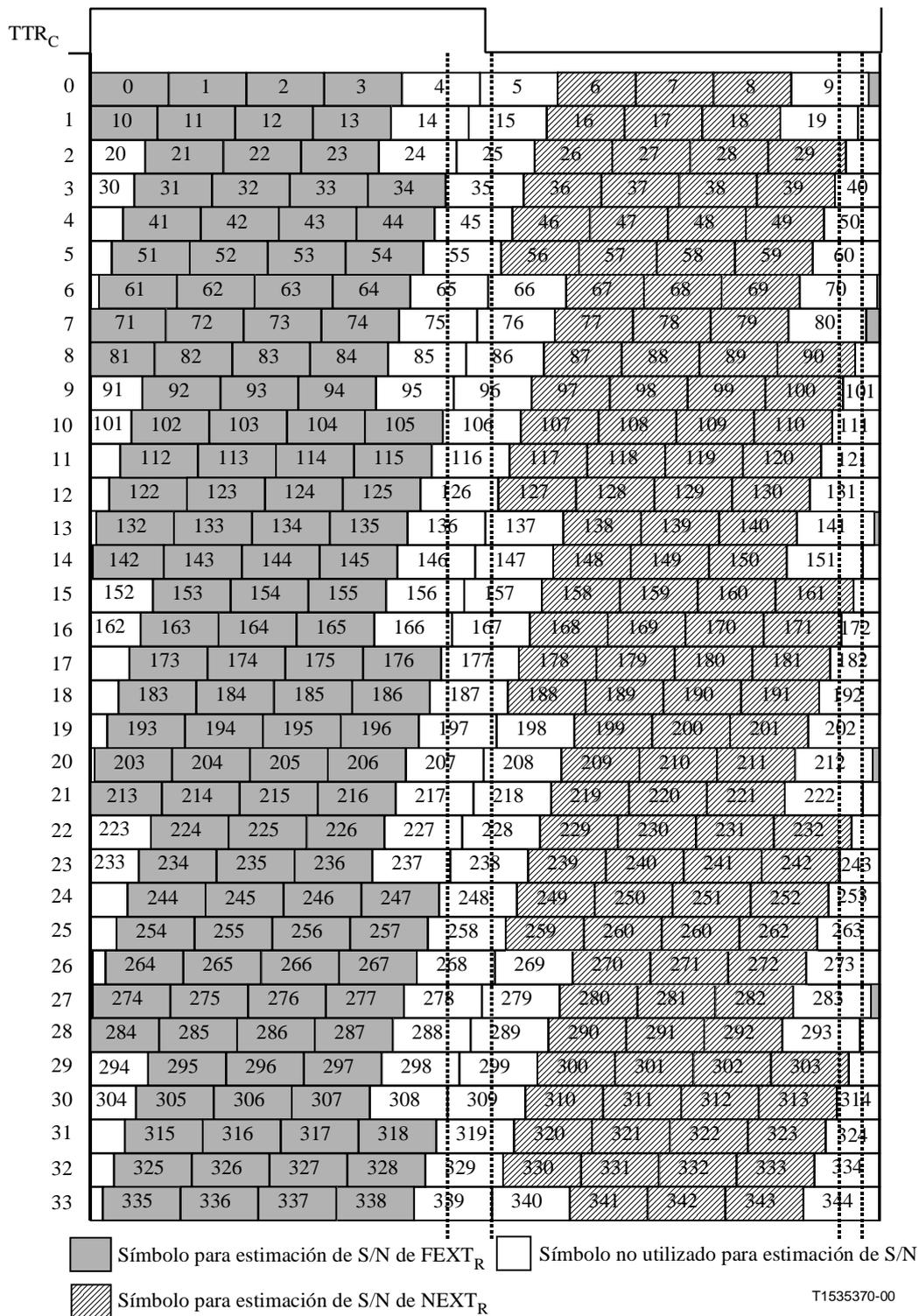
donde a = 1243, b = 1403, c = 2613, d = 2704

Cuando el Bitmap-N<sub>R</sub> esté inhabilitado (modo mapa de bits de FEXT), la ATU-C transmitirá sólo el tono piloto como símbolo de NEXT<sub>R</sub>. El número de bits de NEXT<sub>R</sub> no deberá ser superior al número de bits de FEXT<sub>R</sub>.



T1532890-99

**Figura C.18/G.992.1 – Estimación de la relación señal/ruido periódica**



**Figura C.19/G.992.1 – Esquema de símbolos de una hipertrama para estimación de S/N – Sentido descendente**

### C.7.7 Análisis de canal (ATU-R) (complementa a 10.7)

De R-RATES1 a R-CRC2, la ATU-R transmitirá sólo símbolos de FEXT<sub>C</sub> y no transmitirá símbolos de NEXT<sub>C</sub>. En R-SEGUE2 y R-MEDLEY, la ATU-R transmitirá tanto símbolos de FEXT<sub>C</sub> como símbolos de NEXT<sub>C</sub> cuando el Bitmap-N<sub>C</sub> esté habilitado (modo mapa de bits doble) y no transmitirá símbolos de NEXT<sub>C</sub> cuando el Bitmap-N<sub>C</sub> esté inhabilitado (modo mapa de bits de FEXT). La duración de cada estado se define en la figura C.21.

### C.7.8 R-SEGUE1 (complementa a 10.7.1)

La duración máxima de R-SEGUE1 es de 14 símbolos (véase la figura C.17).

#### C.7.8.1 R-REVERB3 (complementa a 10.7.2)

La ATU-R iniciará R-REVERB3 alineada con el comienzo de una hipertrama.

#### C.7.8.2 R-SEGUE2 (complementa a 10.7.3)

La duración de R-SEGUE2 es de 13 símbolos.

#### C.7.8.3 R-MEDLEY (complementa a 10.7.8)

Básicamente, la definición de R-MEDLEY es la misma que la de 10.7.8, salvo por lo que se refiere a la duración de la estimación de la SNR en ATU-C para el sentido ascendente. Con el ruido periódico de múltiplex con compresión en el tiempo de RDSI, la SNR también cambia en el mismo ciclo, como se muestra en la figura C.18. La ATU-R transmitirá la señal tanto en símbolos de NEXT<sub>C</sub> como en símbolos de FEXT<sub>C</sub>, y la ATU-C estimará dos SNR a partir de los símbolos de NEXT<sub>C</sub> y FEXT<sub>C</sub> recibidos, respectivamente, como se define en la figura C.20.

La fórmula numérica que sigue da información respecto a qué pertenece el N<sub>dmt</sub>-ésimo símbolo DMT recibido:

Para N<sub>dmt</sub> = 0, 1, ..., 344

$$S = 272 \times N_{dmt} \text{ mod } 2760$$

si { (S > b) y (S + 271 < c) }      por consiguiente símbolo para estimación de FEXT<sub>C</sub> SNR

si { (S + 271 < a) }      por consiguiente símbolo para estimación de NEXT<sub>C</sub> SNR

donde a = 1148, b = 1315, c = 2608

Cuando el Bitmap-N<sub>C</sub> esté inhabilitado (modo mapa de bits de FEXT), la ATU-R no transmitirá símbolos de NEXT<sub>C</sub>.

El número de bits de NEXT<sub>C</sub> no deberá ser superior al número de bits de FEXT<sub>C</sub>.

TTR<sub>R</sub>

0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
2	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
3	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
4		41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
5		51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
6		61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
7		71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
8		81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
9		91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
10		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
11			112	113	114	115	116	117	118	119	120
12			122	123	124	125	126	127	128	129	130
13			132	133	134	135	136	137	138	139	140
14			142	143	144	145	146	147	148	149	150
15			152	153	154	155	156	157	158	159	160
16			162	163	164	165	166	167	168	169	170
17				173	174	175	176	177	178	179	180
18				183	184	185	186	187	188	189	190
19				193	194	195	196	197	198	199	200
20				203	204	205	206	207	208	209	210
21				213	214	215	216	217	218	219	220
22				223	224	225	226	227	228	229	230
23				233	234	235	236	237	238	239	240
24					244	245	246	247	248	249	250
25					254	255	256	257	258	259	260
26					264	265	266	267	268	269	270
27					274	275	276	277	278	279	280
28					284	285	286	287	288	289	290
29					294	295	296	297	298	299	300
30					304	305	306	307	308	309	310
31						315	316	317	318	319	320
32						325	326	327	328	329	330
33						335	336	337	338	339	340

Símbolo para estimación de S/N de FEXT<sub>C</sub>
 Símbolo no utilizado para estimación de S/N  
 Símbolo para estimación de S/N de NEXT<sub>C</sub>

T1535380-00

**Figura C.20/G.992.1 – Esquemas de símbolos de una hipertrama para estimación de S/N – Sentido ascendente**

### C.7.9 Intercambio – ATU-C (complementa a 10.8)

Durante C-RATES<sub>n</sub>, C-MSG<sub>n</sub>, C-B&G, y C-CRC<sub>n</sub>, la ATU-C transmitirá el símbolo de FEXT<sub>R</sub>. En las demás señales, la ATU-C transmitirá tanto símbolos de FEXT<sub>R</sub> como símbolos de NEXT<sub>R</sub> cuando el Bitmap-N<sub>R</sub> esté habilitado (modo mapa de bits doble), y no transmitirá símbolos NEXT<sub>R</sub> excepto el tono piloto, cuando el Bitmap-N<sub>R</sub> esté inhabilitado (modo mapa de bits de FEXT). La duración de cada estado se define en la figura C.22.

#### C.7.9.1 C-MSG2 (complementa a 10.8.9)

$$n_{1C-MSG2} = 43$$

$$n_{2C-MSG2} = 91$$

##### C.7.9.1.1 Número total de bits por símbolo soportados (complementa a 10.8.9.3)

El número máximo de bits por símbolo se define en el punto de referencia B, y se calcula a partir de la calidad de funcionamiento del canal en sentido descendente de FEXT<sub>C</sub> y NEXT<sub>C</sub> (por ejemplo, si los números máximos de bits que pueden ser soportados en símbolos de FEXT<sub>C</sub> y NEXT<sub>C</sub> son 111 y 88, {número total de bits por símbolo soportados} =  $(111 \times 126 + 88 \times 214)/340 = 96$ ).

NOTA – El número de símbolos por hipertrama es 340, el número de símbolos de FEXT es 126 y el número de símbolos de NEXT es 214.

#### C.7.9.2 C-B&G (reemplaza a 10.8.13)

La finalidad de C-B&G es transmitir a la ATU-R la información de bits y ganancias, el Bitmap-F<sub>C</sub>  $\{b_1, g_1, b_2, g_2, \dots, b_{31}, g_{31}\}$  y el Bitmap-N<sub>C</sub>  $\{b_{33}, g_{33}, b_{34}, g_{34}, \dots, b_{63}, g_{63}\}$ , que se han de utilizar en las portadoras en sentido ascendente.  $b_i$  del Bitmap-F<sub>C</sub> indica el número de bits que han de ser codificados por el transmisor ATU-R en la  $i$ -ésima portadora en sentido ascendente en símbolos de FEXT<sub>C</sub>;  $g_i$  del Bitmap-F<sub>C</sub> indica el factor de escala, con respecto a la ganancia que se utilizó para esa portadora durante la transmisión de R-MEDLEY, que deberá ser aplicado a la  $i$ -ésima portadora en sentido ascendente en símbolos de FEXT<sub>C</sub>. De manera similar,  $b_i$  del Bitmap-N<sub>C</sub> indica el número de bits en la  $(i - 32)$ -ésima portadora en sentido ascendente en símbolos de NEXT<sub>C</sub>;  $g_i$  del Bitmap-N<sub>C</sub> indica el factor de escala que deberá ser aplicado a la  $(i - 32)$ -ésima portadora en sentido ascendente en símbolos de NEXT<sub>C</sub>.

Puesto que no se van a transmitir bits ni energía en c.c. o a una velocidad de muestreo mitad, se supone que  $b_0, g_0, b_{32}, g_{32}, b_{64}$  y  $g_{64}$  son cero y no serán transmitidos.

La información de C-B&G se proyectará en un mensaje  $m$  de 992 bits (124 bytes) definido por:

$$m = \{m_{991}, m_{990}, \dots, m_1, m_0\} = \{g_{63}, b_{63}, \dots, g_{33}, b_{33}, g_{31}, b_{31}, \dots, g_1, b_1\}, \quad (\text{C.10-2})$$

transmitiéndose primero el MSB de  $b_i$  y  $g_i$  del  $m$  de índice más alto y  $m_0$ . El mensaje  $m$  se transmitirá en 124 símbolos, utilizando el método de transmisión descrito en 10.8.9.

Cuando el Bitmap-N<sub>C</sub> esté inhabilitado (modo mapa de bits de FEXT),  $b_i$  y  $g_i$  del Bitmap-N<sub>C</sub> deberán fijarse en cero.

#### C.7.9.3 C-SEGUE3 (reemplaza a 10.8.16)

La duración de C-SEGUE3 es de 18 símbolos. Tras C-SEGUE3, la ATU-C completa la inicialización y pasa a C-SHOWTIME. En C-SHOWTIME, la ATU-C transmitirá la señal utilizando el Bitmap-F<sub>R</sub> y el Bitmap-N<sub>R</sub> con la ventana deslizante.

Cuando el Bitmap- $N_R$  esté inhabilitado (modo mapa de bits de FEXT), la ATU-C transmitirá solamente el tono piloto como símbolos de NEXT $_R$ .

### C.7.10 Intercambio – ATU-R (complementa a 10.9)

La ATU-R transmitirá solamente los símbolos de FEXT $_C$  en R-MSG $_n$ , R-RATES $_n$ , R-B&G y R-CRC $_n$ . En otras señales, la ATU-R transmitirá tanto símbolos de FEXT $_C$  como símbolos de NEXT $_C$  cuando el Bitmap- $N_C$  esté habilitado (modo mapa de bits doble) y no transmitirá símbolos de NEXT $_C$  cuando el Bitmap- $N_C$  esté inhabilitado (modo mapa de bits de FEXT). La duración de cada estado se define en la figura C.22.

#### C.7.10.1 R-MSG-RA (complementa a 10.9.2)

Reemplácese el cuadro 10-15 por el cuadro C.7.

**Cuadro C.7/G.992.1 – Asignación de 80 bits de R-MSG-RA (anexo C)**

Sufijo(s) de $m_i$ (Nota)	Parámetro Todos los bits reservados se pondrán a 0
79-68	Reservado para el UIT-T
67-56	$B_{fast-max}$
55-49	Número de bytes de tara de RS, (R)
48-40	Número de bytes de cabida útil de RS, K
39-32	Número de tonos que llevan datos (ncloaded)
31-25	Atenuación media de bucle estimada
24-21	Ganancia de codificación
20-16	Margen de calidad de funcionamiento con la opción de velocidad seleccionada
15-14	Reservado para el UIT-T
13-12	Profundidad de intercalación máxima
11-0	Número total de bits por DMT, $B_{max}$
NOTA – Dentro de los campos separados, los bits menos significativos tienen los subíndices más bajos.	

#### C.7.10.1.1 Número total de bits soportados ( $B_{max}$ ) (reemplaza a 10.9.2.8)

Este parámetro será definido como en R-MSG2. Véase C.7.9.1.

#### C.7.10.1.2 $B_{fast-max}$ (subcláusula nueva)

$B_{fast-max}$  es el número máximo de bits de la memoria tampón de datos rápidos transmitidos con la condición de que los bits de los datos rápidos se puedan asignar por igual a todos los signos de FEXT y a todos los símbolos de NEXT.

El  $B_{fast-max}$  de los datos rápidos almacenados en memoria tampón es  $t_f$ .

#### C.7.10.2 R-MSG2 (complementa a 10.9.8)

$$N_{1R-MSG2} = 10$$

$$N_{2R-MSG2} = 20$$

### C.7.10.2.1 Número total de bits por símbolo soportados (complementa a 10.9.8.3)

El número máximo de bits por símbolo se define en el punto de referencia B, y se calcula a partir de la calidad de funcionamiento del canal en sentido descendente de FEXT<sub>R</sub> y NEXT<sub>R</sub>. Por ejemplo, si los números máximos de bits que pueden ser soportados en símbolos de FEXT<sub>R</sub> y NEXT<sub>R</sub> son 111 y 88, el número total de bits por símbolo soportados es  $(111 \times 126 + 88 \times 214)/340 = 96$ .

NOTA – El número de símbolos por hipertrama es 340, el número de símbolos de FEXT es 126 y el número de símbolos de NEXT es 214.

### C.7.10.3 R-B&G (reemplaza a 10.9.14)

La finalidad de R-B&G es transmitir a la ATU-C la información de bits y ganancias, el Bitmap-F<sub>R</sub>  $\{b_1, g_1, b_2, g_2, \dots, b_{255}, g_{255}\}$  y el Bitmap-N<sub>R</sub>  $\{b_{257}, g_{257}, b_{258}, g_{258}, \dots, b_{511}, g_{511}\}$ , que se han de utilizar en las subportadoras de sentido descendente.  $b_i$  del Bitmap-F<sub>R</sub> indica el número de bits que han de ser codificados por el transmisor ATU-C en la  $i$ -ésima subportadora en sentido descendente en los símbolos de FEXT<sub>R</sub>;  $g_i$  del Bitmap-F<sub>R</sub> indica el factor de escala, con respecto a la ganancia que se utilizó para esa portadora durante la transmisión de C-MEDLEY, que deberá ser aplicado a la  $i$ -ésima portadora en sentido descendente en símbolos de FEXT<sub>R</sub>. De manera similar,  $b_i$  del Bitmap-N<sub>R</sub> indica el número de bits en la  $(i - 256)$ -ésima portadora en sentido descendente en símbolos de NEXT<sub>R</sub>;  $g_i$  del Bitmap-N<sub>R</sub> indica el factor de escala que deberá ser aplicado a la  $(i - 256)$ -ésima portadora en sentido descendente en símbolos de NEXT<sub>R</sub>. Puesto que no se van a transmitir bits ni energía en c.c. o a una velocidad de muestreo mitad, se supone que  $b_0, g_0, b_{256}, g_{256}, b_{512}, y g_{512}$  son cero, y no serán transmitidos. La subportadora 64 está reservada como tono piloto y, por ello,  $b_{64}$  y  $b_{320}$  se fijarán en 0 y  $g_{64}$  y  $g_{320}$  se fijarán en  $g_{sync}$ . El valor  $g_{sync}$  representa el ajuste de ganancia aplicado al símbolo de sincronización.

La información de R-B&G se proyectará en un mensaje  $m$  de 8160 bits (1020 bytes) definido por:

$$m = \{m_{8159}, m_{8158}, \dots, m_1, m_0\} = \{g_{511}, b_{511}, \dots, g_{257}, b_{257}, g_{255}, b_{255}, \dots, g_1, b_1\}, \quad (C.10-3)$$

transmitiéndose primero el MSB de  $b_i$  y  $g_i$  del  $m$  con el índice más alto y  $m_0$ . El mensaje  $m$  se transmitirá en 1020 símbolos, utilizando el método de transmisión descrito en 10.9.8.

Cuando el Bitmap-N<sub>R</sub> (modo mapa de bits de FEXT) esté inhabilitado,  $b_i$  y  $g_i$  del Bitmap-N<sub>R</sub> deberán fijarse en cero.

### C.7.10.4 R-SEGUE5 (reemplaza a 10.9.17)

La duración de R-SEGUE5 es de 13 símbolos. Tras R-SEGUE5, la ATU-R completa la inicialización y pasa a R-SHOWTIME. En R-SHOWTIME, la ATU-R transmitirá la señal utilizando el Bitmap-F<sub>C</sub> y el Bitmap-N<sub>C</sub> con la ventana deslizante.

Cuando el Bitmap-N<sub>C</sub> esté inhabilitado (modo mapa de bits de FEXT), la ATU-R no transmitirá símbolos de NEXT<sub>C</sub>.

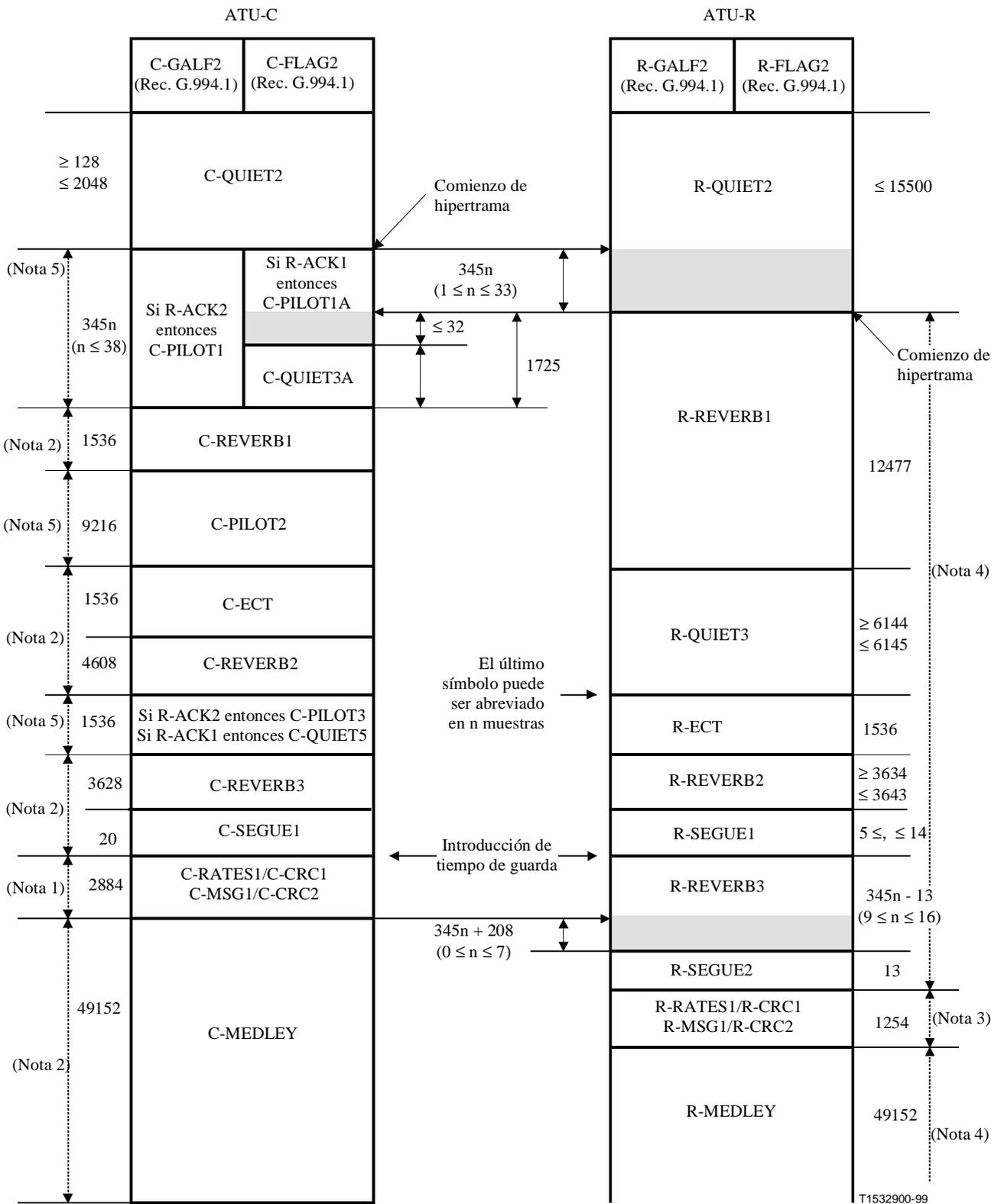
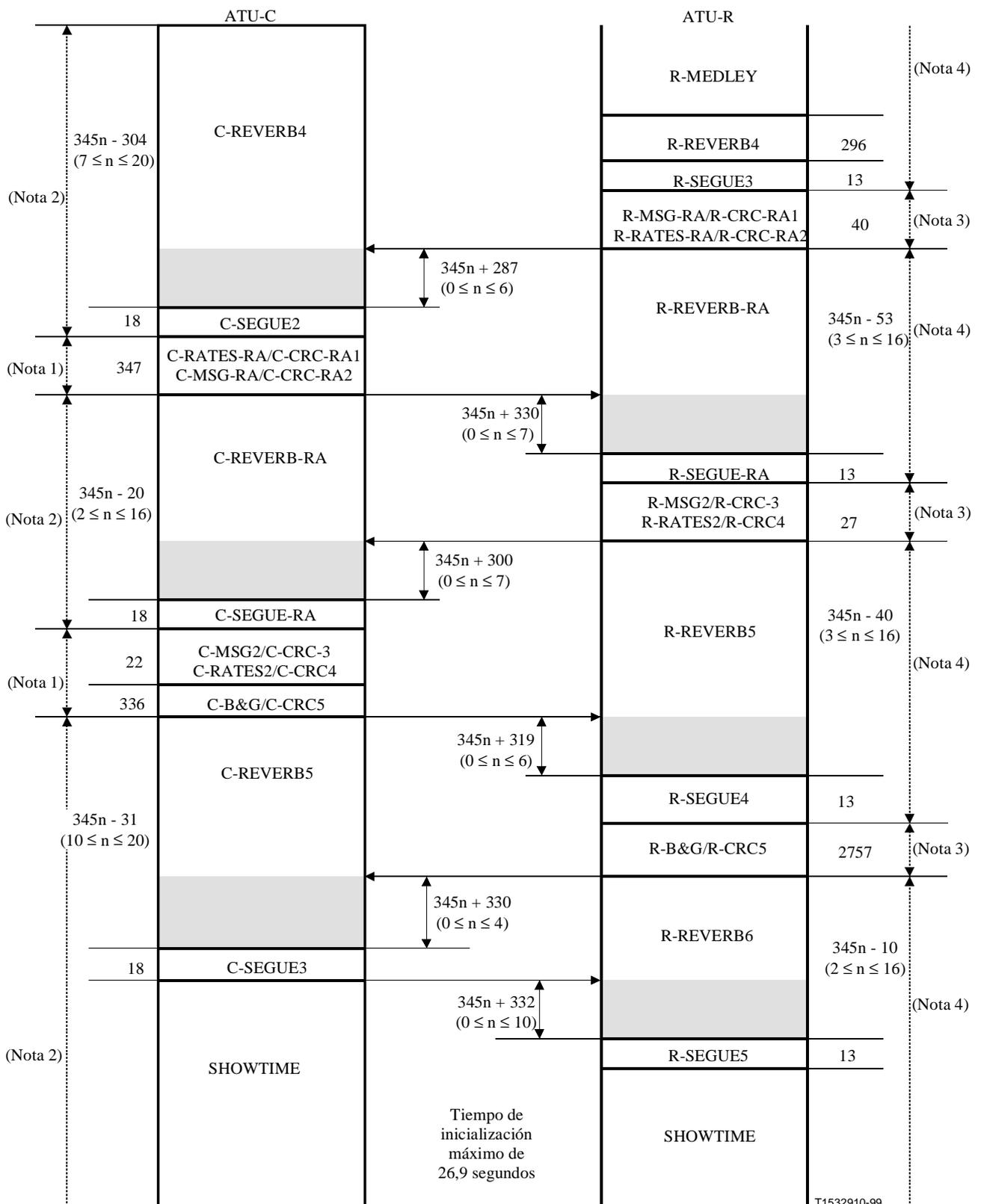


Figura C.21/G.992.1 – Diagrama de temporización de la secuencia de inicialización – Parte 1



NOTA 1 – La ATU-C transmitirá los símbolos de  $FEXT_R$ , y no transmitirá los símbolos de  $NEXT_R$ , excepto el tono piloto.

NOTA 2 – La ATU-C transmitirá tanto símbolos de  $FEXT_R$ , como símbolos de  $NEXT_R$ , cuando el  $Bitmap-N_R$  esté habilitado (modo mapa de bits doble). La ATU-C no transmitirá símbolos de  $NEXT_R$ , excepto el tono piloto, cuando el  $Bitmap-N_R$  esté inhabilitado (modo mapa de bits de  $FEXT$ ).

NOTA 3 – La ATU-R transmitirá los símbolos de  $FEXT_C$ , y no transmitirá los símbolos de  $NEXT_C$ .

NOTA 4 – La ATU-R transmitirá tanto símbolos de  $FEXT_C$  como símbolos de  $NEXT_C$ , cuando el  $Bitmap-N_C$  esté habilitado (modo mapa de bits doble). La ATU-R no transmitirá símbolos de  $NEXT_C$  cuando el  $Bitmap-N_C$  esté inhabilitado (modo mapa de bits de  $FEXT$ ).

NOTA 5 – La ATU-C transmitirá tanto símbolos de  $FEXT_R$  como símbolos de  $NEXT_R$ .

**Figura C.22/G.992.1 – Diagrama de temporización de la secuencia de inicialización – Parte 2**

## C.8 Adaptación y reconfiguración en línea de AOC (pertenece a la cláusula 11)

### C.8.1.1 Petición de transposición de bits (reemplaza a 11.2.3)

El receptor iniciará una transposición de bits enviando una petición de transposición de bits al transmisor vía el canal AOC. La petición indica al transmisor qué subportadoras han de ser modificadas. El formato de la petición es como se muestra en el cuadro C.8.

**Cuadro C.8/G.992.1 – Formato del mensaje de petición de transposición de bits**

Encabezamiento del mensaje	Campos 1 a 4 del mensaje		
{11111111 <sub>2</sub> } (8 bits)	Índice de mapa de bits (1 bit)	Instrucción (7 bits)	Índice de subcanal (8 bits)

La petición comprenderá 9 bytes como se indica a continuación:

- un encabezamiento de mensaje AOC formado por 8 unos binarios;
- los campos 1 a 4 del mensaje, cada uno de los cuales consta de un índice de mapa de bits de 1 bit, una instrucción de 7 bits y un índice de subcanal conexo de 8 bits. Los índices de mapa de bits de 1 bit y las instrucciones de 7 bits válidas del mensaje de transposición de bits serán como se muestra en el cuadro C.9. En dicho cuadro, el MSB de la instrucción petición de transposición de bits representa el índice del mapa de bits. En el caso de datos en sentido descendente, un índice de mapa de bits igual a 0 indica Bitmap-F<sub>R</sub>, y un índice de mapa de bits igual a 1 indica Bitmap-N<sub>R</sub>. De manera similar en el caso de datos en sentido ascendente, un índice de mapa de bits igual a 0 indica Bitmap-F<sub>C</sub>, y 1 indica Bitmap-N<sub>C</sub>. El índice de subcanal de 8 bits se numera de frecuencias bajas a frecuencias altas teniendo la subportadora de frecuencia más baja el número cero. El índice de subportadora cero no será utilizado;
- la transposición de bits entre símbolos de FEXT<sub>C/R</sub> y símbolos de NEXT<sub>C/R</sub> no está permitido.

**Cuadro C.9/G.992.1 – Instrucción petición de transposición de bits**

Valor (8 bits)	Interpretación
y0000000 <sub>2</sub>	No hacer nada
y0000001 <sub>2</sub>	Aumentar el número de bits atribuidos en uno
y0000010 <sub>2</sub>	Disminuir el número de bits atribuidos en uno
y0000011 <sub>2</sub>	Aumentar la potencia transmitida en 1 dB
y0000100 <sub>2</sub>	Aumentar la potencia transmitida en 2 dB
y0000101 <sub>2</sub>	Aumentar la potencia transmitida en 3 dB
y0000110 <sub>2</sub>	Reducir la potencia transmitida en 1 dB
y0000111 <sub>2</sub>	Reducir la potencia transmitida en 2 dB
y0001xxx <sub>2</sub>	Reservado para instrucciones a discreción del vendedor
NOTA – y es "0" para símbolos de FEXT <sub>C/R</sub> , y "1" para símbolos de NEXT <sub>C/R</sub> de la ventana deslizante.	

El mensaje de petición de transposición de bits (es decir, los campos de encabezamiento y mensaje) se transmitirán cinco veces consecutivas.

A fin de evitar divergencias de  $g_i$  entre ATU-C y ATU-R después de varias transposiciones de bits, el valor de  $g_i$  nuevo resultante de una actualización de  $g_i$  de  $\Delta$  dB vendrá dado por:

$$g_i' = (1/512) \times \text{redondeo de } (512 \times g_i \times 10^{\exp(\Delta/20)}) \quad (\text{C.11-1})$$

### C.8.1.2 Petición de transposición de bits ampliada (complementa a 11.2.4)

En el cuadro C.10 se muestra el formato de la petición de transposición de bits ampliada.

**Cuadro C.10/G.992.1 – Formato del mensaje de petición de transposición de bits**

Encabezamiento del mensaje	Campos 1 a 6 del mensaje		
{11111100 <sub>2</sub> } (8 bits)	Índice de mapa de bits (1 bit)	Instrucción (7 bits)	Índice de subcanal (8 bits)

Al igual que en la petición de transposición de bits, cada uno de los campos de la petición de transposición de bits ampliada consta de un índice de mapa de bits de 1 bit, una instrucción de 7 bits y un índice de subcanal conexo de 8 bits.

### C.8.1.3 Acuse de recibo de transposición de bits (complementa a 11.2.5)

El número del contador de supertramas de transposición de bits indicará solamente la última supertrama (SPF#4) de una hipertrama.

La(s) nueva(s) tabla(s) de bits y/o potencia de transmisión entrará(n) en vigor a continuación empezando a partir de la primera trama (trama 0) de la SPF#0 de una hipertrama.

Si el número del contador de supertramas de transposición de bits contenido en el mensaje de acuse de recibo de transposición de bits recibido no indica SPF#4, la(s) nueva(s) tabla(s) entrará(n) en vigor a partir de la trama 0 de la SPF#0 de la hipertrama siguiente.

## ANEXO D

### Diagramas de estados de ATU-C y ATU-R

#### D.1 Introducción

Este anexo contiene los diagramas de estados de la ATU-C y la ATU-R, algunas de cuyas partes son obligatorias para garantizar el interfuncionamiento entre unidades de fabricantes diferentes, y algunas de cuyas partes se presentan aquí a modo de ejemplo únicamente: sus funciones pueden ser requeridas o deseadas, pero su implementación se deja a criterio del vendedor.

#### D.2 Definiciones

En este anexo se utilizan los siguientes términos y abreviaturas. Cuando determinados estados o eventos hayan sido definidos en otro lugar de la presente Recomendación, aquí se hace referencia a las definiciones de los mismos por razones de conveniencia.

**D.2.1 LOF-rs:** Evento de pérdida de sincronización/resincronización de trama de ADSL. Este evento se produce cuando algún algoritmo, que puede ser específico del vendedor, determina que es preciso un intento de resincronización. Se señala que este evento LOF-rs probablemente esté

relacionado, aunque no es necesario que lo esté, con el defecto SEF (trama con muchos errores) definido para operaciones y mantenimiento (véase 9.3).

**D.2.2 LOF persistente:** Se declara LOF persistente tras  $2,5 \pm 0,5$  segundos de fallo LOF de extremo cercano con el defecto SEF todavía presente. El fallo LOF y el defecto SEF se definen para operaciones y mantenimiento en 9.3.

**D.2.3 LOS persistente:** Se declara LOS persistente tras  $2,5 \pm 0,5$  segundos de fallo LOS de extremo cercano con el defecto LOS todavía presente. El fallo LOS y el defecto LOS se definen para operaciones y mantenimiento en 9.3.

**D.2.4 BER alta:** Alta tasa de errores en los bits de los datos recibidos: detectada estableciendo un umbral de errores de #CRC (anomalías del tipo errores de CRC-8i y CRC-8ni de extremo cercano, definidas en 9.3) durante un cierto periodo de tiempo.

**D.2.5 canal de control de anfitrión:** Canal de control de una configuración de ATU-C desde algún controlador de anfitrión, por ejemplo un terminal de central de conmutación de ADSL (ACOT, *ADSL central office terminal*), que controla una o más unidades de línea de ATU-C. Se señala que este canal no tiene ninguna relación ni interfunciona de manera directa con el canal portador "C" a 64 ó 16 kbit/s, al que algunas veces también se denomina canal de control.

**D.2.6 reconfig1:** Una reconfiguración de canalización que se puede llevar a cabo sin reiniciar determinadas porciones clave de las funciones de alineación de tramas de datos, de transmisor o de receptor (6 y 7), y se puede realizar por tanto sin interrumpir los canales que no habrían de cambiar como resultado de la reconfiguración. Por ejemplo, si en un momento determinado cuatro canales símplex a 1,536 Mbit/s están activos y atribuidos a la memoria tampón de datos de intercalación, una reconfiguración que requiera que dos de esos canales permaneciesen activos y los otros dos fuesen sustituidos por un canal a 3,088 Mbit/s sería una reconfig1.

**D.2.7 reconfig2:** Una reconfiguración de canalización que requiere la reiniciación de alguna porción clave de las funciones de alineación de trama de datos, de transmisor o de receptor (6 y 7), y que se puede efectuar por tanto sin pérdida de datos de usuario. Una petición de reconfiguración de este tipo requerirá un reacondicionamiento rápido. Ejemplos al respecto son:

- un cambio de las velocidades de canal portador por defecto a velocidades facultativas, por ejemplo, el derivado de una petición de reconfiguración desde un portador símplex único a 6,144 Mbit/s a un portador símplex a 6,312 Mbit/s, que exige un cambio de la velocidad binaria transmitida global, el tamaño de la palabra de código FEC y la reiniciación de las funciones de intercalación/desintercalación;
- si en un momento determinado cuatro canales símplex a 1,536 Mbit/s están activos y atribuidos a la memoria de datos de intercalación, una reconfiguración que requiriera que uno o más de esos canales pasase a la memoria de datos rápidos exigiría un reacondicionamiento rápido para atribuir el byte AEX adicional a la memoria de datos rápidos, a fin de cambiar los parámetros de la palabra de código FEC de la memoria tampón de datos intercalados, y reiniciar las funciones de intercalación/desintercalación.

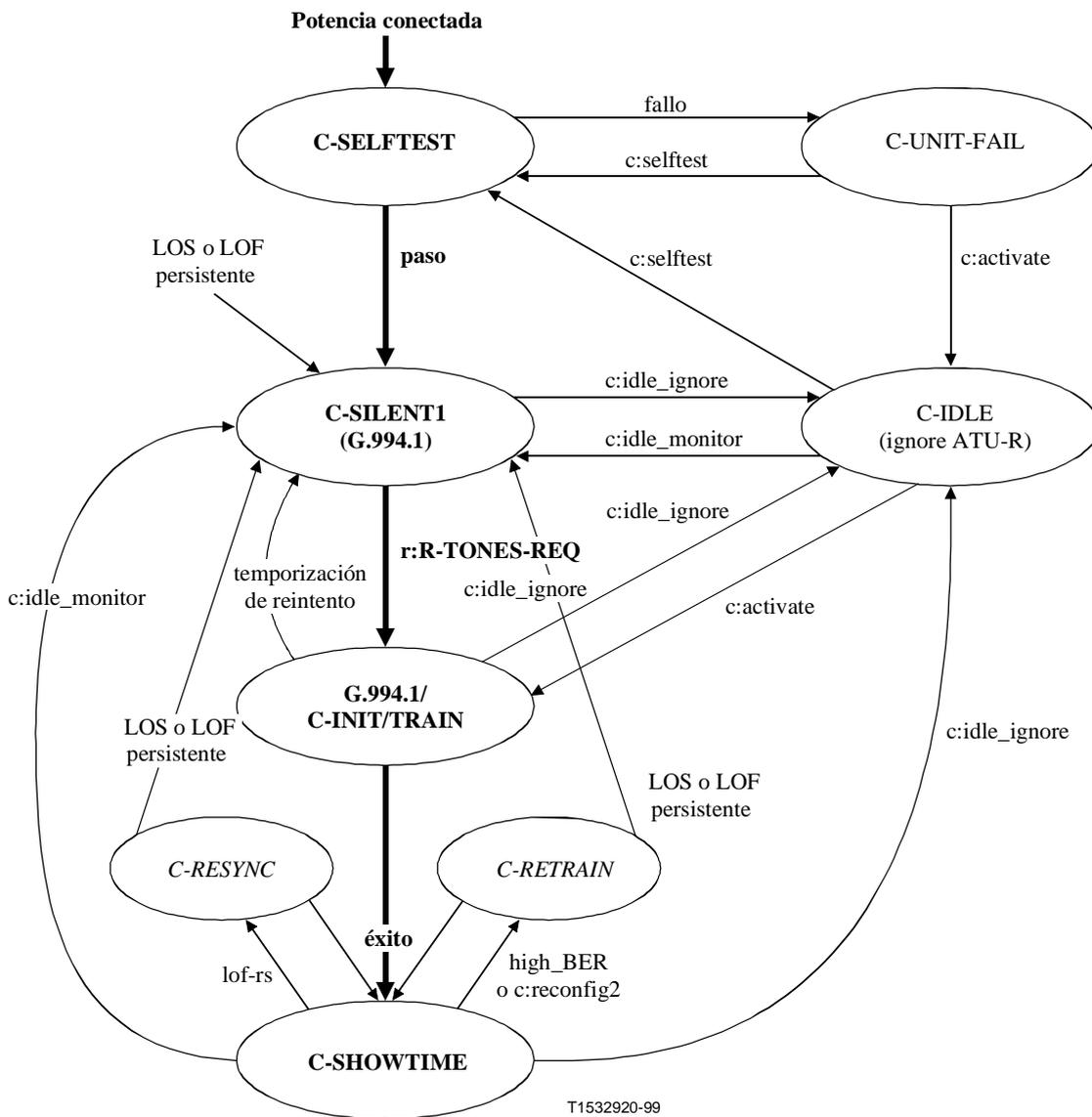
### D.3 Diagramas de estados

En la figura D.1 se muestra el diagrama de estados de la ATU-C, y en la figura D.2, de la ATU-R. Los estados se indican mediante óvalos, con el nombre del estado dentro del óvalo. En el cuadro D.1 se definen los estados de la ATU-C y en el cuadro D.2, los de la ATU-R. Las transiciones entre estados se indican mediante flechas, figurando el evento causante de la transición junto a la flecha. El origen de algunos eventos se indica con letra(s) y dos puntos (:) precediendo el nombre del evento; en la parte inferior de cada figura se da una explicación de los orígenes de los eventos. Todos los estados, excepto *Retrain* (reacondicionamiento) y *Resync* (resincronización) son obligatorios.

En el diagrama de estados de la ATU-C, sería conveniente que un estado C-IDLE garantizara un modo reposo que puede ser útil antes del aprovisionamiento, para que puedan efectuarse ciertas pruebas (por ejemplo, MLT) o para interrumpir el servicio. Convendría disponer de una función de autoprueba, pero quizás sea mejor que quede a discreción del vendedor/cliente definir cuándo tiene lugar la autoprueba (por ejemplo, siempre en condiciones de consumo de potencia o sólo bajo el control de la CO), y qué transición se ha de efectuar una vez concluida de manera satisfactoria la autoprueba [por ejemplo, el paso a C-IDLE, a C-SILENT1 (véase la Recomendación G.994.1) o a C-Activate/Init/Train].

Una variedad de las instrucciones "controlador de anfitrión" (eventos precedidos por "c:") se muestra como instrucciones no obligatorias en el diagrama de estados de la ATU-C para dar ejemplos de eventos y transiciones entre estados. La manera de implementar estos eventos queda a discreción del vendedor, ya que son posibles muchas opciones (por ejemplo, puerto de controlador de anfitrión separado en la ATU-C, conmutadores u otros controles de panel frontal u opciones fijas).

En ambos diagramas de estados se muestra un estado *Retrain* (reacondicionamiento) como no obligatorio (el reacondicionamiento rápido está todavía en estudio). En ambos diagramas se muestra además un estado *Resync* (resincronización) como no obligatorio, que se deja a criterio del vendedor, que puede utilizar algoritmos de su propiedad.



NOTA 1 – Orígenes de los eventos:

c:\_\_\_\_\_ instrucción de controlador de anfitrión

r:\_\_\_\_\_ recibida de ATU-R.

NOTA 2 – La secuencia principal de estados se muestra en **negritas**.

NOTA 3 – Los estados facultativos (a discreción del vendedor) se muestran en  *cursivas*.

NOTA 4 – Los estados se definen en el cuadro D.1; los términos en D.2.

**Figura D.1/G.992.1 – Diagrama de estados de la ATU-C**



**Cuadro D.1/G.992.1 – Definiciones de estados de ATU-C**

Nombre de estado	Descripción
<b>C-SELFTEST</b>	La unidad efectúa una autoprueba. Transmisor y receptor desconectados (reposo en la interfaz U-C); ninguna respuesta al canal de control de anfitrión (por ejemplo, ACOT)
<b>C-UNIT-FAIL</b>	(fallo de autoprueba) Supervisar canal de control de anfitrión si es posible (podría permitir al controlador de anfitrión ATU-x recuperar los resultados de la autoprueba)
<b>C-IDLE</b> (reposo; ignorar ATU-R)	Transmisor y receptor desconectados (ninguna respuesta a R-TONES-REQ) Supervisar canal de control de anfitrión
<b>C-TONES</b>	Transmitir C-TONES y transición de retorno a C-IDLE
<b>C-SILENT1</b> (Véase la Recomendación G.994.1) (Reposo; supervisar ATU-R)	Transmisor desconectado Receptor activado, supervisar R-TONES-REQ; Si se detecta, transición a estado C-Activate/Init/Train Supervisar canal de control de anfitrión
<b>Recomendación G.994.1/ C-INIT/TRAIN</b> (Comienza con estado C-TONES de la Recomendación G.994.1; incluye 10.2, 10.4, 10.6 y 10.8)	Inicializar Train_Try_Counter mientras ( $--Train\_Try\_Counter \geq 0$ ) { Transmitir C-TONES Arrancar temporizador Si Recomendación G.994.1 empieza antes que expire la temporización, proceder con la inicialización/acondicionamiento Si hay éxito, transición a C-ACTIVE } Transición a C-SILENT1 Supervisar canal de control de anfitrión
<b>C-SHOWTIME</b> (Transmisión de datos de régimen permanente; cláusulas 6, 9.3 y 11)	Efectuar funciones de bombeo de bits de régimen permanente (canales de datos de usuario activos) Permitir transposición de bits y reconfiguraciones no intrusivas (reconfig1) Supervisar canal de control de anfitrión Supervisar alarmas, EOC, AOC Si evento LOS o LOF, transición a C-Activate/Init/Train
<b>C-RESYNC</b> (no obligatorio; propiedad del vendedor)	(Al estado se pasa cuando algún algoritmo, basado posiblemente en pérdida de alineación de trama de sincronización de ADSL, determina que se requiere la resincronización) Declarar SEF (definido en 9.3.1.3) – la transmisión de datos de usuario ha sido interrumpida Si la señal está presente (es decir, no LOS). Tratar de encontrar el esquema de sincronización y realinear (propiedad del vendedor) Si se consigue, eliminar SEF y transición a C-ACTIVE de otro modo, temporizar SEF, declarar evento LOF y transición a C-Activate/Init/Train de otro modo, temporizar LOS, declarar evento LOS y transición a C-Activate/Init/Train

**Cuadro D.1/G.992.1 – Definiciones de estados de ATU-C (fin)**

Nombre de estado	Descripción
<i>C-RETRAIN</i> (el reacondicionamiento rápido en estudio)	(No se puede pasar al estado si la señal recibida todavía está presente y se mantiene aún la sincronización de trama de ADSL) Declarar SEF (definido en 9.3.1.3) – la transmisión de datos de usuario ha sido interrumpida Si la señal está presente (es decir, no LOS). Calcular ID de canal y atribución de bits Reiniciar alineación de tramas de datos y circuitos de interfaz V Si se consigue, eliminar SEF y volver a C-ACTIVE de otro modo, temporizar SEF, declarar evento LOF y transición a C-Activate/Init/Train de otro modo, temporizar LOS, declarar evento LOS y transición a C-Activate/Init/Train

**Cuadro D.2/G.992.1 – Definiciones de estados de ATU-R**

Nombre de estado	Descripción
<b>R-SELFTEST</b>	La unidad efectúa una autopruueba. Transmisor y receptor desconectados (reposo en la interfaz U-R) Si la autopruueba tiene éxito y el receptor está en modo acondicionamiento automático, transición a R-SILENT0 Si la autopruueba tiene éxito y el receptor está bajo control externo, transición a R-IDLE de otro modo, transición a R-UNIT-FAIL
R-UNIT-FAIL	(Fallo de la autopruueba – sin salida de este estado, excepto a potencia de ciclo)
<b>R-SILENT0/Recomendación G.994.1</b>	Véase la Recomendación G.994.1 Supervisar canal de control de anfitrión
<b>R-INIT/TRAIN</b> (Comienza con estado R-TONES-REQ de la Recomendación G.994.1; incluye 10.3, 10.5, 10.7 y 10.9)	Transmitir R-ACK Proceder con la secuencia de inicialización y acondicionamiento Si se logra, transición a R-ACTIVE de otro modo, transición a R-SILENT0
<b>R-SHOWTIME</b> (Transmisión de datos de régimen permanente; cláusulas 7, 9.3 y 11)	Efectuar funciones de bombeo de bits de régimen permanente (canales de datos de usuario activos) Permitir transposiciones de bits y reconfiguraciones no intrusivas (reconfig1) Supervisar alarmas, EOC, AOC, canal de control de anfitrión Si evento LOS o LOF, transición a R-SILENT0
R-IDLE (ignorar ATU-C)	Transmisor y receptor desconectados, supervisar canal de control de anfitrión

**Cuadro D.2/G.992.1 – Definiciones de estados de ATU-R (fin)**

Nombre de estado	Descripción
<i>R-RESYNC</i> (no obligatorio; propiedad del fabricante)	(Al estado se pasa cuando algún algoritmo, basado probablemente en pérdida de alineación de trama de sincronización de ADSL, determina que se requiere la resincronización) Declarar SEF (definido en 9.3.1.3) – la transmisión de datos de usuario ha sido interrumpida Si la señal está presente (es decir, no LOS). Tratar de encontrar el esquema de sincronización y realinear (propiedad del vendedor) Si se consigue, eliminar SEF y transición a R-ACTIVE de otro modo, temporizar SEF, declarar evento LOF y transición a R-SILENTO de otro modo, temporizar LOS, declarar evento LOS y transición a R-SILENTO
<i>R-RETRAIN</i> (el reacondicionamiento rápido queda para un estudio ulterior)	(No se puede pasar al estado si la señal recibida todavía está presente y se mantiene aún la sincronización de trama de ADSL) Declarar SEF (definido en 9.3.1.3) – la transmisión de datos de usuario ha sido interrumpida Reiniciar alineación de tramas de datos y circuitos de interfaz T Si la señal está presente (es decir, no LOS) Calcular ID de canal y atribución de bits Si se consigue, eliminar SEF y transición a R-ACTIVE de otro modo, temporizar SEF, declarar evento LOF y transición a R-SILENTO de otro modo, temporizar LOS, declarar evento LOS y transición a R-SILENTO

## ANEXO E

### Divisores del POTS y RDSI de acceso a velocidad básica

La finalidad del divisor de POTS es doble. En el caso de las señales ADSL, se les da protección frente a los transitorios de alta frecuencia y los efectos de impedancia que se producen durante el funcionamiento del POTS: transitorios de la señal de llamada, transitorios de supresión de la señal de llamada, transitorios al descolgar y cambios de la impedancia. En el caso del servicio POTS en banda vocal, los filtros de paso bajo le protegen frente a las señales ADSL que pueden influir, por sus efectos no lineales y de otro tipo, en los dispositivos distantes (microteléfonos, máquinas de facsímil, módems de banda vocal, etc.) y en el funcionamiento de la central de conmutación. El filtrado debe efectuarse manteniendo al mismo tiempo la calidad de la conexión de extremo a extremo en banda vocal (es decir, entre el POTS y las interfaces de la RTPC).

La finalidad del divisor de la RDSI de acceso a velocidad básica también es doble.

#### **E.1 Tipo 1 – Europeo**

##### **E.1.1 Adaptación de impedancias**

La impedancia de adaptación armonizada europea,  $Z_{\text{complex}(1)}$  sirve, por ejemplo, para terminales no vocales (tales como los módems de banda vocal). Esta impedancia de compromiso se describe con más precisión en la Recomendación Q.552.

Para el funcionamiento de los terminales vocales se utilizan en los distintos países impedancias de compromiso de tres elementos diferentes. En el texto que sigue se detallan las impedancias de referencia y cualesquiera otros parámetros específicos de cada país. Los valores de los componentes son  $\pm 0,1\%$  a menos que se indique otra cosa.

**E.1.1.1 Europea armonizada – Terminales no vocales**

$$Z_{\text{complex}(1)} = 150\text{nF} // 750 \Omega + 270 \Omega$$

**E.1.1.2 Terminales vocales**

$$Z_{\text{complex}(1)} = 150\text{nF} // 750 \Omega + 270 \Omega$$

$$Z_{\text{complex}(2)} = 230\text{nF} // 1050 \Omega + 320 \Omega$$

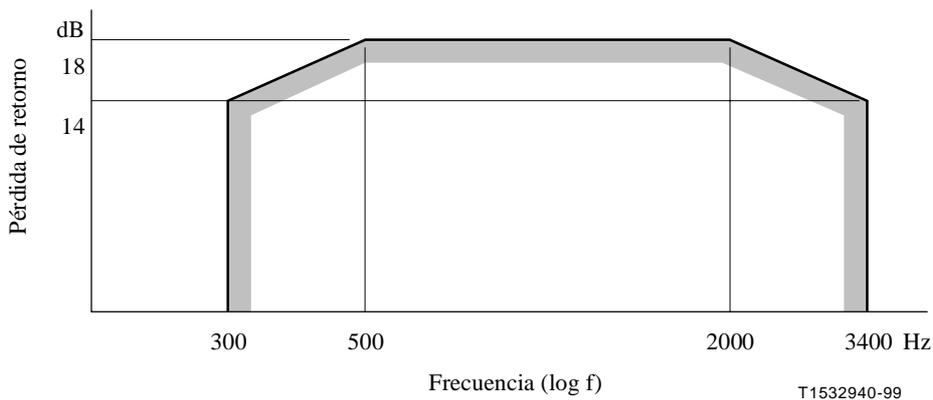
$$Z_{\text{complex}(3)} = 115\text{nF} // 820 \Omega + 220 \Omega$$

$$Z_{\text{real}(1)} = 600 \Omega$$

$$Z_{\text{real}(1)} = 800 \Omega$$

**E.1.2 Pérdida de retorno**

La pérdida de retorno del puerto TELE y del puerto LINE con relación a la  $Z_{\text{complex}(n)}$  o  $Z_{\text{real}(n)}$  cuando el otro puerto termina en  $Z_{\text{complex}(n)}$  o  $Z_{\text{real}(n)}$  deberá ser como se muestra el figura E.1.



**Figura E.1/G.992.1 – Valor mínimo de la pérdida de retorno con relación a la red de prueba para la impedancia de la central en una interfaz a dos hilos**

**E.1.3 Pérdida de inserción**

La pérdida de inserción del puerto TELE al puerto LINE deberá ser  $< 1$  dB a 1 kHz para  $Z_{\text{complex}(n)}$ .

La pérdida de inserción del puerto TELE al puerto LINE deberá ser  $< 0,3$  dB a 1 kHz para  $Z_{\text{real}(n)}$ .

**E.1.4 Distorsión de la pérdida de inserción**

Distorsión de la pérdida de inserción a 200-4000 Hz  $< \pm 1$  dB      term. =  $Z_{\text{complex}(n)}$

### E.1.5 Aislamiento

Resistencia de aislamiento, derivación-tierra	> 10 M $\Omega$	term. = $\infty \Omega$ ; 100 V c.c.
Resistencia de aislamiento, derivación-derivación	> 1 M $\Omega$	term. = $\infty \Omega$ ; 100 V c.c.
Resistencia en c.c.	< 50 $\Omega$	term. = 0 $\Omega$

### E.1.6 Potencia de la señal

Potencia de cresta máxima de la señal a 200-4000 kHz	< 3 dBm (ETS-300.001, § 4.4.2) en 600 $\Omega$
Corriente de bucle	< 100 mA

### E.1.7 Señal de llamada

Frecuencia de la señal de llamada	25-50 Hz
c.a. de la señal de llamada	< 100 V <sub>eff</sub>
c.c. de la señal de llamada (c.a. superpuesta a la c.c.)	< 100 V

### E.1.8 Asimetría con respecto a Tierra (ETS-300.001 § 4.2.1 y § 4.2.2)

LCL (método de prueba de la subcláusula 4.1.3 de la Recomendación G.117)

TCL (método de prueba de la subcláusula 4.1.3 de la Recomendación G.117)

15-50 Hz	> 40 dB terminado con 600 $\Omega$
50-600 Hz	> 46 dB terminado con 600 $\Omega$
600-3400 Hz	> 52 dB terminado con 600 $\Omega$

### E.1.9 Frecuencias y niveles de medición de impulsos (ETS-300.001 § 1.7.8)

Frecuencia	12/16 kHz $\pm$ 1%
Pérdida de inserción	< 3 dB en 200 $\Omega$
Nivel máximo	< 5 V <sub>eff</sub> en 200 $\Omega$

## E.2 Tipo 2 – América del Norte

### E.2.1 Introducción

Esta subcláusula E.2 contiene las especificaciones de un divisor del POTS apropiado a América del Norte. Los requisitos indicados en la misma deberán ser cumplidos por los divisores del POTS cuya instalación prevista sea en aquella zona del mundo. La finalidad de los filtros de paso bajo es doble. En el caso de señales ADSL, se les da protección frente a los transitorios de alta frecuencia y los efectos de impedancia que se producen durante el funcionamiento del POTS: transitorios de la señal de llamada, transitorios de supresión de la señal de llamada, transitorios al descolgar y cambios de la impedancia. En el caso del servicio POTS en banda vocal, los filtros de paso bajo los protegen frente a las señales ADSL que pueden influir, por sus efectos no lineales y de otro tipo, en los dispositivos distantes (microteléfonos, máquinas de facsímil, módems de banda vocal, etc.) y en el funcionamiento de la central de conmutación. El filtrado debe efectuarse manteniendo al mismo tiempo la calidad de extremo a extremo – es decir, entre el POTS y las interfaces de las RTPC de la figura E.5 – de la conexión para banda vocal.

### **E.2.1.1 Ubicación de la función de divisor del POTS**

Se definen dos funciones de divisor del POTS; una para el extremo distante (R, *remote*) y otra para el extremo de la central local (CO). La función se puede implementar internamente en el módem de la ATU-x o externamente. En cualquier caso, son necesarias todas las funciones especificadas (excepto las firmas de prueba de mantenimiento, véase E.2.1.7).

En la figura E.2, los condensadores mostrados son de 0,12  $\mu$ F. Tienen por objeto bloquear la c.c. Funcionan de manera concertada con la entrada a la función HPF del módem y se han de incluir en el cálculo de la impedancia de entrada del módem. Este punto no puede ser inspeccionado cuando la función de divisor de la CO se proporciona dentro del módem y, por tanto, los condensadores no aparecen explícitamente. La función de bloqueo de c.c. se proporciona, no obstante, en la función HPF normal. En las configuraciones de prueba del presente anexo se tiene en cuenta esta diferencia.

Si la función HPF estuviera incorporada en parte o en su totalidad en el divisor externo del POTS para la CO, los condensadores de 0,12  $\mu$ F no aparecerían ya que el bloqueo de la c.c. estaría incluido en la función HPF. La incorporación de la HPF, en parte o en su totalidad, en el divisor del POTS para la CO queda en estudio.

### **E.2.1.2 Frecuencias utilizadas en las pruebas**

En las pruebas se utilizan dos bandas de frecuencias:

- Frecuencias de la banda vocal (VB), que van de 0 a 4 kHz.
- Frecuencias de la banda de la ADSL, que van de 30 a 1104 kHz.

Las pruebas no se efectúan entre 4 y 30 kHz pero, previsiblemente, el filtro de paso bajo (LPF) se portará bien en esa franja.

Todos los divisores externos del POTS con LPF/HPF incluida deberán cumplir las especificaciones entre 30 y 1104 kHz.

No todos los diseños de módems integrales pretenden ocupar el espectro completo entre 30 y 1104 kHz. En cada implementación, las pruebas sólo se pueden llevar a cabo en la banda de frecuencias utilizada. Las publicaciones explicatorias del vendedor y los informes de las pruebas deberán indicar claramente la banda de frecuencias utilizada al probar cada módem.

### **E.2.1.3 Terminaciones equilibradas**

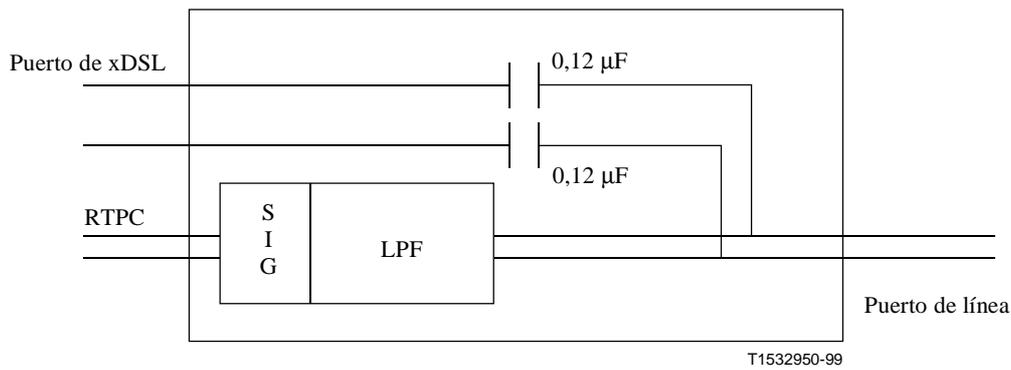
Las pruebas se llevan aplicando un método equilibrado (es decir, a base de líneas metálicas). El extremo de algunas configuraciones puede contener una conexión no equilibrada para facilitar el método de prueba si la medición resultante mantiene el equilibrio.

### **E.2.1.4 Pruebas de un solo extremo**

En cada función de divisor del POTS se llevan a cabo pruebas de un solo extremo. Las especificaciones de este anexo se refieren a funciones de un solo divisor, no de extremo a extremo. La conformidad con el presente anexo NO garantiza el funcionamiento de extremo a extremo ya que los módems no se han tenido en cuenta en las pruebas a las que el anexo se refiere.

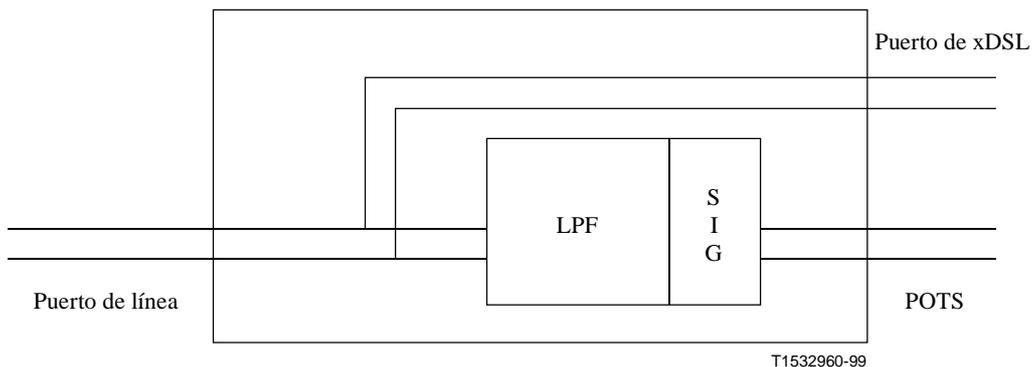
### **E.2.1.5 Funciones de divisor del POTS**

El divisor externo del POTS para la central de conmutación se puede instalar a cierta distancia del módem de ATU-C. Para protegerlo de los fallos de corriente continua (c.c.), se deberán incorporar condensadores de bloqueo de c.c. en su puerto de xDSL. Los condensadores forman parte de la entrada a la función HPF de xDSL y se han de incluir en los cálculos de la impedancia de entrada (aproximadamente 20-34 nF). Si la función de divisor del POTS figura por completo dentro del módem, los condensadores deberán formar parte de la función HPF. Véase la figura E.2.



**Figura E.2/G.992.1 – Divisor externo del POTS para la central de conmutación sin función HPF**

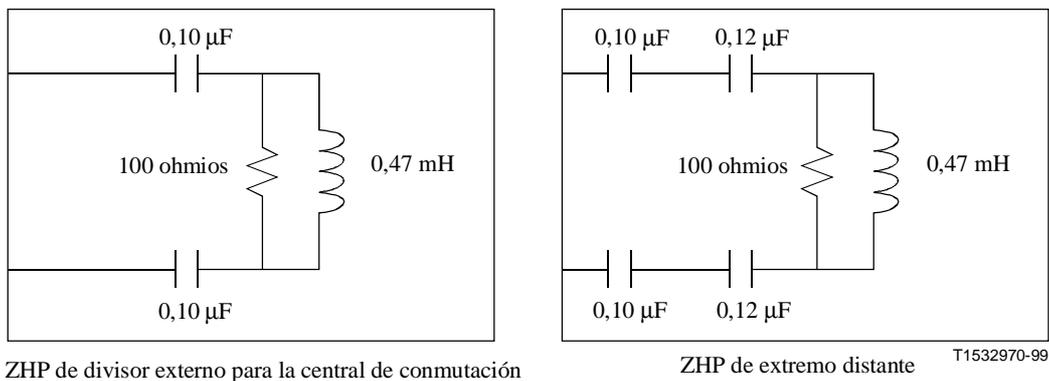
Los condensadores de bloqueo de c.c. están destinados únicamente al divisor del POTS externo, sin la función HPF. La función de divisor interna o los divisores externos con una función HPF completa pueden incorporar esta capacitancia en la entrada a la función HPF. Los condensadores de bloqueo de c.c. son facultativos en los divisores integrados dentro de los equipos vinculados estrechamente a la ATU-C. Véase la figura E.3.



**Figura E.3/G.992.1 – Divisor externo del POTS para el extremo distante**

### E.2.1.6 Definición de ZHP

Para facilitar la prueba del divisor del POTS con independencia del módem real o del vendedor específico, se definen en la figura E.4 dos ZHP que sirven de terminación adecuada del puerto de xDSL durante la prueba en banda vocal. Las ZHP son válidas sólo para frecuencias de banda vocal. La combinación de condensadores en la ZHP-r es sólo de carácter representativo. La entrada deberá ser de 27 nF, como quiera que sea derivada.



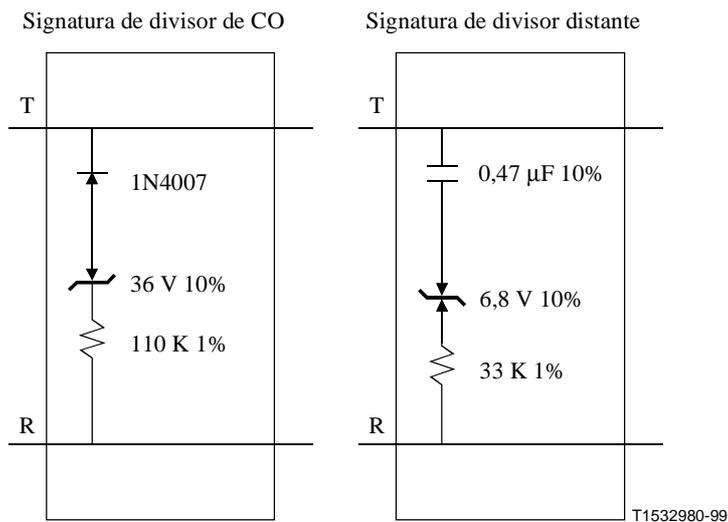
NOTA – Tolerancias de los componentes: Condensadores: 2,5%, Resistores: 1%, Inductores: 5%.

**Figura E.4/G.992.1 – Definiciones de la ZHP**

**E.2.1.7 Signaturas de prueba de mantenimiento**

Si se proporcionan, las signaturas de prueba de mantenimiento deberán ser tal como se muestra en la figura E.5.

Para que el divisor del POTS pueda ser gestionado por los sistemas operativos de soporte de la red e identificado mediante sistemas de prueba de bucle metálico, la función de divisor del POTS puede contener signaturas que sean activadas únicamente por los sistemas de prueba con configuración metálica. Las signaturas son exclusivas de la ADSL y diferentes para cada extremo del bucle. Todos los divisores del POTS para la central de conmutación deberán tener la misma signatura, e igualmente todos los divisores del POTS para el extremo distante. Las signaturas se diseñan de modo que estén activas sólo durante el modo prueba de mantenimiento y no interfieran con el funcionamiento normal del circuito. Las signaturas están situadas en el lado POTS/RTPC de la función LPF, protegiendo así las frecuencias de la banda de la ADSL frente a los efectos no lineales de los diodos. En la figura E.5 se definen las signaturas.



**Figura E.5/G.992.1 – Signaturas de prueba de mantenimiento**

## E.2.2 Características de corriente continua (c.c.)

Los requisitos deben satisfacerse en presencia de cualquier corriente de bucle del POTS, de 0 a 100 mA. Los filtros de paso bajo dejarán pasar tensiones de c.c. de 0 V a -60 V del servicio telefónico ordinario y señales de llamada no superiores a  $103 V_{\text{eff}}$  superpuestas a la señal de c.c. en cualquier frecuencia de 20 a 30 Hz.

La resistencia de c.c. de punta (hilo "A") a anillo (hilo "B") en la interfaz de la RTPC con la interfaz U-C cortocircuitada, o en la interfaz del POTS con la interfaz U-R cortocircuitada, deberá ser inferior o igual a  $25 \Omega$ . La resistencia de c.c. de punta a tierra y de anillo a tierra en la interfaz RTPC con la interfaz U-C abierta, o en la interfaz POTS con la interfaz U-R abierta, deberá ser superior o igual a  $5 M\Omega$ .

## E.2.3 Características de banda vocal

### E.2.3.1 Líneas metálicas equilibradas (modo diferencial)

#### E.2.3.1.1 Bucles de prueba

Los bucles que se utilizan en las pruebas se dividen en dos grupos. La división tiene por objeto obtener requisitos más específicos en condiciones muy variables de bucles cortos y largos y para tener en cuenta el efecto de las impedancias de divisor opuestas que se "ven" a través del bucle y que afectan a la calidad de funcionamiento.

- Bucles cortos: pares de cables 26 AWG de 0, 152 m (0,5 Kft), 619 m (2,0 Kft), 1520 m (5 Kft).
- Bucles largos: bucles con diseño de resistencia T #7, T #9 y T #13; y bucles C #4, C #6, C #7 y C #8.

Nota – Los bucles de prueba se definen en la Recomendación G.996.1.

#### E.2.3.1.2 Pérdida de inserción a 1004 Hz

Para cada uno de los bucles de prueba especificados en E.2.3.1.1, y utilizando la configuración de prueba que se muestra en las figuras E.6 y E.7, se medirá la pérdida de inserción de la fuente a la terminación con y sin la combinación divisor/ZHP insertada.

El aumento de la pérdida de inserción a 1004 Hz en cualquiera de los bucles de prueba, debido a la adición del divisor/ZHP, deberá ser inferior a lo que se especifica en el cuadro E.1.

**Cuadro E.1/G.992.1 – Pérdida debida a la adición de divisor/ZHP**

Descripción	Pérdida
Bucle corto, $Z_{Tc} = 900$ , $Z_{Tr} = 600$	<1,0 dB extremo del CO
Bucle largo, $Z_{Tc} = 900$ , $Z_{Tr} = 600$	<0,75 dB extremo del CO
Bucle corto, $Z_{Tc} = 900$ , $Z_{Tr} = 600$	<1,0 dB R extremo distante
Bucle largo, $Z_{Tc} = 900$ , $Z_{Tr} = 600$	<0,75 dB R extremo distante

#### E.2.3.1.3 Distorsión por atenuación en la banda vocal

La variación de la pérdida de inserción con la frecuencia se medirá utilizando la configuración de prueba de las figuras E.6 y E.7. La ZHP definida se conectará al puerto de xDSL del divisor. Si el divisor es una parte interna de la ATU, el módem permanece conectado como carga de la xDSL. El aumento de la distorsión por atenuación, en relación con la pérdida de inserción a 1004 Hz, causado

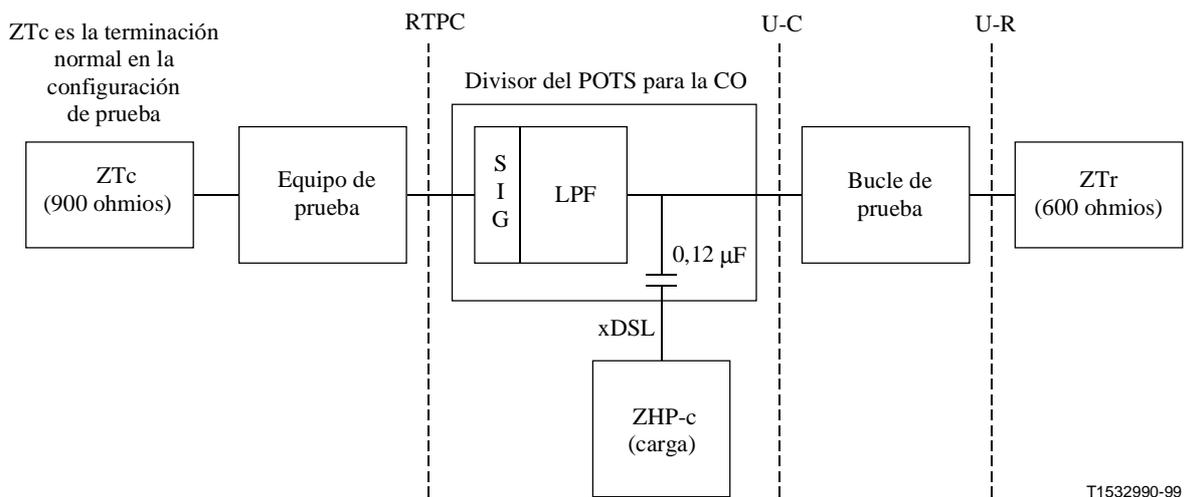
por el divisor del POTS con la carga de la ZHP (o el módem) conectada y utilizando cada uno de los bucles de prueba indicados más arriba, deberá ser inferior al especificado en el cuadro E.2.

**Cuadro E.2/G.992.1 – Aumento de la distorsión por atenuación causado por el divisor del POTS**

Descripción	Pérdida (nota)	
	0,2-3,4 kHz	3,4-4,0 kHz
Bucle corto, divisor de la CO, $Z_{Tc} = 900$ , $Z_{Tr} = 600$	+1,5 a -1,5	+2,0 a -2,0
Bucle largo, divisor de la CO, $Z_{Tc} = 900$ , $Z_{Tr} = 600$	+0,5 a -1,5	+1,0 a -1,5
Bucle corto, divisor distante, $Z_{Tc} = 900$ , $Z_{Tr} = 600$	+1,5 a -1,5	+2,0 a -2,0
Bucle corto, divisor distante, $Z_{Tc} = 900$ , $Z_{Tr} = 600$	+0,5 a -1,5	+1,0 a -1,5

NOTA – La atenuación es un valor positivo y la ganancia un valor negativo.

La figura E.6 define la configuración de prueba y el valor de los componentes de la prueba que se deberán utilizar en las mediciones de transmisión en banda vocal para el divisor del POTS para la central de conmutación.

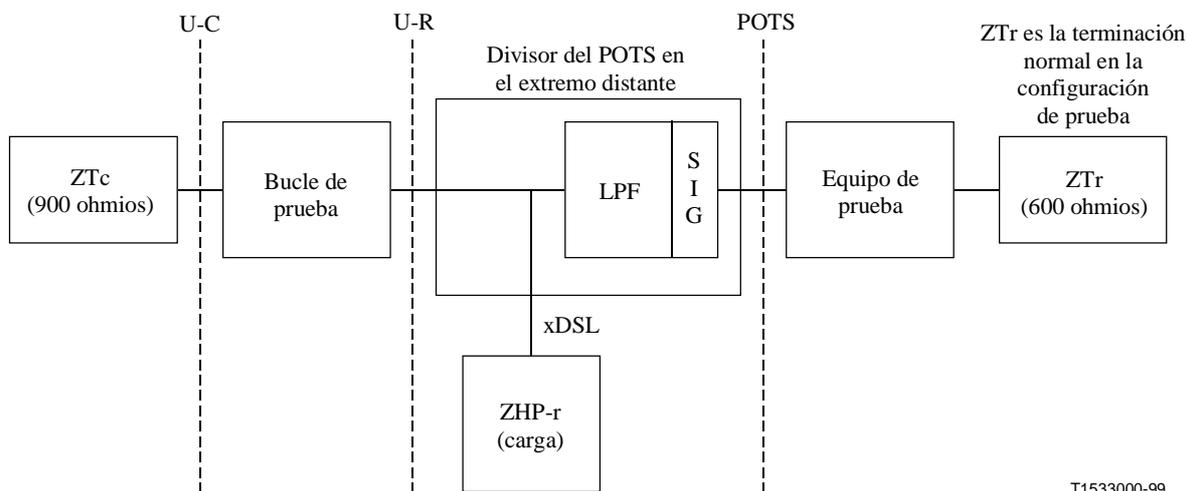


ZHP-c = Impedancia presentada a la conexión POTS por una ATU-C a través de la capacitancia de los condensadores de bloqueo de c.c. del divisor del POTS

NOTA – Los condensadores de bloqueo de c.c. están destinados solamente al divisor del POTS externo sin la función HPF. La función del divisor interno o los divisores externos con una función HPF completa pueden incorporar esta capacitancia en la entrada a la función HPF.

**Figura E.6/G.992.1 – Mediciones de transmisión en banda vocal para el divisor de la central de conmutación**

La figura E.7 define la configuración de prueba y el valor de los componentes de la prueba que se deberán utilizar en las mediciones de transmisión en banda vocal para el divisor del POTS en el extremo distante.



T1533000-99

$Z_{Tc} = 900 \Omega$

$Z_{Tr} = 600 \Omega$

ZHP-r = Impedancia presentada a la conexión POTS por una ATU-R

**Figura E.7/G.992.1 – Mediciones de transmisión en banda vocal para el divisor del POTS en el extremo distante**

#### E.2.3.1.4 Distorsión por retardo

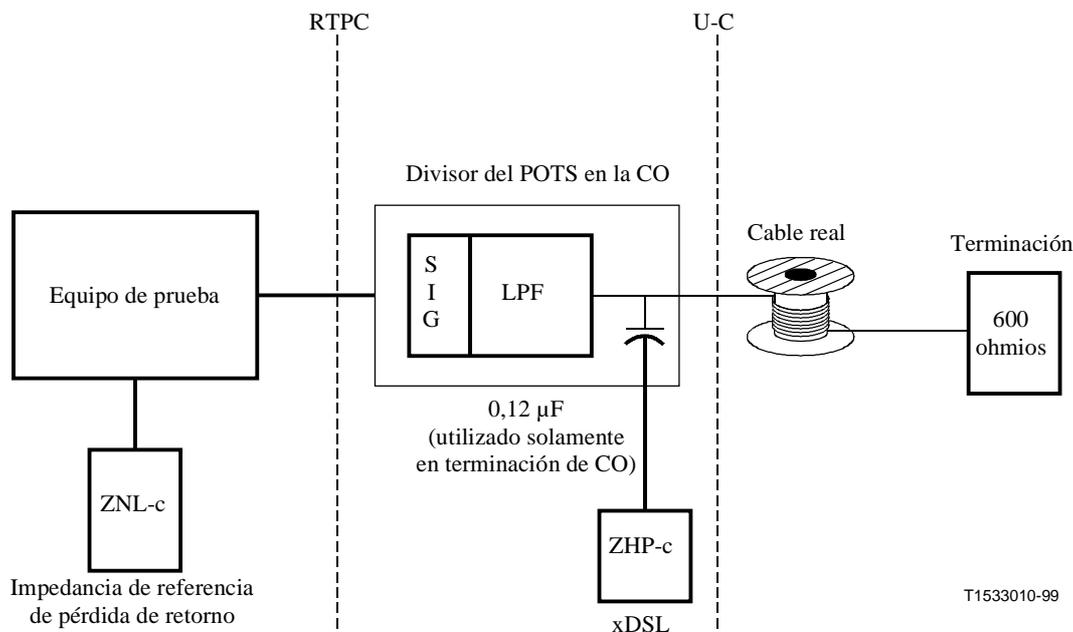
La distorsión por retardo del divisor del POTS se medirá utilizando las configuraciones de las figuras E.6 y E.7. El aumento de la distorsión por retardo causado por el divisor del POTS en cada uno de los bucles de prueba deberá ser inferior al especificado en el cuadro E.3.

**Cuadro E.3/G.992.1 – Aumento de la distorsión por retardo causado por el divisor del POTS**

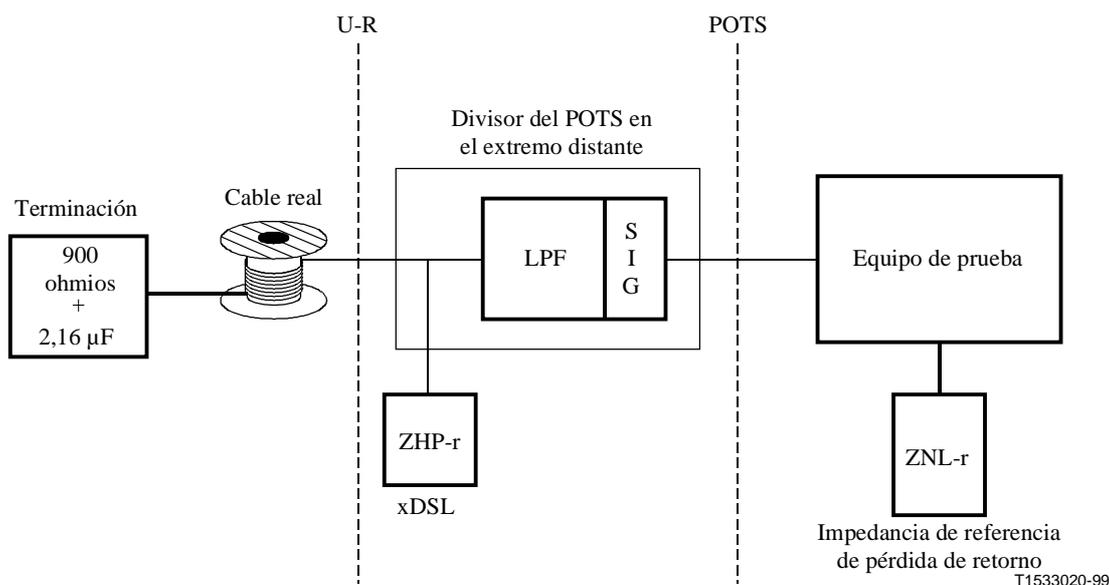
Descripción	Distorsión por retardo	
	0,6-3,2 kHz	0,2-4,0 kHz
Bucle corto, divisor de la CO, $Z_{Tc} = 900$ , $Z_{Tr} = 600$	200 $\mu$ s	250 $\mu$ s
Bucle largo, divisor de la CO, $Z_{Tc} = 900$ , $Z_{Tr} = 600$	200 $\mu$ s	250 $\mu$ s
Bucle corto, divisor distante, $Z_{Tc} = 900$ , $Z_{Tr} = 600$	200 $\mu$ s	250 $\mu$ s
Bucle largo, divisor distante, $Z_{Tc} = 900$ , $Z_{Tr} = 600$	200 $\mu$ s	250 $\mu$ s

#### E.2.3.1.5 Pérdida de retorno

Las figuras E.8 y E.9 definen la configuración de prueba y los valores de los componentes de la prueba que se deberán utilizar en las mediciones de impedancia en banda vocal para unidades divisoras del POTS en la central de conmutación y en el extremo distante.



**Figura E.8/G.992.1 – Configuración de pérdida de retorno de divisor del POTS en la CO**



ZNL-c (véase la nota 2) =  $800 \Omega$  en paralelo con la conexión en serie de una resistencia de  $100 \Omega$  y un condensador de  $50 \text{ nF}$  (modelo de bucle largo visto desde CO)

ZNL-r (véase la nota 2) =  $1330 \Omega$  en paralelo con la conexión en serie de una resistencia de  $348 \Omega$  y un condensador de  $100 \text{ nF}$  (modelo de bucle largo visto desde RT)

ZHP-c = Impedancia presentada a la conexión POTS por una ATU-C a través de la capacitancia de los condensadores de bloqueo de c.c. de divisor de POTS

ZHP-r = Impedancia presentada a la conexión POTS por una ATU-R

NOTA 1 – Los condensadores de bloqueo de c.c. están destinados solamente al divisor del POTS externo sin la función HPF. La función de divisor interno o los divisores externos con una función HPF completa pueden incorporar esta capacitancia en la entrada a la función HPF.

NOTA 2 – Este valor procede del Bellcore LSSGR como una impedancia de compromiso de referencia para cable no cargado.

**Figura E.9/G.992.1 – Configuración de prueba de pérdida de retorno del divisor del POTS en el extremo distante**

La pérdida de retorno de cada divisor en las condiciones especificadas, tanto si tiene la ZHP conectada o no, deberá ser superior a los valores especificados en el cuadro E.4.

**Cuadro E.4/G.992.1 – Pérdida de retorno del divisor**

Descripción	Zref	Zterm ( $\Omega$ )	ERL (dB)	SRL-L (dB)	SRL-H (dB)	Comentarios
Divisor de la CO	ZNL-c	600	8	5	5	
Divisor de la CO	ZNL-c	600	No disponible	No disponible	2	Frecuencia única
Divisor de la RT	ZNL-r	900	6	5	3	
Divisor de la RT	ZNL-r	900	No disponible	No disponible	2	Frecuencia única
NOTA – Las frecuencias comienzan en 2200 Hz y se desplazan hasta 3400 Hz.						

### E.2.3.1.6 Distorsión

La distorsión a la que contribuye el filtro de paso bajo se medirá utilizando la configuración de prueba de las figuras E.6 y E.7 y el bucle nulo.

Con un conjunto de 4 tonos aplicado a un nivel de  $-9$  dBm, los productos de distorsión de intermodulación de segundo y tercer orden deberán estar al menos 57 dB y 60 dB, respectivamente, por debajo del nivel de la señal recibida.

### E.2.3.2 Equilibrio longitudinal de divisor del POTS

El equilibrio longitudinal de un divisor del POTS se puede medir siguiendo dos procedimientos diferentes. En el primero de ellos, el divisor del POTS se trata como una entidad separada que requiere la utilización de la técnica de prueba de 2 PUERTOS. El segundo procedimiento consiste en probar el divisor de la CO que contiene la combinación divisor del POTS, ATU-C y tarjeta de línea de la CO como una red de un puerto. La red de un puerto requeriría que se aplicara la técnica de prueba de 1 PUERTO.

#### E.2.3.2.1 Equilibrio longitudinal de divisor del POTS utilizando la técnica de prueba de 2 PUERTOS

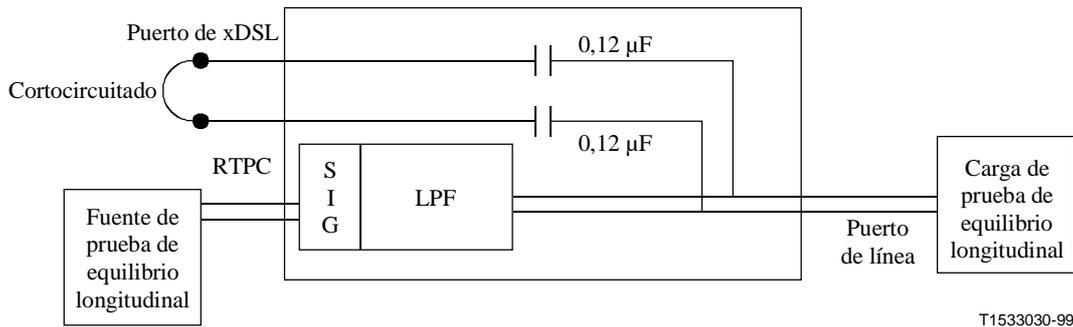
Este método se utilizará para probar un divisor del POTS cuando se trate como una entidad separada.

El equilibrio longitudinal del divisor del POTS (sin bucles), en cualquier sentido entre el POTS/RTPC y el puerto de línea, como un dispositivo de dos PUERTOS, se medirá de acuerdo con las prácticas de mediciones más recientes en América del Norte. En el caso en que se incluyan condensadores de bloqueo de c.c. como parte de la función del divisor en el puerto de xDSL, dicho puerto será cortocircuitado. De no ser así, el puerto de xDSL permanecerá abierto. Debido a las signaturas de mantenimiento, la tensión longitudinal aplicada deberá ser como máximo de 3,0 V de cresta a cresta. El equilibrio deberá ser superior a 58 dB para frecuencias comprendidas entre 200 Hz-1 kHz disminuyendo el nivel en línea recta hasta 53 dB a 3 kHz. Se aplicará una corriente de polarización de c.c. de 25 mA.

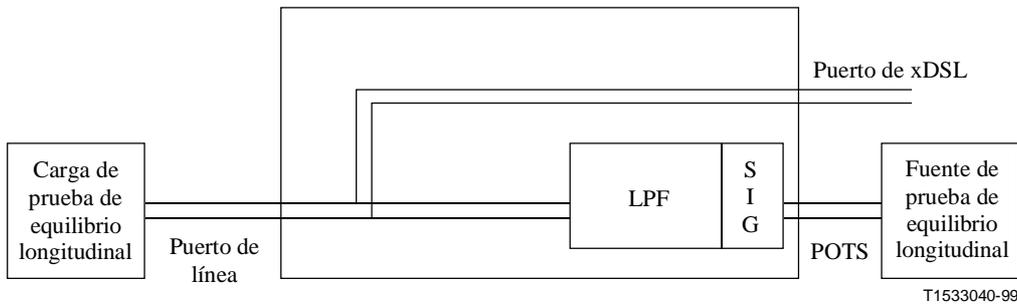
La terminación de la configuración de prueba está dispuesta para la medición del equilibrio en serie de conformidad con las prácticas de mediciones más recientes en América del Norte. Antes de efectuar la prueba, habrá que conseguir un equilibrio de circuito de prueba (calibración) de 77 dB ( $58 + 19$  dB) para garantizar una exactitud de 1 dB.

La figura E.10 muestra la configuración de prueba del divisor externo del POTS de la CO. El puerto de xDSL está cortocircuitado. Si se prueba el equilibrio longitudinal en un módem de la CO integrado, la ATU-C deberá estar conectada pero no energizada.

La figura E.11 muestra la configuración de prueba del divisor del POTS externo en el extremo distante.



**Figura E.10/G.992.1 – Configuración de prueba de la CO de equilibrio longitudinal**



**Figura E.11/G.992.1 – Configuración de prueba del extremo distante de equilibrio longitudinal**

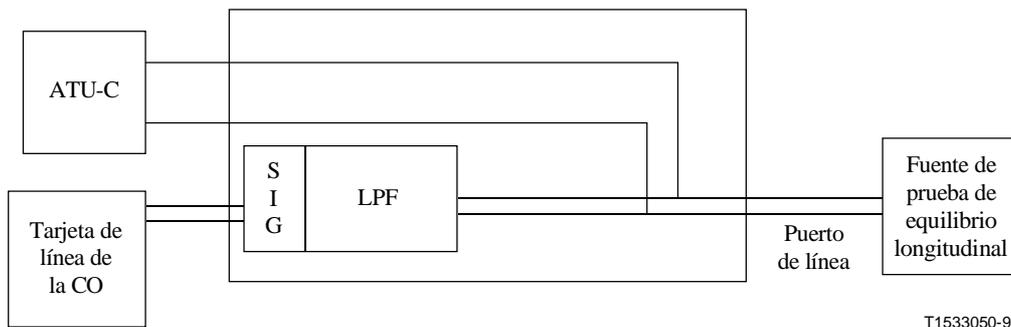
### E.2.3.2.2 Equilibrio longitudinal de divisor del POTS utilizando la técnica de prueba de 1 PUERTO

Este método se utilizará para probar un divisor de la CO cuando la combinación divisor del POTS, ATU-C y tarjeta de línea de la CO se trate como una red de un puerto.

El equilibrio longitudinal del divisor del POTS, la ATU-C y la tarjeta de línea de la CO combinados (sin bucles) se medirá de acuerdo con las prácticas de mediciones más recientes en América del Norte. Debido a las firmas de mantenimiento, la tensión longitudinal aplicada deberá ser como máximo de 3,0 V de cresta a cresta. El equilibrio deberá ser superior a 52 dB para frecuencias comprendidas entre 200 Hz-3,2 kHz. Se utilizará una carga POTS de c.c. para generar una corriente de polarización de 25 mA.

Antes de efectuar la prueba, habrá que conseguir un equilibrio de circuito de prueba (calibración) de 71 dB (52 + 19 dB) para asegurar una exactitud de 1 dB.

La figura E.12 muestra la configuración de prueba de la combinación divisor del POTS, ATU-C y tarjeta de línea de la CO a modo de red de un puerto.



**Figura E.12/G.992.1 – Configuración de prueba de la CO de equilibrio longitudinal para redes de un puerto**

### E.2.3.3 Capacitancia de prueba transparente

Se ha definido una impedancia de entrada para una banda de frecuencias estrecha y especial de manera que los sistemas de prueba de líneas metálicas actuales se puedan seguir verificando con las capacidades de prueba existentes.

#### E.2.3.3.1 Capacitancia entre los conductores de punta y anillo

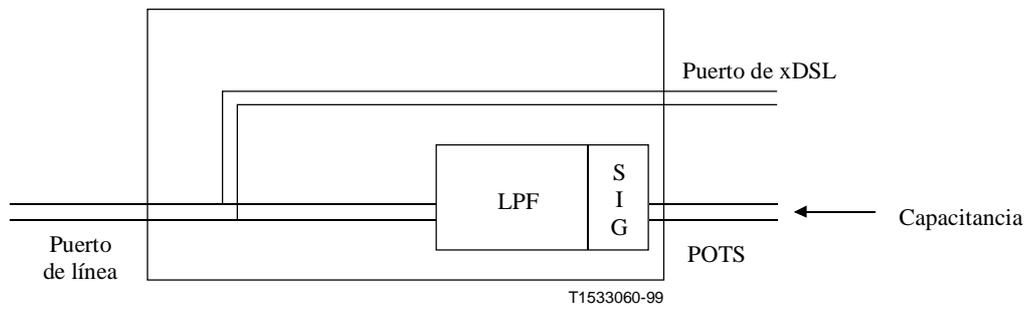
Con este requisito se pretende limitar la capacitancia máxima vista por los sistemas de prueba de líneas metálicas. Estableciendo este límite, dichos sistemas de prueba pueden seguir probando servicios POTS con la exactitud y seguridad de funcionamiento que tienen actualmente.

En conjunto, la admitancia del puerto del POTS o de la RTPC deberá ser capacitiva.

La capacitancia presente en cualquiera de las interfaces POTS o RTPC en la gama de frecuencias de 20-30 Hz deberá ser como máximo de 300 nF. Ese límite incluye la capacitancia de los dos divisores del POTS con los módems conectados.

En cada extremo, deberán obtenerse los siguientes valores máximos/mínimos medidos conforme a la figura E.13:

- Divisor del POTS, sea del extremo de la CO o bien del extremo distante, sin el módem conectado:
  - 115 nF como máximo.
  - 20 nF como mínimo.
- Margen de entrada al módem, incluyendo los condensadores de bloqueo de c.c. en el extremo de la CO:
  - 35 nF como máximo.
  - 20 nF como mínimo.
- Módem con función del divisor del POTS integral o divisor del POTS externo con funciones HPF y LPF, que constituye la suma de lo anterior:
  - 150 nF como máximo.
  - 40 nF como mínimo.



**Figura E.13/G.992.1 – Prueba de capacitancia**

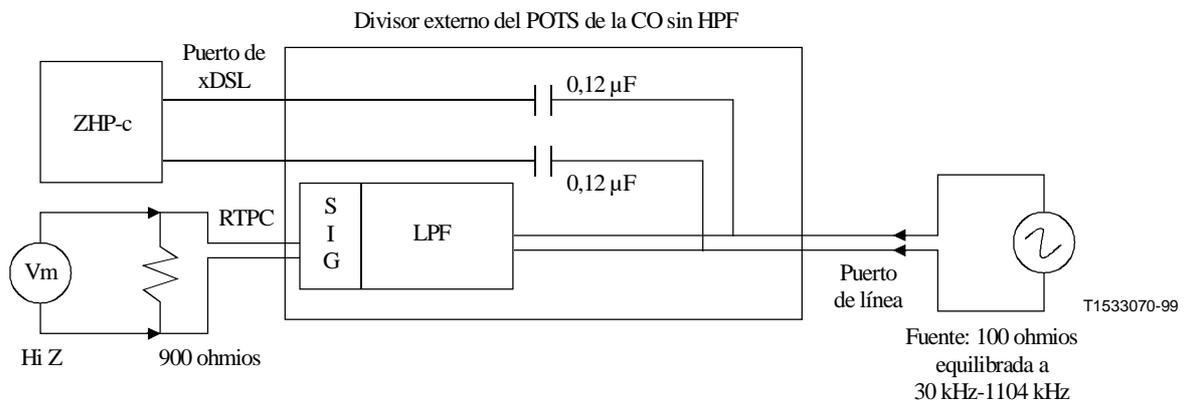
### E.2.3.3.2 Capacitancia con respecto a tierra

En el diseño no debe haber ningún trayecto de corriente alterna (c.a.) a tierra. Para mantener la posibilidad de prueba exacta, la capacitancia parásita máxima con respecto a tierra a partir de cualquier tramo del divisor del POTS deberá ser inferior a 1,0 nF.

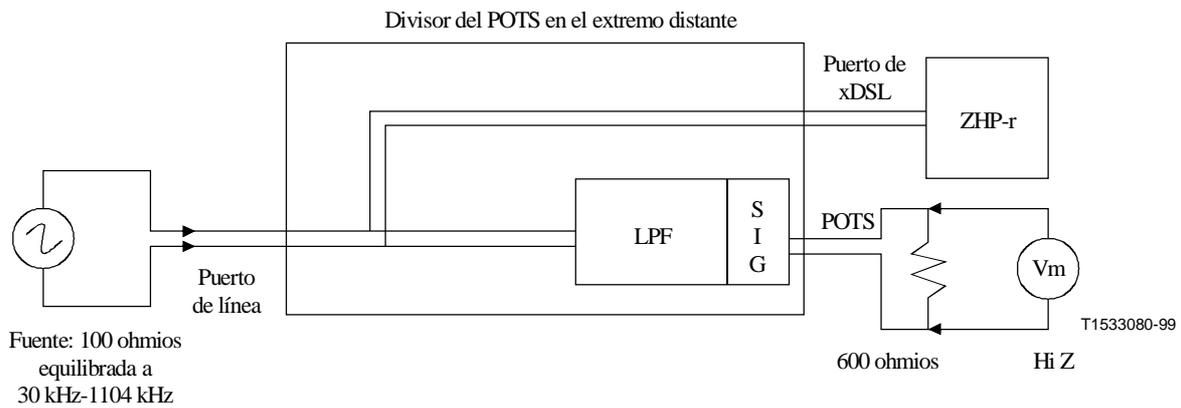
## E.2.4 Prueba de banda de la ADSL

### E.2.4.1 Atenuación de banda de la ADSL

La pérdida de inserción del filtro de paso bajo y la ZHP (es decir, la diferencia entre atenuación medida con y sin filtro) medida como se muestra en las figuras E.14 y E.15, no deberá ser superior a 65 dB de 32 a 300 kHz y a 55 dB de 300 a 1104 kHz con un nivel de entrada de 10 dBm.



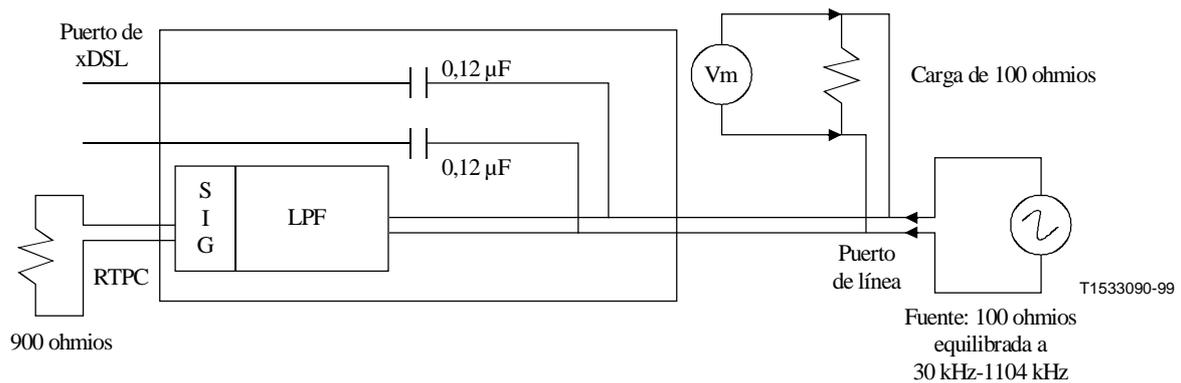
**Figura E.14/G.992.1 – Medición de la atenuación del divisor del extremo CO en la banda de la ADSL**



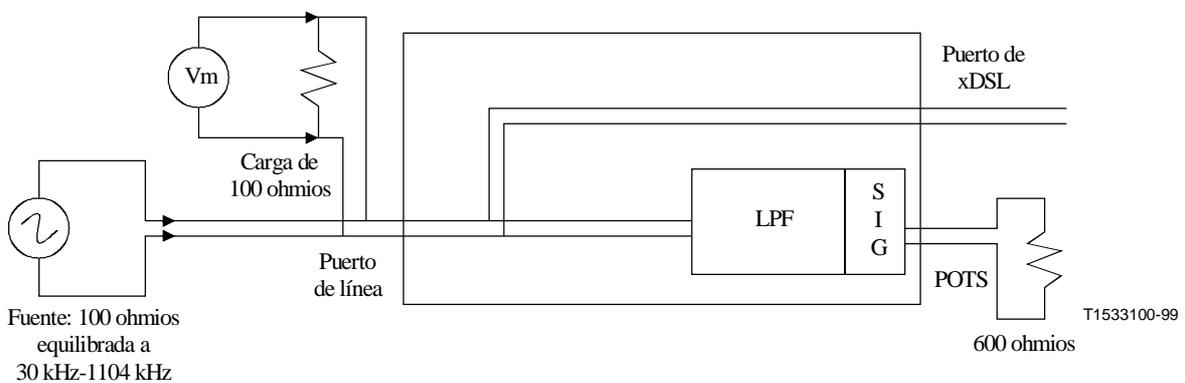
**Figura E.15/G.992.1 – Medición de la atenuación del divisor del extremo distante en la banda de la ADSL**

#### E.2.4.2 Impedancia de entrada (carga del trayecto de la señal ADSL)

La pérdida de inserción causada por el filtro de paso bajo en la banda de 30 a 1104 kHz entre impedancias nominales con un nivel de entrada de  $-10$  dBm, medida como se muestra en las figuras E.16 y E.17, no deberá ser superior a 0,25 dB.



**Figura E.16/G.992.1 – Medición del efecto de la carga del divisor del extremo CO en la banda de la ADSL**



**Figura E.17/G.992.1 – Medición del efecto de la carga del divisor del extremo distante en la banda de la ADSL**

## E.2.5 Consideraciones relativas a aspectos físicos de los locales propios

### E.2.5.1 Consideraciones relativas al cableado

El flujo de señales ADSL y señales POTS juntas dentro de un mismo cable de multipares produce acoplamientos mutuos entre ruidos del POTS y las señales ADSL recibidas. Los ruidos del POTS se generan como resultado de la señal de llamada, la supresión de la señal de llamada, los impulsos de marcación y la operación de colgar/descolgar. Tienen un nivel lo suficientemente alto como para que sin un aislamiento de par a par adecuado, se produzcan errores en los datos recibidos. La degradación de la calidad de servicio que ello conlleva se puede mitigar utilizando la intercalación o el control de errores en cualquier protocolo de comunicaciones de datos de nivel superior.

En la figura E.18 se muestra el modelo de referencia de configuración de cableado, con cables separados, para un divisor del POTS externo. Si el POTS y la ADSL han de ir por el mismo cable, se supone que el aislamiento entre cables es como mínimo de 80 dB entre pares (es decir, cable CAT5). Hay que señalar que la longitud del cableado entre locales de cliente se tiene que incluir en los presupuestos de los enlaces de transmisión. La utilización de otros tipos de cables (a saber, pares trenzados Quad o Standard) con especificación de separaciones menores puede dar lugar a mayores errores y una calidad de funcionamiento inferior.

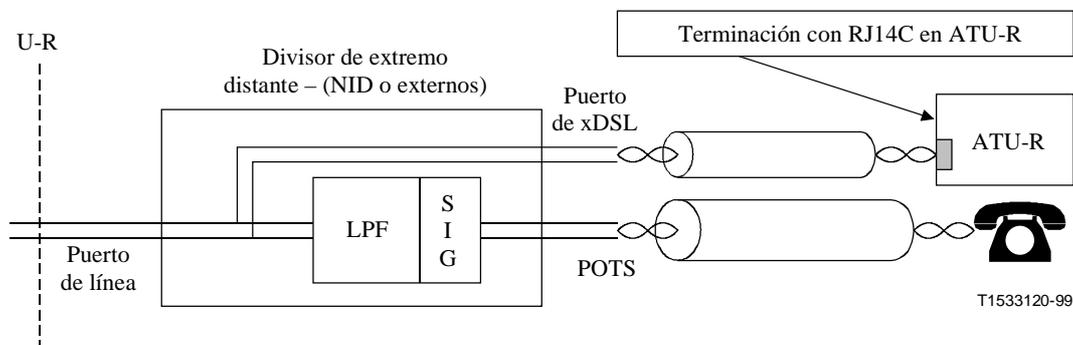


Figura E.18/G.992.1 – Cableado de locales propios con vainas separadas para ATU-R

## E.3 Tipo 3 – ADSL en la RDSI (Recomendación UIT-T G.961 apéndice I o II)

Este tema queda en estudio.

## E.4 Tipo 4 – Tipo para Japón

### E.4.1 Introducción

En esta subcláusula se describen las especificaciones y los métodos de prueba de un divisor del POTS apropiado para Japón. A esas especificaciones y a esos métodos deberán atenerse tanto los divisores del POTS de la central local (CO, *central office*) como los divisores del POTS de extremo distante (R, *remote*).

#### E.4.1.1 Frecuencias y niveles de la señal de banda vocal

Las frecuencias y los niveles de la señal de banda vocal proporcionada por el conmutador local (LS, *local switch*) son como sigue:

- frecuencias de la señal: 0,2-4,0 kHz;
- nivel de la señal: un máximo de +3 dBm.

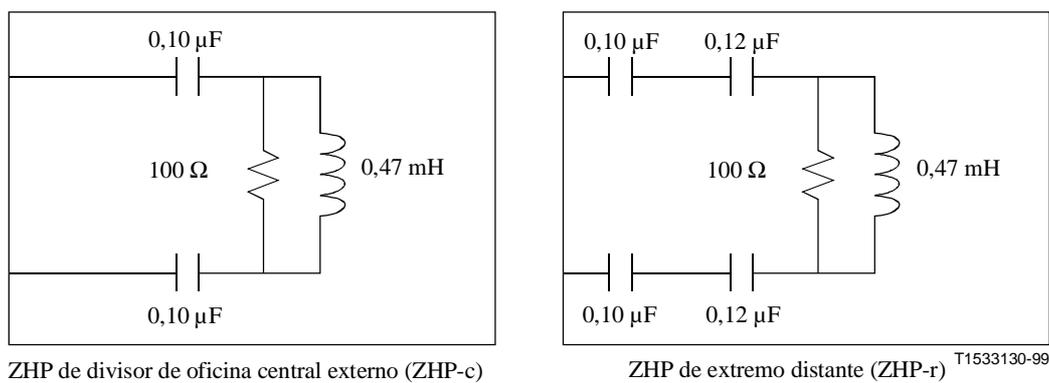
Como tono zumbador puede utilizarse una señal de +36 dBm a 400 Hz.

### E.4.1.2 Función del divisor externo del POTS de CO

El divisor del POTS externo del extremo CO se puede ubicar a cierta distancia del módem de la ATU-C. Como medida de protección contra fallos de c.c., deberán incorporarse condensadores de bloqueo de c.c. en el puerto de xDSL del divisor del POTS. Dichos condensadores configuran partes de la entrada a la función HPF de la xDSL, por lo que se han de tener en cuenta en el cálculo de la impedancia de entrada. Si la función del divisor del POTS figura por completo dentro del módem, los condensadores deberán incluirse como parte de la función HPF.

### E.4.1.3 Definición de ZHP

Para facilitar la prueba del divisor del POTS con independencia del módem real o del vendedor específico, se definen dos ZHP que sirven de terminación adecuada del puerto de xDSL durante la prueba en banda vocal. Las ZHP son válidas sólo para frecuencias en banda vocal. Deberán ser como se muestra en la figura E.19.



NOTA – Tolerancias de los componentes: Condensadores: 2,5%, Resistores: 1%, Inductores: 5%

**Figura E.19/G.992.1 – Definiciones de ZHP**

### E.4.2 Características de corriente continua (c.c.)

Esta subcláusula contiene las especificaciones relativas a la corriente continua (c.c.), tales como la c.c. en bucle, la señal de llamada, la tensión en c.c. de L1 a L2, la resistencia de c.c. en bucle, la resistencia de aislamiento, la capacitancia de L1 a L2 y la capacitancia a tierra, así como los métodos de medición de todo ello.

Los requisitos que figuran en la presente subcláusula deben satisfacerse en presencia de cualquier corriente de bucle del POTS, de 0 a 130 mA.

#### E.4.2.1 Corriente continua (c.c.) de bucle

El divisor del POTS deberá garantizar un funcionamiento normal para corrientes continuas de bucle que varíen de 0 a 130 mA.

#### E.4.2.2 Señal de llamada

El divisor del POTS deberá aceptar señales de llamada con las siguientes características:

- Frecuencia de llamada: 15-30 Hz.
- c.a. de la señal de llamada: 100 V<sub>eff</sub> como máximo.
- c.c. de la señal de llamada (c.a. superpuesta a la c.c.): -60 V como máximo.

### **E.4.2.3 Tensión en c.c. de L1 a L2**

El divisor del POTS deberá aceptar tensiones en c.c. de L1 a L2 del POTS de 0 a -60 V. Además, deberá poder soportar una tensión en c.c. de L1 a L2 del POTS de hasta 120 V durante al menos 10 s.

Se pueden tener en cuenta, por otra parte, las Recomendaciones K.20 y K.21 en lo que se refiere a garantía de disponibilidad del divisor del POTS cuando se aplica al mismo una sobretensión.

### **E.4.2.4 Resistencia a la c.c.**

La resistencia a la c.c. de L1 a L2, en la interfaz de la RTPC con la interfaz U-C cortocircuitada, o en la interfaz del POTS con la interfaz U-R cortocircuitada, deberá ser inferior o igual a 40  $\Omega$ .

### **E.4.2.5 Resistencia de aislamiento**

La resistencia de aislamiento del divisor del POTS deberá permanecer intacta en las condiciones que se indican a continuación.

#### **E.4.2.5.1 Resistencia de aislamiento de L1 a L2**

La resistencia de aislamiento de L1 a L2 en la interfaz de la RTPC con la interfaz U-C abierta, o en la interfaz del POTS con la interfaz U-R abierta, deberá ser superior o igual a 10 M $\Omega$ .

#### **E.4.2.5.2 Resistencia de aislamiento con respecto a tierra**

La resistencia de aislamiento con respecto a tierra en la interfaz de la RTPC con la interfaz U-C abierta, o en la interfaz del POTS con la interfaz U-R abierta, deberá ser superior o igual a 10 M $\Omega$ .

### **E.4.2.6 Capacitancia**

La capacitancia del divisor del POTS deberá cumplir los requisitos que se indican a continuación.

#### **E.4.2.6.1 Capacitancia de L1 a L2**

La capacitancia de L1 a L2 en la interfaz de la RTPC o en la interfaz del POTS deberá ser como sigue:

Divisor del POTS del extremo CO o del extremo distante, sin el módem conectado	250 nF máx. (c.c. - 30 Hz)
Margen de entrada de módem, incluyendo los condensadores de bloqueo de c.c. en el extremo de la CO	35 nF máx. (c.c. - 30 Hz)
Módem con función del divisor del POTS integral o divisor del POTS externo con funciones HPF y LPF, suma de lo anterior	285 nF máx. (c.c. - 30 Hz)

#### **E.4.2.6.2 Capacitancia a tierra**

La capacitancia a tierra en la interfaz RTPC con la interfaz U-C abierta, o en la interfaz POTS con la interfaz U-R abierta, deberá ser inferior a 1,0 nF.

### **E.4.3 Características de c.a.**

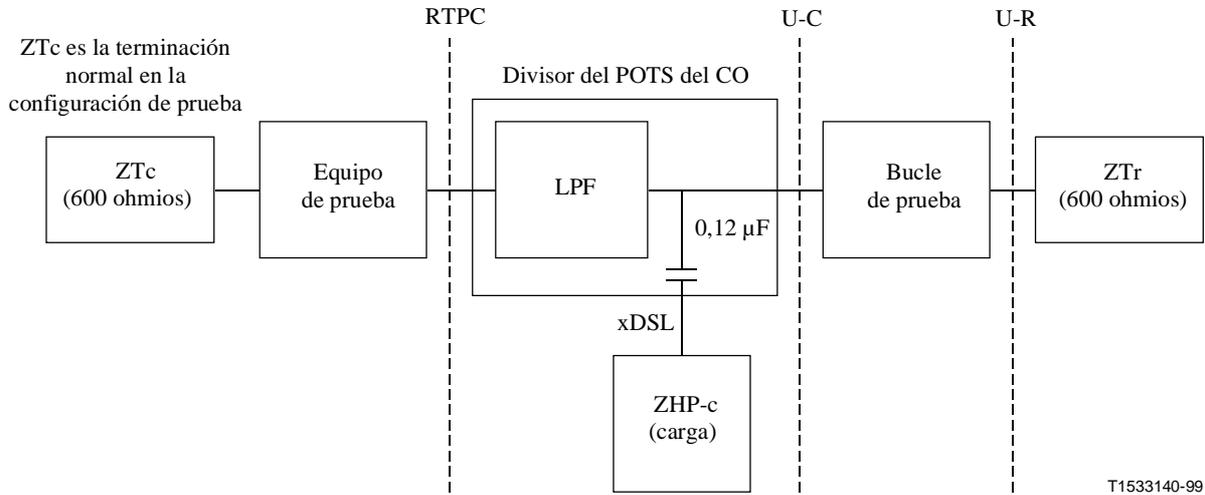
Esta subcláusula contiene las especificaciones relativas a la corriente alterna (c.a.) de la banda vocal, tales como la pérdida de inserción, la variación de la atenuación, la distorsión por retardo, la pérdida de retorno, el equilibrio longitudinal, la distorsión causada por los armónicos y la terminación, así como los métodos de medición de todo ello. Además, contiene especificaciones y métodos de medición de la banda externa y la banda de la ADSL.

#### **E.4.3.1 Banda vocal**

Esta subcláusula describe las características de c.a. en la banda vocal.

### E.4.3.1.1 Pérdida de inserción (a 1 kHz)

La pérdida de inserción del divisor del POTS deberá ser inferior o igual a  $\pm 1,0$  dB. Utilizando la configuración de prueba que se muestra en las figuras E.20 y E.21, se medirá la pérdida de inserción de la fuente a la terminación con y sin la combinación divisor de POTS/ZHP insertada.

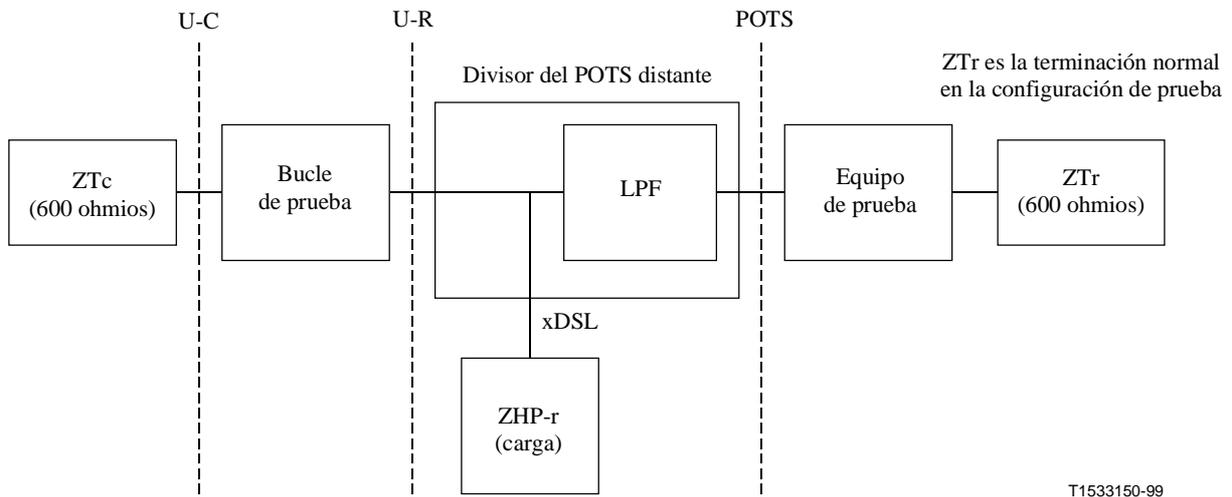


ZHP-c = Impedancia del módem de ADSL de la CO especificada en la figura E.19

NOTA 1 – Los condensadores de bloqueo de c.c. están destinados solamente al divisor del POTS externo sin función HPF. Cuando el divisor del POTS incluye la función HPF, dicha función tiene condensadores para bloquear la c.c.

NOTA 2 – El bucle de prueba se especifica en la figura E.22.

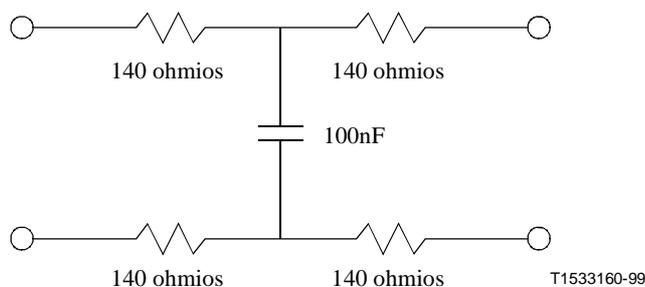
**Figura E.20/G.992.1 – Mediciones de transmisión en la banda vocal para el divisor del POTS del extremo CO**



ZHP-r = Impedancia del módem de ADSL distante especificada en la figura E.19

NOTA – El bucle de prueba se especifica en la figura E.22.

**Figura E.21/G.992.1 – Mediciones de transmisión en la banda vocal para el divisor del POTS del extremo distante**



NOTA – Este modelo de prueba sólo es válido para frecuencias de banda vocal.

**Figura E.22/G.992.1 – Definición de bucle de prueba**

#### **E.4.3.1.2 Variación de la distorsión por atenuación en la banda vocal**

La variación del valor de pérdida de inserción con respecto al medido con 1 kHz se medirá utilizando la configuración de prueba de las figuras E.20 y E.21. El incremento de la distorsión de atenuación, referida a la pérdida de inserción de 1 kHz, causada por el divisor del POTS con la carga ZHP (o módem) adjunta utilizando el bucle de prueba definido en la figura E.22 entre 0,2 y 3,4 kHz, debe ser menor que  $\pm 1,0$  dB y entre 3,4 y 4,0 kHz debe ser menor que  $\pm 1,5$  dB.

#### **E.4.3.1.3 Distorsión por retardo**

El aumento de la distorsión por retardo causado por el divisor del POTS deberá ser como sigue:

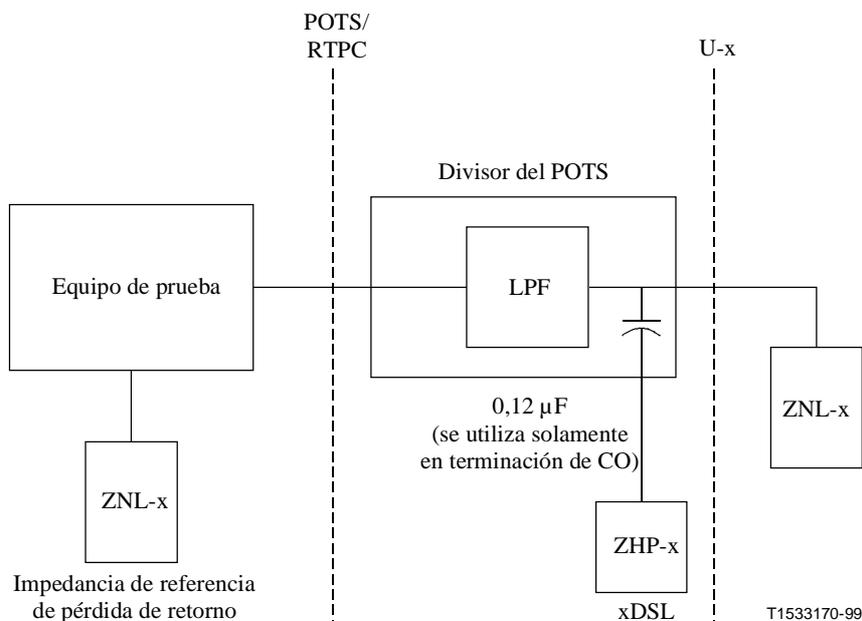
- 0,6-3,2 kHz: un máximo de 200  $\mu$ s.
- 0,2-4,0 kHz: un máximo de 250  $\mu$ s.

La distorsión por retardo del divisor del POTS se medirá utilizando la configuración de las figuras E.20 y E.21.

#### **E.4.3.1.4 Pérdida de retorno**

La figura E.23 define la configuración de prueba y los valores de los componentes de la prueba que se deberán utilizar en las mediciones de impedancia en la banda vocal tanto para unidades divisoras del POTS del extremo CO como del extremo distante. La pérdida de retorno de cada divisor en las condiciones especificadas deberá ser como sigue:

- 11 dB (0,2-1,5 kHz).
- 10 dB (1,5-2,0 kHz).
- 9 dB (2,0-3,4 kHz).



$$ZNL-c = 150 + (830 \Omega // 72 \text{ nF})$$

$$ZNL-r = 150 + (72 \text{ nF} // (830 \Omega + 1 \mu\text{F}))$$

ZHP-c = Impedancia presentada a la conexión POTS por una ATU-C a través de la capacitancia de los condensadores de bloqueo de c.c. de divisor del POTS

ZHP-r = Impedancia presentada a la conexión POTS por una ATU-R

NOTA – Los condensadores de bloqueo de c.c. están destinados solamente al divisor externo del POTS del extremo CO sin la función HPF. La ZNL-c y la ZNL-r sólo son válidas para frecuencias de la banda vocal.

**Figura E.23/G.992.1 – Mediciones de impedancia en la banda vocal para divisores del POTS del extremo CO y del extremo distante**

#### E.4.3.1.5 Distorsión causada por armónicos

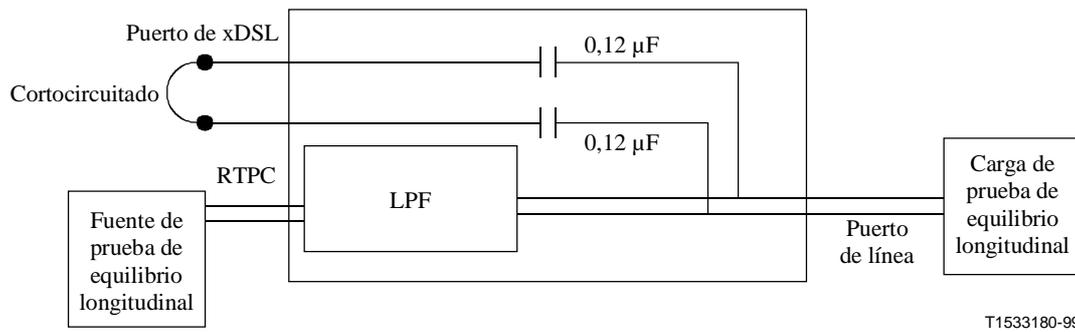
La distorsión a la que contribuye el filtro de paso bajo se medirá utilizando las configuraciones de prueba de las figuras E.20 y E.21, y el bucle nulo.

Cuando se aplique un conjunto de tonos según las prácticas de mediciones más recientes en América del Norte, los productos de distorsión de intermodulación de segundo y tercer orden deberán estar a un nivel de  $-9$  dBm al menos  $57$  dB y  $60$  dB, respectivamente, por debajo del nivel de la señal recibida.

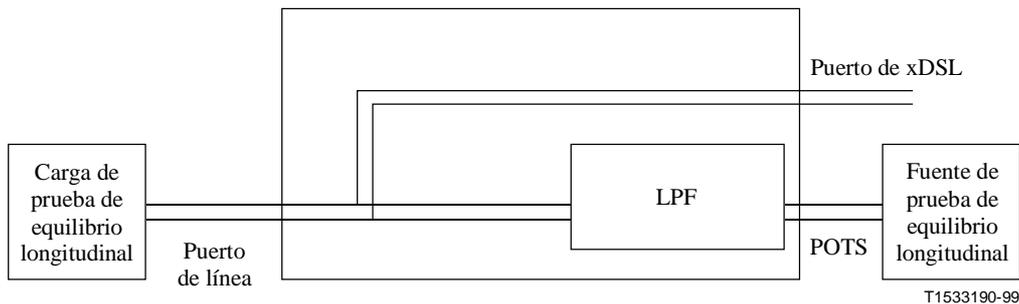
#### E.4.3.1.6 Equilibrio longitudinal

El equilibrio longitudinal de un divisor del POTS deberá ser superior a  $58$  dB para frecuencias comprendidas entre  $0,2$  a  $3,4$  kHz y se aplicará una corriente de polarización de c.c. de  $50$  mA.

Véanse las figuras E.24 y E.25.



**Figura E.24/G.992.1 – Configuración de prueba de CO de equilibrio longitudinal**



**Figura E.25/G.992.1 – Configuración de prueba distante de equilibrio longitudinal**

### E.4.3.2 Banda externa

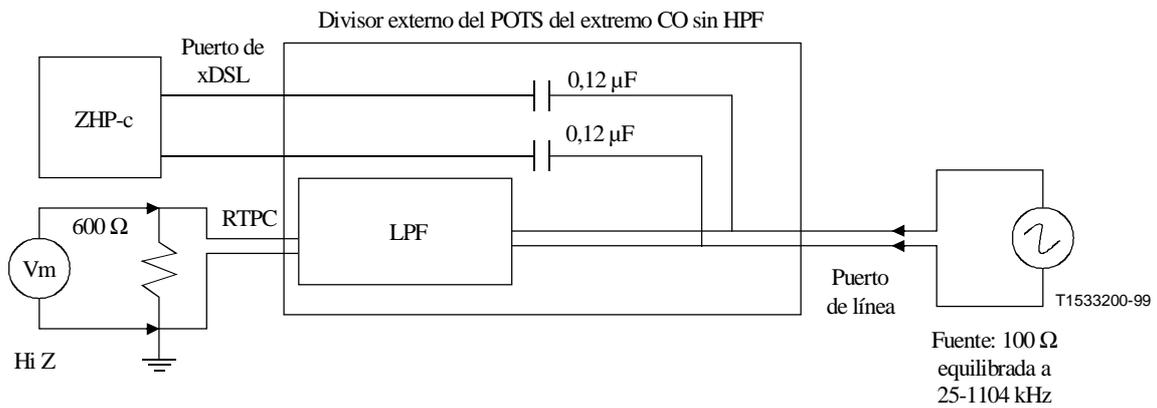
La banda comprendida entre la banda vocal y la banda de la ADSL se define como la banda externa en E.4. En Japón, la banda externa se utiliza con señales OVS (7,8 kHz) de medición de impulsos (16 kHz), y OFFTALK-services (0-7,0 kHz). Estas especificaciones y métodos de medición de la banda externa quedan en estudio.

### E.4.3.3 Banda de la ADSL

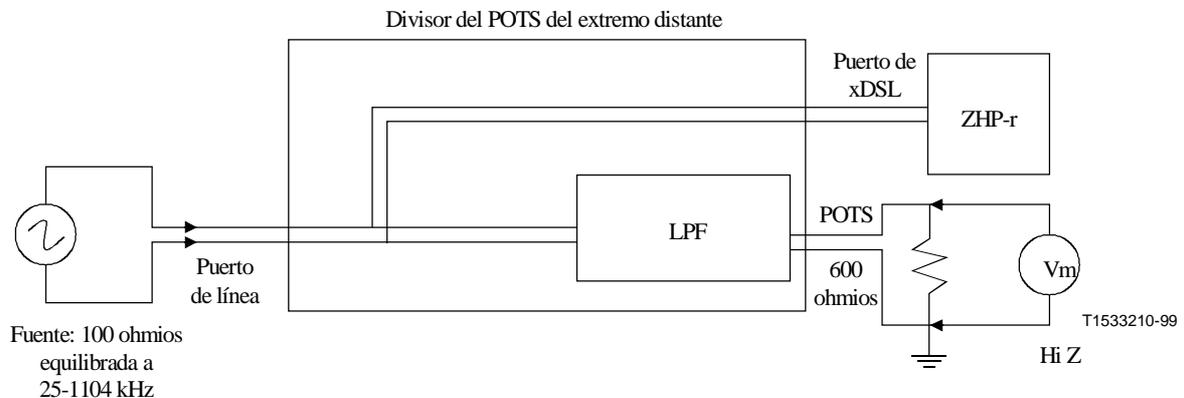
En esta subcláusula se describen las características de c.a. en la banda de la ADSL.

#### E.4.3.3.1 Atenuación de banda de la ADSL

La atenuación en la banda de bloqueo del filtro de paso bajo (es decir, la diferencia entre atenuación medida con y sin filtro de paso bajo), medida como se muestra en las figuras E.26 y E.27, deberá ser superior a 65 dB para frecuencias comprendidas entre 25 kHz a 300 kHz y a 55 dB para frecuencias comprendidas entre 300 kHz a 1104 kHz con un nivel de entrada de 10 dBm.



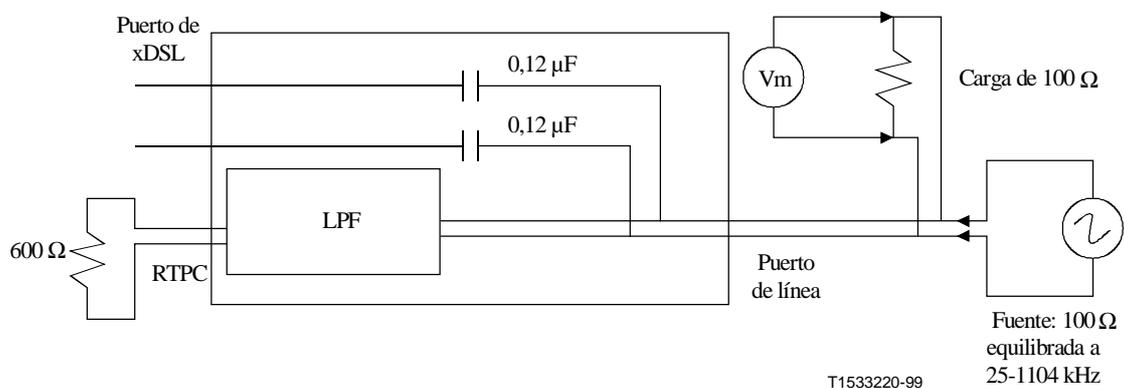
**Figura E.26/G.992.1 – Medición de la atenuación de divisor del POTS del extremo CO en la banda de la ADSL**



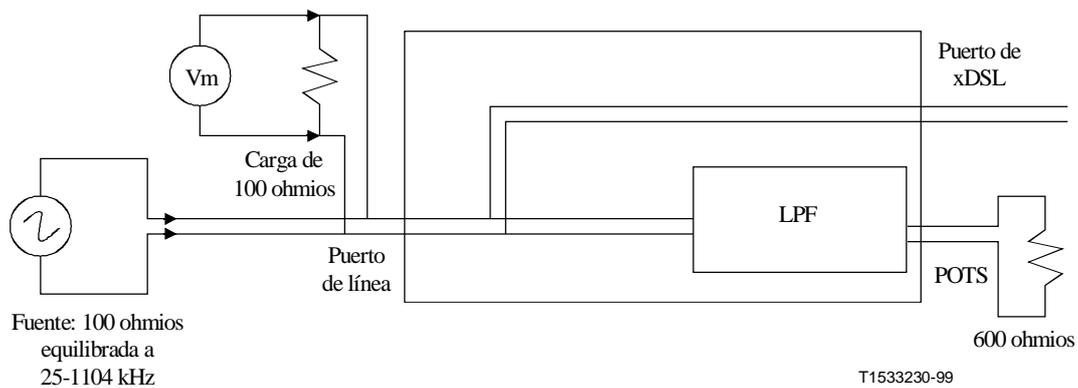
**Figura E.27/G.992.1 – Medición de la atenuación de divisor del POTS del extremo distante en la banda de la ADSL**

#### E.4.3.3.2 Impedancia de entrada

La pérdida de inserción causada por el filtro de paso bajo en la banda de 25 kHz a 1104 kHz entre impedancias nominales con un nivel de entrada de  $-10$  dBm, medida como se muestra en las figuras E.28 y E.29, deberá ser inferior a 0,35 dB.



**Figura E.28/G.992.1 – Medición del efecto de carga del divisor del POTS del extremo CO en la banda de la ADSL**



**Figura E.29/G.992.1 – Medición del efecto de carga del divisor del POTS del extremo distante en la banda de la ADSL**

## ANEXO F

### Clasificación y calidad de funcionamiento de ATU-x para la Región A (América del Norte)

#### F.1 Definiciones de clasificación

Los requisitos en materia de capacidad de la ATU-x para la categoría I (básica) y la categoría II (opcional) deberán ser como se especifican en el cuadro F.1. Todos los equipos, cualquiera que sea su tipo, deberán interfuncionar al menos con la calidad de funcionamiento de la categoría I y deberán soportar las características de una ATU de categoría I que se definen en el cuadro F.1. Todos los equipos de categoría II deberán interfuncionar con la calidad de funcionamiento de la categoría II y deberán soportar las características de una ATU de categoría II que se definen en el cuadro F.1.

**Cuadro F.1/G.992.1 – Clasificación de ATU-x por categorías**

Características	Categoría I (básica)	Categoría II (opcional)
Opción reticular	No	Sí
Espectro	Espectro sin superposición	Espectro con superposición

#### F.2 Requisitos de calidad de funcionamiento

La transmisión ADSL se evalúa en términos de calidad de funcionamiento con respecto a un objetivo de cobertura de bucles de prueba (véase la Recomendación G.996.1) y la presencia de modelos de ruido definidos (véase la Recomendación G.996.1).

El canal de control ADSL y otros canales dúplex se evalúan con todos los bucles de prueba.

Las combinaciones específicas de bucles (véase la Recomendación G.996.1) y velocidades que se muestran en el Cuadro F.2 se deberán probar para las ATU de la categoría I o de la categoría II, como se indica.

**Cuadro F.2/G.992.1 – Configuraciones de bucles y velocidades máximas para pruebas de la categoría I y la II**

Configuraciones de bucles	Categoría de ATU	Velocidad de datos neta (kbit/s)			
		Solamente STM		ATM y STM	
		Símplex (AS0)	Dúplex (LS0)	Sentido descendente (AS0)	Sentido ascendente (LS0)
T #7, T #13	I	1536	16	1696	160
		1536	160		
C #4, C #6, C #7, Mid-C	I	5920	224	6144	224
T #7, T #9, T #13	II	1536	16	1696	160
		1536	160		
C #4, C #6, C #8, Mid-C	II	5504	640	6144	640
NOTA – La distribución en canales se deberá probar con alineación de trama de tara total, como se define en 7.4.1.2 y 8.4.1.2.					

### F.2.1 Interferencia de diafonía

Los cuadros F.3 y F.4 muestran las combinaciones de bucles de prueba y números de interferentes que se han de probar para las ATU de la categoría I, en sentido descendente y en sentido ascendente, respectivamente. Los cuadros F.5 y F.6 muestran las combinaciones de bucles de prueba y números de interferentes que se han de probar para las ATU de la categoría II, en sentido descendente y en sentido ascendente, respectivamente. Las velocidades de datos netas que se han de probar y la atribución a los canales portadores serán tal como se define en el cuadro F.2.

Para la prueba de interferencia de diafonía, los parámetros S y D se configurarán de tal manera que el retardo de transferencia de cabida útil única de  $4 + (S - 1)/4 + SD/4$  ms sea inferior a 12 ms.

**Cuadro F.3/G.992.1 – Pruebas de diafonía para la categoría I (sentido descendente)**

Bucles de prueba (véase la Rec. G.996.1)	Margen (dB)	Diafonía (véase la Rec. G.996.1) (nota)			
		NEXT en sentido ascendente de ADSL y FEXT en sentido descendente de ADSL	NEXT de HDSL	NEXT de DSL	Vinculador adyacente de NEXT de T1
T #7, T #13	6	–	–	24	–
C #4	6	24	–	24	–
C #6	6	–	20	–	–
C #7	6	10	–	10	–
Bucle Mid-C	3	–	–	–	10
NOTA – Los interferentes indicados para cada prueba se suman con AWGN con PSD de –140 dBm/Hz para formar una densidad espectral de potencia compuesta.					

**Cuadro F.4/G.992.1 – Pruebas de diafonía para la categoría I (sentido ascendente)**

Bucles de prueba (véase la Rec. G.996.1)	Margen (dB)	Diafonía (véase la Rec. G.996.1) (nota)			
		NEXT en sentido descendente de ADSL y FEXT en sentido ascendente de ADSL	NEXT de HDSL	NEXT de DSL	Vinculador adyacente de NEXT de T1
T #7, T #13	6	–	–	24	–
C #4	6	24	–	24	–
C #6	6	–	20	–	–
C #7	6	10	–	10	–
Bucle Mid-C	3	–	–	–	10

NOTA – Los interferentes indicados para cada prueba se suman con AWGN con PSD de –140 dBm/Hz para formar una densidad espectral de potencia compuesta.

**Cuadro F.5/G.992.1 – Pruebas de diafonía para la categoría II (sentido descendente)**

Bucles de prueba (véase la Rec. G.996.1)	Margen (dB)	Diafonía (véase la Rec. G.996.1) (nota)			
		NEXT en sentido ascendente de ADSL y FEXT en sentido descendente de ADSL	NEXT de HDSL	NEXT de DSL	Vinculador adyacente de NEXT de T1
T #7, T #9, T #13	6	–	–	24	–
C #4, C #6, C #8	6	10	10	24	–
Bucle Mid-C	6	–	–	10	24

NOTA – Los interferentes indicados para cada prueba se suman con AWGN con PSD de –140 dBm/Hz para formar una densidad espectral de potencia compuesta.

**Cuadro F.6/G.992.1 – Pruebas de diafonía para la categoría II (sentido ascendente)**

Bucles de prueba	Margen (dB)	Diafonía (nota)			
		NEXT en sentido descendente de ADSL y FEXT en sentido ascendente de ADSL	NEXT de HDSL	NEXT de DSL	Vinculador adyacente de NEXT de T1
T #7, T #9, T #13	6	–	–	24	–
C #4, C #6, C #8	6	10	10	24	–
Bucle Mid-C	6	–	–	10	24

NOTA – Los interferentes indicados para cada prueba se suman con AWGN con PSD de –140 dBm/Hz para formar una densidad espectral de potencia compuesta.

## F.2.2 Ruido impulsivo

Los cuadros F.7 y F.8 muestran las combinaciones de bucles de prueba, interferentes y velocidades de datos que se han de probar. Las velocidades de datos netas que se han de probar y la atribución a canales portadores deberán ser como se definen en el cuadro F.2. El tipo de interferencia de diafonía aplicable a cada prueba se toma de la prueba correspondiente de los cuadros F.3, F.4, F.5 o F.6. La potencia total de la interferencia aplicada se fija a 4 dB por debajo del nivel de referencia.

**Cuadro F.7/G.992.1 – Bucles de prueba, interferentes y velocidades de datos para pruebas de impulsos de la categoría I**

Bucles de prueba (véase la Rec. G.996.1)	Interferentes (véase la Rec. G.996.1)		
	Impulso 1	Impulso 2	Diafonía (véase la nota)
T #7, T #13	Sí	Sí	Sí
C #4, C #6, C #7	Sí	Sí	Sí
Mid-C 1829 m (6 Kft)	Sí	Sí	Sí
NOTA – Los interferentes indicados para cada prueba se suman con AWGN con PSD de –140 dBm/Hz para formar una densidad espectral de potencia compuesta.			

**Cuadro F.8/G.992.1 – Bucles de prueba, interferentes y velocidades de datos para pruebas de impulsos para la categoría II**

Bucles de prueba (véase la Rec. G.996.1)	Interferentes (véase la Rec. G.996.1)		
	Impulso 1	Impulso 2	Diafonía (véase la nota)
T #7, T #9, T #13	Sí	Sí	Sí
C #4, C #6, C #8	Sí	Sí	Sí
Mid-C 1829 m (6 Kft)	Sí	Sí	Sí
NOTA – Los interferentes indicados para cada prueba se suman con AWGN con PSD de –140 dBm/Hz para formar una densidad espectral de potencia compuesta.			

### F.2.3 Servicio telefónico ordinario (POTS)

Los cuadros F.9 y F.10 muestran las combinaciones de bucles de prueba, interferentes y velocidades de datos que se han de probar para las categorías I y II. El tipo de interferencia de diafonía aplicable para cada prueba se toma de la prueba correspondiente en los cuadros F.3, F.4, F.5 o F.6. La potencia total de la interferencia aplicada se fija en 4 dB por debajo del nivel de referencia o del nivel marginal de 0 dB.

Los requisitos en materia de errores en los bits en relación con la prueba de interferencia del POTS quedan en estudio.

**Cuadro F.9/G.992.1 – Bucles de prueba, interferentes y velocidades de datos para pruebas del POTS para la categoría I**

Bucles de prueba (véase la Rec. G.996.1)	Interferentes (véase la Rec. G.996.1)	
	Señalización del POTS	Diafonía (véase la nota)
ANSI (7, 13)	Sí	Sí
CSA (4, 6, 7)	Sí	Sí
Bucle Mid-CSA	Sí	Sí
NOTA – Los interferentes indicados para cada prueba se suman con AWGN con PSD de –140 dBm/Hz para formar una densidad espectral de potencia compuesta.		

**Cuadro F.10/G.992.1 – Bucles de prueba, interferentes y velocidades de datos para pruebas del POTS para la categoría II**

Bucle de prueba (véase la Rec. G.996.1)	Interferentes (véase la Rec. G.996.1)	
	Señalización del POTS	Diafonía (véase la nota)
ANSI (7, 9, 13)	Sí	Sí
CSA (4, 6, 8)	Sí	Sí
CSA (6)	Sí	Sí
Bucle Mid-CSA	Sí	Sí
NOTA – Los interferentes indicados para cada prueba se suman con AWGN con PSD de -140 dBm/Hz para formar una densidad espectral de potencia compuesta.		

## ANEXO G

### Clasificación y calidad de funcionamiento de ATU-x para la Región B (Europa)

#### G.1 Requisitos de calidad de funcionamiento

La transmisión ADSL se evalúa en términos de calidad de funcionamiento con respecto a un objetivo de cobertura de bucles de prueba (véase la Recomendación G.996.1) y la presencia de modelos de ruido definidos (véase la Recomendación G.996.1).

Son aplicables las siguientes condiciones:

- $BER < 10^{-7}$  con un margen de 6 dB.
- Anexo A (funcionamiento en el POTS con un divisor).
- Se permite el modo de funcionamiento intercalado.
- No está habilitada la opción reticular.

El cuadro G.1 se aplica cuando tanto la ATU-C como la ATU-R son de un tipo de espectro sin superposición y se utiliza plantilla PSD para NEXT reducida definida en A.1.3.

El cuadro G.2 se aplica cuando tanto la ATU-C como la ATU-R son de un tipo de espectro con superposición y se utiliza la plantilla PSD definida en A.1.2.

El cuadro G.1 se aplica cuando una ATU-x es de un tipo de espectro sin superposición y una ATU-x es de un tipo de espectro con superposición. En este caso, la ATU-x de espectro con superposición no necesita atenerse a la plantilla PSD para NEXT reducida que se define en A.1.3.

Para la prueba de interferencia de diafonía, los parámetros S y D se configurarán de tal manera que el retardo de transferencia de cabida útil única de  $4 + (S - 1)/4 + SD/4$  ms sea inferior a 12 ms.

**Cuadro G.1/G.992.1 – Bucles de prueba y requisitos de calidad de funcionamiento**

<b>Bucle (véase la Rec. G.996.1)</b>	<b>Pérdida de inserción de bucle a 300 kHz</b>	<b>Longitud nominal "X" (km)</b>	<b>Velocidad de datos neta en sentido descendente (kbit/s)</b>	<b>Velocidad de datos neta en sentido ascendente (kbit/s)</b>	<b>Ruido en ATU-C</b>	<b>Ruido en ATU-R</b>
ETSI-0	0 dB	0	6144	640	Ninguno	Ninguno
ETSI-1	40 dB	2,80	4096	320	Euro-K	ETSI-A
ETSI-1	50 dB	3,50	2048	128	Euro-K	ETSI-A
ETSI-1	20 dB	1,40	6144	640	ETSI-B	ETSI-B
ETSI-1	30 dB	2,15	2048	512	ETSI-B	ETSI-B
ETSI-1	60 dB	4,20	576	128	ETSI-A	ETSI-A
ETSI-1	60 dB	4,20	1536	512	AWGN -140	AWGN -140

**Cuadro G.2/G.992.1 – Bucles de prueba y requisitos de calidad de funcionamiento**

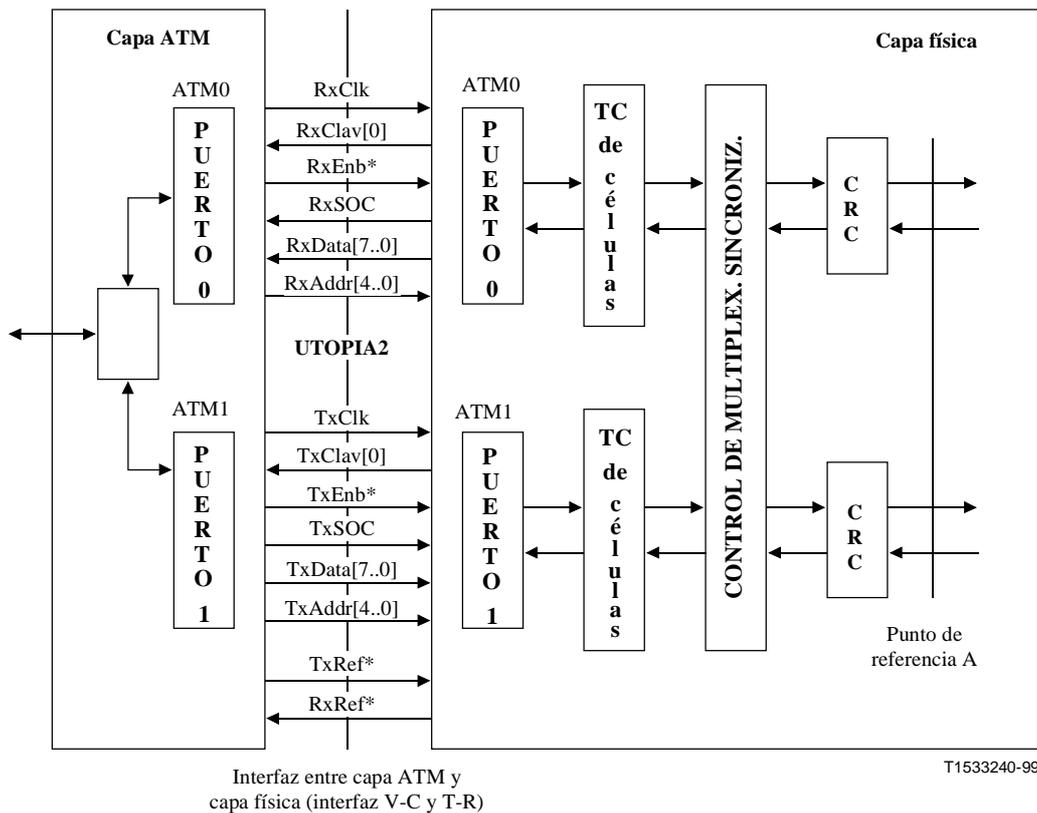
<b>Bucle (véase la Rec. G.996.1)</b>	<b>Pérdida de inserción de bucle a 300 kHz</b>	<b>Longitud nominal "X" (km)</b>	<b>Velocidad de datos neta en sentido descendente (kbit/s)</b>	<b>Velocidad de datos neta en sentido ascendente (kbit/s)</b>	<b>Ruido en ATU-C</b>	<b>Ruido en ATU-R</b>
ETSI-0	0 dB	0	6144	640	Ninguno	Ninguno
ETSI-1	40 dB	2,80	4096	320	Euro-K	ETSI-A
ETSI-1	50 dB	3,50	2048	128	Euro-K	ETSI-A
ETSI-1	20 dB	1,40	6144	640	ETSI-B	ETSI-B
ETSI-1	30 dB	2,15	2048	512	ETSI-B	ETSI-B
ETSI-1	60 dB	4,20	576	128	ETSI-A	ETSI-A
ETSI-1	60 dB	4,20	1536	512	AWGN -140	AWGN -140

## APÉNDICE I

### Interfaz lógica entre la capa ATM y la capa física

En este apéndice se describe la interfaz lógica entre la capa ATM y la capa física (PHY, *physical layer*). La capa física (es decir, la ATU) consta de la subcapa de convergencia de transmisión específica de células (TC de células), el bloque de control de multiplexación/sincronización (alineación de trama de ADSL) y las demás funciones de capa física (FEC y modulación), como se muestra en las figuras 5-2 y 5-4.

La interfaz entre la capa ATM y la capa física (que se denomina V-C en la ATU-C y T-R en la ATU-R) se muestra en la figura I.1. TxRef\* es opcional en ATU-C y RxRef\* es opcional en ATU-R.



**Figura I.1/G.992.1 – Interfaz lógica entre capa ATM y capa física en ATU-C y ATU-R**

La capa ATM efectúa la multiplexación y la demultiplexación de células, desde y hacia, el puerto físico apropiado (es decir, trayecto de latencia: rápido o intercalado) en base al identificador de trayecto virtual (VPI, *virtual path identifier*) y al identificador de conexión virtual (VCI, *virtual connection identifier*), contenidos ambos en el encabezamiento de célula ATM. La configuración del proceso de multiplexación de células la realiza la gestión de capa ATM.

La subcapa de convergencia de transmisión específica de células (TC de células) se proporciona separadamente para cada trayecto de latencia. Las funcionalidades de la TC de células se especifican en 7.2.3.

Las interfaces lógicas de entrada y salida en el punto de referencia V-C para transporte ATM se basan en la interfaz de nivel 2 de UTOPIA con entrada en contacto a nivel de célula. La interfaz lógica se indica en los cuadros I.1 y I.2 y se muestra en la figura I.1. Cuando una bandera de control de flujo es activada por la ATU-C (es decir, la ATU-C desea transmitir o recibir una célula), la capa ATM inicia un ciclo de transmisor (Tx) o receptor (Rx) de célula (transferencia de 53 bytes). La ATU-x deberá soportar la transferencia de una célula completa dentro de 53 ciclos de reloj consecutivos. Los relojes de Tx y Rx de UTOPIA son dirigidos desde la capa ATM. Las mismas interfaces lógicas de entrada y salida basadas en la interfaz de nivel 2 de UTOPIA se pueden utilizar en el punto de referencia T-R de la ATU-R.

**Cuadro I.1/G.992.1 – Señales de interfaz ATM de nivel 2 de UTOPIA para Tx**

Nombre de la señal	Sentido	Descripción
<i>Interfaz de transmisión</i>		
TxCclk	ATM a PHY	Señal de temporización para transferencia
TxClav[0]	PHY a ATM	Confirmada para indicar que la capa PHY tiene espacio de memoria tampón disponible para recibir una célula de la capa ATM (rechazada 4 ciclos antes del final de la transferencia de la célula)
TxEnb*	ATM a PHY	Confirmada para indicar que la capa PHY debe muestrear y aceptar datos durante el ciclo de reloj en curso
TxSOC	ATM a PHY	Identifica el límite de la célula en TxData
TxData[7..0]	ATM a PHY	Transferencia de datos de célula ATM (modo 8 bits)
TxAddr[4..0]	ATM a PHY	Dirección de dispositivo de capa PHY para seleccionar el dispositivo que estará activo o será interrogado sobre la situación de TxClav
TxRef*	ATM a PHY	Referencia de temporización de red (señal de temporización a 8 kHz) (sólo en interfaz V-C)

**Cuadro I.2/G.992.1 – Señales de interfaz ATM de nivel 2 de UTOPIA para Rx**

Nombre de la señal	Sentido	Descripción
<i>Interfaz de recepción</i>		
RxCclk	ATM a PHY	Señal de temporización para transferencia
RxClav[0]	PHY a ATM	Confirmada para indicar a la capa ATM que la capa PHY tiene una célula preparada para transferirla a la capa ATM (rechazada al final de la transferencia de la célula)
RxEnb*	ATM a PHY	Confirmada para indicar que la capa ATM muestreará y aceptará datos durante el próximo ciclo de reloj
RxSOC	PHY a ATM	Identifica el límite de la célula en RxData
RxData[7..0]	PHY a ATM	Transferencia de datos de célula ATM (modo 8 bits)
RxAddr[4..0]	ATM a PHY	Dirección de dispositivo de capa PHY para seleccionar el dispositivo que estará activo o será indagado sobre la situación de RxClav
RxRef*	PHY a ATM	Referencia de temporización de red (señal de temporización a 8 kHz) (sólo en interfaz T-R)

En la especificación del foro ATM af.phy-0039.000, publicada en junio de 1995, se pueden encontrar más detalles sobre la interfaz de nivel 2 de UTOPIA.

## APÉNDICE II

### Adaptación de velocidad dinámica (en línea)

#### II.1 Introducción

La adaptación de velocidad en el procedimiento de arranque (véanse 10.8 y 10.9) optimiza los ajustes del módem para las condiciones de canal existentes y los requisitos de servicio. Las condiciones del canal y los requisitos del servicio pueden, no obstante, cambiar a lo largo del tiempo. Para evitar un lento proceso de re arranque de reconfiguración del módem, se propone un procedimiento que permite reconfigurar el módem durante el tiempo de presentación. Dicho procedimiento se denomina adaptación de velocidad dinámica (DRA, *dynamic rate adaptation*).

En este apéndice se describe un sistema de adaptación de velocidad dinámica (DRA) basado en el AOC. La finalidad no es proporcionar una adaptación de velocidad "sobre la marcha" en la que la configuración del módem cambie continuamente, en respuesta a la más mínima variación de las condiciones de la línea sin influir en el tráfico de usuario, sino más bien permitir cambios ocasionales, que obligarán a interrumpir el servicio durante algunas decenas de milisegundos.

El procedimiento DRA deberá complementarse con un procedimiento de re arranque rápido, en caliente, no basado en el AOC para el caso en que dicho canal (el AOC) deje de ser fiable. De todos modos, la especificación del procedimiento de re arranque en caliente queda en estudio.

#### II.1.1 Conceptos generales

El procedimiento DRA propuesto es tal que durante el tiempo de presentación sin necesidad de re arranque:

- Permite modificaciones de la velocidad (subidas y bajadas) tanto en sentido ascendente como en sentido descendente.  
NOTA – La modificación de la velocidad conlleva no sólo un ajuste de la velocidad binaria sino también ajustes de la FEC y de la intercalación.
- Permite distribuciones de la velocidad entre el trayecto rápido y el trayecto intercalado.
- Proporciona un protocolo basado en el AOC que, antes del cambio efectivo de la configuración del módem, se desarrolla sin interferir con el tráfico de usuario.
- Permite a la ATU-C recoger información o datos numéricos sobre las condiciones operativas.
- Sigue la misma filosofía que la adaptación de velocidad durante el arranque.

Hay que señalar, no obstante, que el procedimiento DRA:

- No proporciona una solución de adaptación de velocidad sobre la marcha, en la que la configuración del módem responda a la más mínima variación de las condiciones de línea sin afectar al tráfico de usuario.
- No especifica el sistema que describe – en base a los datos numéricos recogidos y/o la información adicional – cuándo o cómo se reconfiguran los ajustes del módem. Además, en el procedimiento DRA se supone que dicho sistema se halla dentro de la red y no en el equipo del cliente.
- No exige que la reconfiguración efectiva se produzca libre de errores. Mientras transcurre el periodo de transición se pueden perder datos de usuario durante decenas de milisegundos en ambos sentidos de la comunicación.

## II.2 Protocolo y mensajes DRA

### II.2.1 Concepto de DRA

El protocolo DRA amplía el conjunto de mensajes AOC definiendo nuevos mensajes AOC de DRA (DRA-AOC). La finalidad de estos nuevos mensajes es:

- 1) facilitar a la ATU-C la recogida de información detallada sobre las condiciones de la línea (*supervisión*),
- 2) proponer a la ATU-R una nueva configuración de velocidad – si es que se necesita (*configuración*),
- 3) intercambiar información sobre la configuración – si la propuesta es aceptada por la ATU-R (*intercambio*),
- 4) iniciar y sincronizar la transposición hacia la nueva configuración de velocidad (*transposición*).

En las subcláusulas que siguen se destaca cómo se implementa cada una de estas funciones mediante mensajes AOC.

La longitud máxima de los nuevos mensajes AOC está limitada a 13 bytes, que es la longitud máxima de un mensaje AOC.

Al igual que los mensajes AOC, los mensajes DRA-AOC se transmitirán 5 veces como medida de protección contra los errores de transmisión. En el caso de mensajes concatenados compuestos de múltiples mensajes de 13 bytes, el primer mensaje de 13 bytes se enviará 5 veces consecutivas, el siguiente mensaje de 13 bytes se enviará también 5 veces consecutivas, y así sucesivamente.

### II.2.2 Mensajes DRA-AOC

En el cuadro II.1 figura el conjunto de nuevas instrucciones DRA-AOC.

**Cuadro II.1/G.992.1 – Conjunto de instrucciones DRA**

Encabezamiento	Instrucción	Longitud (bytes)	Mensaje	Origen
DF <sub>16</sub>	00 <sub>16</sub>	7	DRA_Monitor_Request	ATU-C
DF <sub>16</sub>	20 <sub>16</sub>	13	DRA_Monitor_Reply	ATU-R
DF <sub>16</sub>	40 <sub>16</sub> ... 42 <sub>16</sub>	3 × 13	DRA_Configuration_Request	ATU-C
DF <sub>16</sub>	60 <sub>16</sub>	4	DRA_Configuration_Reply	ATU-R
DF <sub>16</sub>	80 <sub>16</sub> ... 9F <sub>16</sub>	4 × 13	DRA_Exchange_Request	ATU-C/ATU-R
DF <sub>16</sub>	A0 <sub>16</sub>	4	DRA_Exchange_Reply	ATU-R/ATU-C
DF <sub>16</sub>	C0 <sub>16</sub>	8	DRA_Swap_Request	ATU-C
DF <sub>16</sub>	E0 <sub>16</sub>	8	DRA_Swap_Reply	ATU-R
DF <sub>16</sub>	Otra		<i>Reservado</i>	

NOTA – Los bits o campos reservados se codificarán como 0.

## II.3 Supervisión

La ATU-C supervisa las condiciones cambiantes de la línea. Mediante el EOC se pueden recuperar el margen de SNR y la atenuación de línea de la comunicación en sentido descendente. Sin embargo, quizás se necesite más información para decidir si debería proponerse o no una nueva configuración

y, en caso afirmativo, cómo debería ser la nueva propuesta. Para que la ATU-C recoja más información sobre la comunicación en sentido descendente, se definen dos nuevos mensajes AOC.

NOTA – La ATU-C ya supervisa la comunicación en sentido ascendente, por lo que no es necesario intercambiar información relativa a la misma.

### II.3.1 DRA\_Monitor\_Request

La DRA\_Monitor\_Request (petición de supervisión de DRA) es generada por la ATU-C; su formato se muestra en el cuadro II.2.

**Cuadro II.2/G.992.1 – Petición de supervisión de DRA**

Formato del mensaje	Bits	Definición
DRA_Monitor_Request {		
<b>Encabezamiento</b>	8	DF <sub>16</sub>
<b>Instrucción</b>	8	00 <sub>16</sub>
<i>Reservado</i>	3	
<b>Req_SNR_Margin</b>	5	Se necesita utilizar el margen de SNR para el <i>B<sub>máx</sub></i> que será calculado por la ATU-R y devuelto dentro del mensaje <i>DRA_Monitor_Reply</i> . Valor sin signo en dB. Los valores permitidos varían de 0 a 15 dB.
<i>Reservado</i>	32	
}		

### II.3.2 DRA\_Monitor\_Reply

La ATU-R también puede enviar el mensaje DRA\_Monitor\_Reply (respuesta de supervisión de DRA), que es un mensaje no solicitado, cuando lo considere necesario, por ejemplo cuando las condiciones de la línea cambien de manera significativa y pongan en peligro el funcionamiento adecuado del módem y, en particular, del canal AOC. Sin embargo, para evitar que esos mensajes monopolicen el canal AOC, tras enviar un mensaje DRA\_Monitor\_Reply no solicitado, la ATU-R no enviará otro antes de recibir un mensaje DRA\_Monitor\_Request de la ATU-C.

El formato de este mensaje DRA-AOC se muestra en el cuadro II.3.

**Cuadro II.3/G.992.1 – Formato de mensaje DRA-AOC**

Formato del mensaje	Bits	Definición
DRA_Monitor_Reply {		
<b>Encabezamiento</b>	8	DF <sub>16</sub>
<b>Instrucción</b>	8	20 <sub>16</sub>
<b>Atenuación</b>	6	Véase R-MSG-RA ( <i>valor vigente</i> )
<b>Req_SNR_Margin</b>	5	Margen de SNR pedido [ <i>utilizado en el cálculo B<sub>máx</sub>, véase más abajo</i> ]. Igual formato que <b>Req_SNR_Margin</b> en <i>DRA_Monitor_Request</i> .
<b>Noise_Margin</b>	5	Véase R-MSG-RA ( <i>valor vigente</i> )
<b>Coding_Gain</b>	4	Véase R-MSG-RA ( <i>utilizado en el cálculo de B<sub>máx</sub></i> )
<b>Bmax</b>	12	Véase R-MSG-RA ( <i>véase más abajo</i> )
<b>RS_Payload</b>	9	Véase R-MSG-RA ( <i>utilizado en el cálculo de B<sub>máx</sub></i> )

**Cuadro II.3/G.992.1 – Formato de mensaje DRA-AOC (*fin*)**

<b>Formato del mensaje</b>	<b>Bits</b>	<b>Definición</b>
<b>RS_Overhead</b>	7	Véase R-MSG-RA ( <i>utilizado en el cálculo de B<sub>máx</sub></i> )
<b>Nr_of_Tones</b>	8	Véase R-MSG-RA ( <i>utilizado en el cálculo de B<sub>máx</sub></i> )
<i>Reservado</i>	32	
}		

La atenuación y el margen de ruido son valores actualizados en base a las condiciones de módem vigentes.

B<sub>máx</sub> indica el número máximo de bits que se puede llevar por símbolo DMT suponiendo latencia simple y los valores indicados de Coding\_Gain, RS\_Payload, RS\_Overhead y Nr\_of\_tones. Son aplicables las mismas definiciones que durante la adaptación de velocidad en el arranque.

El margen de SNR requerido, utilizado para el cálculo de B<sub>máx</sub>, coincide:

- en el caso de un mensaje *DRA\_Monitor\_Reply* autónomo, con el margen de SNR requerida que se utilizó durante la configuración activa vigente;
- en el caso de una respuesta a un mensaje *DRA\_Monitor\_Request*, con el valor de Req\_SNR\_Margin indicado en *DRA\_Monitor\_Request*.

## **II.4 Configuración**

En base a los datos métricos recogidos y/o la información adicional, una entidad de red que esté al corriente del sistema DRA puede comprobar que las condiciones se cumplen y modificar la configuración del módem. Se definen dos nuevos mensajes AOC para facilitar a la ATU-C la propuesta de una nueva configuración a la ATU-R para la comunicación en sentido descendente.

NOTA – En esta etapa no es necesario intercambiar información relativa a la comunicación en sentido ascendente.

### **II.4.1 DRA\_Configuration\_Request**

El mensaje *DRA\_Configuration\_Request* (petición de configuración de DRA) es un mensaje concatenado enviado por la ATU-C. Consta de tres mensajes de 13 bytes. El formato de los mensajes se muestra en el cuadro II.4 (cada campo tiene una longitud de un byte). La definición de los mensajes se muestra en el cuadro II.5.

**Cuadro II.4/G.992.1 – Formato de petición de configuración de DRA**

HDR	COM	<i>RSM</i>	BFd	BFd	BFd	BFd	0xF	BFd	BFd	BFu	BFu	BFu
DF <sub>16</sub>	42 <sub>16</sub>											
HDR	COM	<i>RES</i>	BId	BId	BId	RES	BId	BId	BId	BIu	BIu	BIu
DF <sub>16</sub>	41 <sub>16</sub>											
HDR	COM	<i>RES</i>	RFd	RId	Sd	Id	<i>RES</i>	RFd	RId	Sd	Id	<i>RES</i>
DF <sub>16</sub>	40 <sub>16</sub>											

**Cuadro II.5/G.992.1 – Mensajes de petición de configuración de DRA**

Campos del mensaje	Definición
<b>RSM</b>	Margen de SNR requerido que se ha de utilizar para la evaluación de esta configuración. Valor en dB. Los valores permitidos varían de 0 a 15 dB (4 bits).
<b>Bfd, Bfu, Bid, Biu, Rfd, Rid, Rfu, Riu, Sd, Su, Id, Iu</b>	Se aplican las mismas definiciones y ordenación que en C-Rates-RA.
<i>RES</i>	Bytes reservados codificados como FF <sub>16</sub>

**II.4.2 DRA\_Configuration\_Reply**

El mensaje DRA\_Configuration\_Reply (respuesta de configuración de DRA) será enviado por la ATU-R en respuesta al mensaje *DRA\_Configuration\_Request* procedente de la ATU-C. El formato y la definición del mensaje se muestran en los cuadros II.6 y II.7.

**Cuadro II.6/G.992.1 – Formato de respuesta de configuración de DRA**

HDR	COM	STA	DAT
DF <sub>16</sub>	60 <sub>16</sub>		

**Cuadro II.7/G.992.1 – Mensaje de respuesta de configuración de DRA**

Formato del mensaje	Bits	Definición
DRA_Configuration_Reply {		
<b>Encabezamiento</b>	8	DF <sub>16</sub>
<b>Instrucción</b>	8	60 <sub>16</sub>
<b>Situación (STA)</b>	8	00 <sub>16</sub> : <i>Reservado</i> 01 <sub>16</sub> : ACK: Nueva configuración aceptada 02 <sub>16</sub> : Retransmisión: Reenvío de todos los mensajes <i>DRA_Configuration_Request</i> 03 <sub>16</sub> : Fallo de opción: Opción propuesta rechazada 04 <sub>16</sub> -FF <sub>16</sub> : <i>Reservado</i>
<b>Datos (DAT)</b>	8	si STA=ACK: margen de ruido para esta configuración como en R-MSG2 si STA=RETRANSMIT: 00 <sub>16</sub> si STA=OPTION_FAIL: 00 <sub>16</sub> : Código de fallo general 01 <sub>16</sub> -1F <sub>16</sub> : <i>Reservado</i> para códigos de fallo específicos
}		

## II.5 Intercambio

Una vez que ambos lados se hayan puesto de acuerdo respecto a la configuración, han de ser informados sobre qué Bi y Gi utilizar en cada tono. Es lo que se hace en esta tercera fase.

Se definen a tal efecto dos mensajes DRA-AOC adicionales: *DRA\_Exchange\_Request* y su respuesta *DRA\_Exchange\_Reply*.

A diferencia de los mensajes DRA previos, estos mensajes se utilizan tanto en sentido descendente como ascendente. Para el sentido descendente, la ATU-R genera el *DRA\_Exchange\_Request* y la ATU-C responde con un *DRA\_Exchange\_Reply*. Para el sentido ascendente, la ATU-C genera el *DRA\_Exchange\_Request* y la ATU-R responde con *DRA\_Exchange\_Reply*.

### II.5.1 DRA\_Exchange\_Request

El mensaje *DRA\_Exchange\_Request* (petición de intercambio de DRA) es un mensaje concatenado enviado por la ATU-C. Consta de cuatro mensajes de 13 bytes.

Este mensaje se utiliza para comunicar los Bi y Gi modificados del sentido de la comunicación respectivo. Un conjunto de cuatro mensajes de 13 bytes puede ser insuficiente para comunicar todos los valores modificados, por lo que se puede repetir un conjunto de mensajes para un nuevo conjunto de tonos hasta que todos los ajustes nuevos se hayan intercambiado de manera satisfactoria.

El formato y la definición de *DRA\_Exchange\_Request* figuran en los cuadros II.8 y II.9. El mensaje de 13 bytes consta de tres bytes seguidos de ocho campos de 10 bits. Cada uno de esos campos de 10 bits codifica el valor Bi&Gi de un tono.

**Cuadro II.8/G.992.1 – Formato de DRA\_Exchange\_Request**

HDR	COM	Ti	B&G	B&G	B&G	111	B&G	B&G	B&G	B&G
DF <sub>16</sub>			(Ti*8)	(Ti*8+1)	(Ti*8+2)		(Ti*8+4)	(Ti*8+5)	(Ti*8+6)	(Ti*8+7)

Para el sentido ascendente solamente se necesita un bloque de cuatro mensajes de 13 bytes. Para el sentido descendente se necesita un máximo de 8 bloques de cuatro mensajes de 13 bytes.

Los valores de COM de los mensajes *DRA\_Exchange\_Request* consecutivos se ordenan como sigue:

- el valor de COM de cada mensaje consecutivo disminuye en una unidad (suponiendo que no se necesite retransmisión).
- el valor de COM del último mensaje *DRA\_Exchange\_Request* será 80<sub>16</sub>.

Para el sentido ascendente, esto significa que deberán utilizarse 4 valores COM en orden: 83<sub>16</sub>, 82<sub>16</sub>, 81<sub>16</sub> y 80<sub>16</sub>.

Para el sentido ascendente, el primer valor de COM depende del número de bloques de cuatro mensajes de 13 bytes que se necesiten. Si se requiere el número máximo de 8 bloques (256 tonos), los valores de COM consecutivos serán 9F<sub>16</sub>, 9E<sub>16</sub>, ..., 83<sub>16</sub>, 82<sub>16</sub>, 81<sub>16</sub> y 80<sub>16</sub>. Si, por ejemplo, sólo se necesitan 7 bloques (224 tonos), el primer valor de COM será 9B<sub>16</sub>.

Se permite enviar un nuevo bloque de 4 mensajes *DRA\_Exchange\_Request* sólo una vez que se haya acusado recibo del bloque previo de 4 mensajes de manera satisfactoria (véase *DRA\_Exchange\_Reply*).

**Cuadro II.9/G.992.1 – Mensajes de petición de intercambio de DRA**

Formato del mensaje	Bits	Definición
DRA_Exchange_Request {		
<b>Encabezamiento</b>	8	DF <sub>16</sub>
<b>Instrucción</b>	8	9F <sub>16</sub> ... 80 <sub>16</sub> (sentido descendente) 83 <sub>16</sub> ... 80 <sub>16</sub> (sentido ascendente)
<b>Segmento de tono (Ti)</b>	5	Segmento de tono (0-31)
<b>Bi&amp;Gi (B&amp;G)</b>	8 × 10	Valores de Bi y Gi de 8 tonos subsiguientes, empezando a partir del tono Ti <b>Bi</b> 4 bits nuevo valor de Bi codificado como entero <b>Gi</b> 6 bits nuevo valor de Gi: 00 <sub>16</sub> : no hay potencia 01 <sub>16</sub> -3F <sub>16</sub> : -3,875 dB a 3,875 dB en pasos de 0,125 dB Se señala que  Gi  debe ser ≤2,5 dB para que sea válido.
}		

### II.5.2 DRA\_Exchange\_Reply

El mensaje DRA\_Exchange\_Reply (respuesta de intercambio de DRA) responde a un mensaje DRA\_Exchange\_Request; su formato y definición se muestran en los cuadros II.10 y II.11.

**Cuadro II.10/G.992.1 – Formato de DRA\_Exchange\_Reply**

HDR	COM	STA	DAT
DF <sub>16</sub>	A0 <sub>16</sub>		

**Cuadro II.11/G.992.1 – Mensajes DRA\_Exchange\_Reply**

Formato del mensaje	Bits	Definición
DRA_Exchange_Reply {		
<b>Encabezamiento</b>	8	DF <sub>16</sub>
<b>Instrucción</b>	8	A0 <sub>16</sub>
<b>Situación (STA)</b>	8	00 <sub>16</sub> : <i>Reservado</i> 01 <sub>16</sub> : ACK: Nueva configuración de Bi-Gi aceptada 02 <sub>16</sub> : Retransmisión: reenvío de último conjunto de 4 mensajes DRA_Exchange_Request 03 <sub>16</sub> : Fallo de opción: Opción propuesta rechazada 04 <sub>16</sub> -FF <sub>16</sub> : <i>Reservado</i>
<b>Datos (DAT)</b>	8	si STA=ACK: valor de COM del último mensaje de 13 bytes del bloque de 4 cuya recepción está siendo acusada (nota) si STA=RETRANSMIT: valor de COM del último mensaje de 13 bytes del bloque de 4 que debe ser retransmitido. si STA=OPTION_FAIL: 00 <sub>16</sub> : Código de fallo general 01 <sub>16</sub> -1F <sub>16</sub> : <i>Reservado</i> para códigos de fallo específicos
}		
NOTA – En sentido ascendente es siempre 80 <sub>16</sub> .		

## II.6 Transposición

Una vez que los módems se han puesto de acuerdo sobre los ajustes adecuados a la nueva configuración, se ha de activar y sincronizar la transposición a la misma. La transposición se refiere siempre a los ajustes de la configuración de velocidad más recientemente acordados e intercambiados de manera satisfactoria.

Se definen dos nuevos mensajes: *DRA\_Swap\_Request* (petición de transposición de DRA) y *DRA\_Swap\_Reply* (respuesta de transposición de DRA). *DRA\_Swap\_Request* será enviado por la ATU-C para informar a la ATU-R sobre el momento del cambio de velocidad. La ATU-R acusará recibo de esta petición utilizando el mensaje *DRA\_Swap\_Reply*.

Durante la transición de una a otra configuración de velocidad, se pueden enviar datos con Bi y Gi erróneos. Otro tanto se puede decir de los símbolos de sincronización. Los símbolos de sincronización pueden estar corrompidos. El tono piloto no obstante debe mantenerse para hacer posible la detección de tramas y supertramas. El tiempo de transición durante el cual Bi y Gi se pueden corromper se cuantifica antes de que la transposición de velocidad se produzca de manera efectiva utilizando dos conjuntos de parámetros:

- 1) Un número de referencia de supertrama (*SFR*, *superframe reference number*) para identificar en torno a qué límite de supertrama se producirá la transposición de velocidad. Valores de *SFR* válidos son:

$$SFR = 4 \times N - 1 \text{ donde } N \text{ es un número entero.}$$

Si los módems funcionan con los valores de *S* obligatorios, las referencias de *SFR* coinciden siempre con los límites de la palabra de código. De esta manera se evita una reiniciación explícita del procedimiento FEC. No obstante, si se utiliza un valor de *S* diferente, la reiniciación es obligatoria.

Se señala que *SFR* es igual a cero en el primer símbolo ShowTime (tiempo de presentación) y a continuación aumenta en una unidad (módulo 256) en cada una de las supertramas consecutivas. La definición de *SFR* es idéntica a la utilizada para la sincronización de una operación Bit-Swap (intercambio de bits).

Por analogía con la especificación de la transposición de bits, el valor de *SFR* deberá exceder al menos en 47 al valor del contador de supertramas con el que coincide cuando se envía el mensaje *DRA\_Swap\_Request*.

- 2) Un segundo conjunto de parámetros indicará durante cuántos símbolos, antes y después del límite de la supertrama de referencia:
  - el transmisor del sentido de la comunicación respectiva puede enviar tamaños de constelaciones y ganancias erróneos, corrompiendo así los datos;
  - el receptor del sentido de la comunicación respectiva puede no ser capaz de recuperar los datos correctos. Se considera que este valor no afecta a la velocidad a la que el transmisor ejecuta la transposición de DRA, pero permite cuantificar la pérdida de datos durante una DRA.

En total se intercambiarán 8 valores (los *e*) de duración. Los valores *e* indican la capacidad de las ATU de ajustarse, de manera rápida o lenta, a un cambio en Bi/Gi) y los ajustes de FEC. La ATU-C envía cuatro valores *e* a la ATU-R dentro del mensaje *DRA\_Swap\_Request*. Son los siguientes:

- 1) *Eps\_DS\_TX\_neg*
- 2) *Eps\_DS\_TX\_pos*
- 3) *Eps\_US\_RX\_neg*
- 4) *Eps\_RX\_RX\_pos*

La ATU-R enviará en *DRA\_Swap\_Reply* 4 parámetros e análogos:

- 5) *Eps\_US\_TX\_neg*
- 6) *Eps\_US\_TX\_pos*
- 7) *Eps\_DS\_RX\_neg*
- 8) *Eps\_DX\_RX\_pos*

En la sintaxis de estos campos se utilizan las siguientes reglas:

- "DS/US" se refiere al sentido de la comunicación.
- "TX/RX" se refiere a si el valor e está en relación con la función transmisora o receptora.
- "neg/pos" se refiere a si el parámetro e identifica respectivamente el comienzo – expresándolo en número de tramas antes de la referencia SFR – o el final – expresándolo en número de símbolos después de la referencia SFR – del periodo de tiempo durante el que los datos pueden ser corrompidos.

Cada ATU-x indica solamente los e aplicables a su lado. No interviene ningún proceso de negociación de los e.

Los valores de e son positivos y cada uno de ellos se codifica en un byte como un valor sin signo que indica una duración que varía de 0 a 255 tramas.

- El número máximo de símbolos corrompidos (CS, *corrupted symbol*) en el sentido descendente (incluido el receptor) se puede cuantificar como sigue:

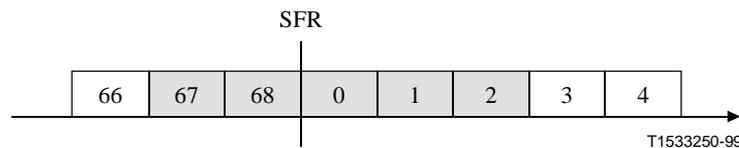
$$CS_{DS} = \max(Eps\_DS\_TX\_neg, EPS\_DS\_RX\_neg) + \max(EPS\_DS\_TX\_pos, EPS\_DS\_RX\_pos)$$

- El número máximo de símbolos corrompidos (CS) en el sentido ascendente (incluido el receptor) se puede cuantificar como sigue:

$$CS_{US} = \max(Eps\_US\_TX\_neg, EPS\_US\_RX\_neg) + \max(Eps\_US\_TX\_pos, EPS\_US\_RX\_pos)$$

## II.6.1 Ejemplo

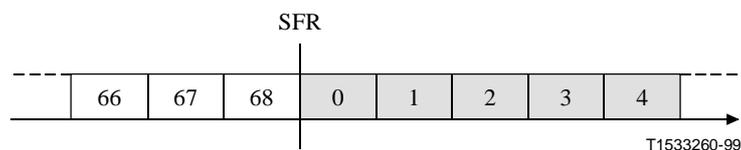
Considérese la situación que muestra la figura II.1.



**Figura II.1/G.992.1 – Tramas corrompidas transmitidas por una ATU-C**

Las zonas en gris representan las tramas corrompidas o símbolos DMT que la ATU-C transmitirá en sentido descendente durante una transposición de DRA. En esta situación particular, *Eps\_DS\_TX\_neg* es igual a 2 (hay dos zonas en gris antes de SFR), y *Eps\_DS\_TX\_pos* es igual a 3 (hay tres zonas en gris después de SFR).

Si la capacidad del receptor ATU-R de adaptación a la nueva configuración es identificada por un *Eps\_DS\_RX\_neg* de 0, y un *Eps\_DS\_RX\_pos* de 5 (véase la figura II.2), el número máximo de símbolos corrompidos es 7.



**Figura II.2/G.992.1 – Tramas corrompidas por el receptor ATU-R**

### II.6.2 DRA\_Swap\_Request

El mensaje DRA\_Swap\_Request (petición de transposición de DRA) es enviado por la ATU-C; su formato y definición son como se muestran en los cuadros II.12 y II.13.

**Cuadro II.12/G.992.1 – Formato de petición de transposición de DRA**

HDR	COM	STA	DAT	EDTN	EDTP	EURN	EURP
DF <sub>16</sub>	C0 <sub>16</sub>						

**Cuadro II.13/G.992.1 – Mensajes de petición de transposición de DRA**

Formato del mensaje	Bits	Definición
DRA_Swap_Request {		
<b>Encabezamiento</b>	8	DF <sub>16</sub>
<b>Instrucción</b>	8	C0 <sub>16</sub>
<b>Situación (STA)</b>	8	00 <sub>16</sub> : Reservado 01 <sub>16</sub> : Petición de transposición (SWAP) 02 <sub>16</sub> : Petición de información de transposición (SWAP) (nota) 03 <sub>16</sub> -FF <sub>16</sub> : Reservado
<b>Datos (DAT)</b>	8	si STA=SWAP: SFR. Se señala que los dos bits menos significativos se deben codificar como 3 <sub>16</sub> . si STA≠SWAP: Reservado
<b>Eps_DS_TX_neg (EDTN)</b>	8	Véase más arriba
<b>Eps_DS_TX_pos (EDTP)</b>	8	Véase más arriba
<b>Eps_US_RX_neg (EURN)</b>	8	Véase más arriba
<b>Eps_US_RX_pos (EURP)</b>	8	Véase más arriba
}		
NOTA – La petición de información de transposición permite a la ATU-C recuperar los e de la ATU-R y evaluar la pérdida de datos sin pedir una transposición de velocidad.		

### II.6.3 DRA\_Swap\_Reply

El mensaje DRA\_Swap\_Reply (respuesta de transposición de DRA) enviado por la ATU-R es una respuesta al mensaje DRA\_Swap\_Request; su formato y definición son como se muestran en los cuadros II.14 y II.15.

**Cuadro II.14/G.992.1 – Formato de respuesta de transposición de DRA**

HDR	COM	STA	DAT	EUTN	EUTP	EDRN	EDRP
DF <sub>16</sub>	E0 <sub>16</sub>						

**Cuadro II.15/G.992.1 – Mensajes de respuesta de transposición de DRA**

<b>Formato del mensaje</b>	<b>Bits</b>	<b>Definición</b>
DRA_Swap_Reply {		
<b>Encabezamiento</b>	8	DF <sub>16</sub>
<b>Instrucción</b>	8	E0 <sub>16</sub>
<b>Situación (STA)</b>	8	00 <sub>16</sub> : <i>Reservado</i> 01 <sub>16</sub> : ACK SWAP 02 <sub>16</sub> : NACK_SWAP 03 <sub>16</sub> : ACK SWAP_INFO 04 <sub>16</sub> : NACK SWAP_INFO Otro: <i>Reservado</i>
<b>Datos (DAT)</b>	8	si STA=ACK: igual valor de <i>SFR</i> que <i>DRA_Swap_Request</i> si STA≠ACK: <i>Reservado</i>
<b>Eps_US_TX_neg (EUTN)</b>	8	<i>Véase más arriba</i>
<b>Eps_US_TX_pos (EUTP)</b>	8	<i>Véase más arriba</i>
<b>Eps_DS_RX_neg (EDRN)</b>	8	<i>Véase más arriba</i>
<b>Eps_DS_RX_pos (EDRP)</b>	8	<i>Véase más arriba</i>
}		

## II.7 Diagrama de estados de DRA

### II.7.1 Convenios relativos a la máquina de estados

Cuando se esté en un estado determinado, sólo deberá responderse a los mensajes mostrados en el diagrama. Cualquier otro mensaje recibido deberá ser ignorado.

Los rectángulos de esquinas anguladas indican estados. El texto superpuesto a una flecha indica la condición para esa flecha. Los rectángulos de esquinas redondeadas indican acciones que se han de efectuar a lo largo de las flechas y el tiempo máximo (en ms) para efectuarlas.

Los estados y las transiciones en gris se refieren al mecanismo de transposición de bits normalizado.

## II.7.2 Máquina de estados de ATU-R

Véase la figura II.3.

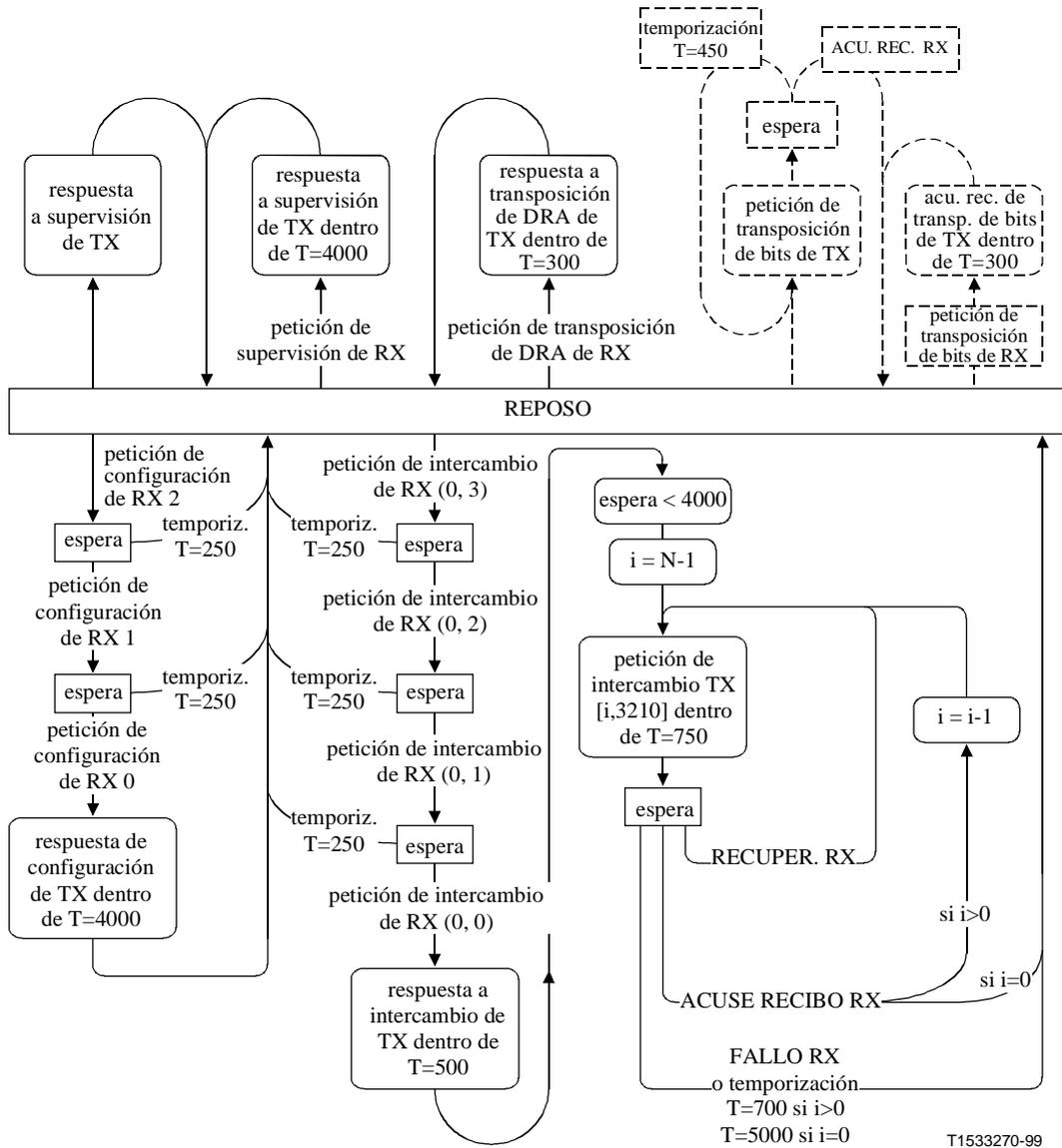


Figura II.3/G.992.1 – Diagrama de estados de ATU-R para AOC

### II.7.3 Máquina de estados de ATU-C

Véase la figura II.4.

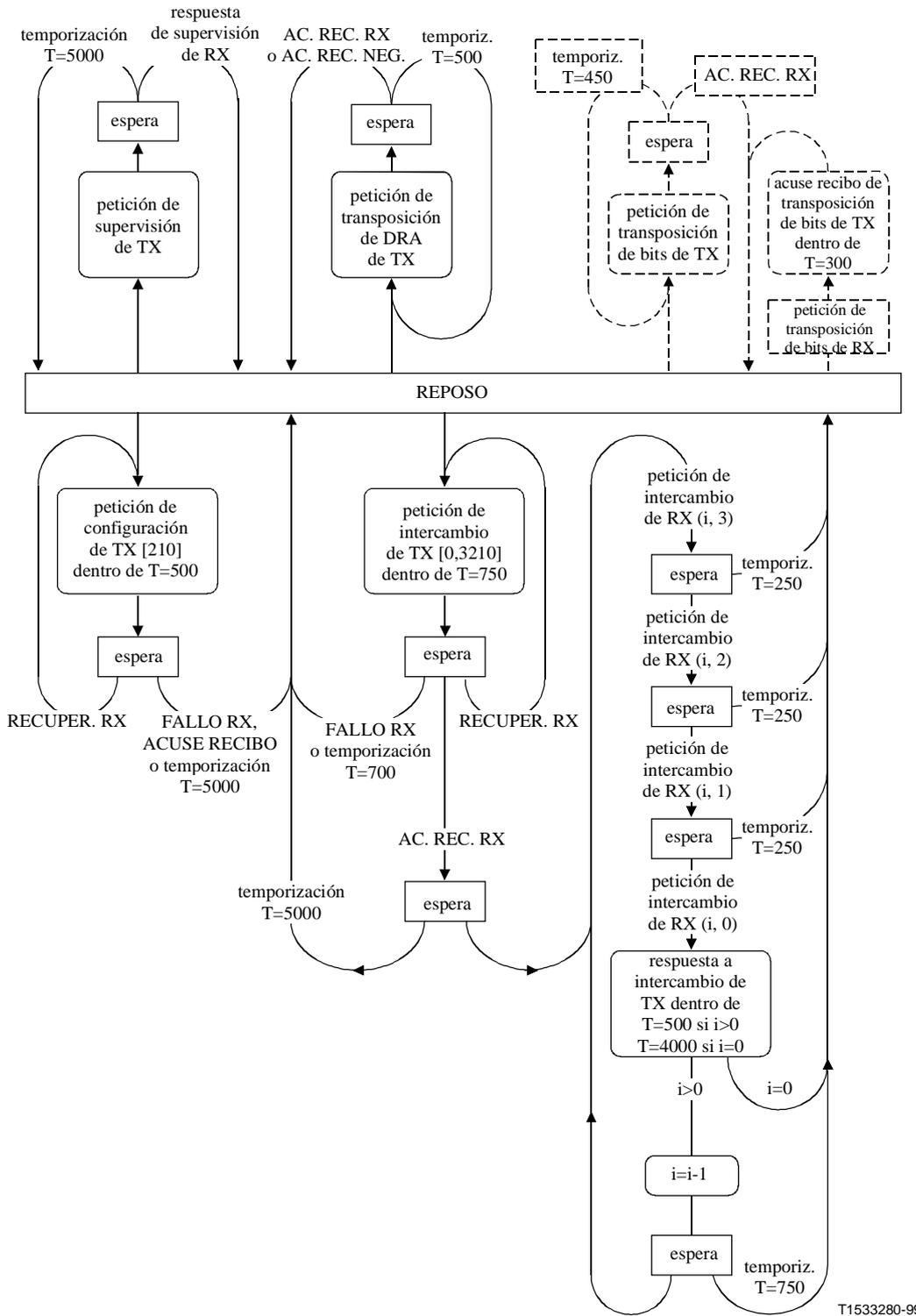


Figura II.4/G.992.1 – Diagrama de estados de ATU-C para AOC

## APÉNDICE III

### Compatibilidad con otro equipo en las instalaciones del cliente

Las unidades transeptoras de ADSL en el extremo terminal distante conforme a la Recomendación G.992.1 pueden compartir el cableado con otro equipo en las instalaciones del cliente, por ejemplo dispositivos de interconexión de redes, sobre el divisor del POTS.

Algunos dispositivos de interconexión de redes pueden funcionar por encima de 4 MHz en el cableado telefónico en las instalaciones del cliente. Para evitar que las señales procedentes de tales dispositivos de interconexión en la banda de frecuencias que figura en la Recomendación G.992.1, se recomienda la inclusión de un filtro antisolape adecuado en el receptor en sentido descendente en la ATU-R G.992.1 se replieguen, dispuesto con la ATU-R de la figura 1-1. El filtro puede tomar la forma de un filtro en línea externo, puede estar integrado a la ATU-R G.922.1, o puede estar integrado al divisor del POTS, como se especifica en el anexo E.

Los dispositivos hogareños de interconexión de redes pueden coexistir con terminales vocales y terminales no vocales en el lado del puerto TELE/POTS (el puerto en la figura 1-1 que se vincula con la línea que conduce al aparato telefónico o módem de banda vocal) del divisor del POTS, utilizado en la aplicación G.922.1 para aislar el cableado en las instalaciones del cliente de la señal ADSL. Es conveniente que el divisor del POTS distante sea compatible con otros dispositivos de cableado en las instalaciones del cliente (por ejemplo, se debe considerar la impedancia del puerto TELE/POTS por encima de 4 MHz).

## APÉNDICE IV

### Bibliografía

- Recomendación UIT-T G.995.1 (1999), *Panorama de las Recomendaciones sobre línea de abonado digital (DSL)*.
- Recomendación UIT-T O.41 (1994), *Sofómetro para uso en circuitos de tipo telefónico*.
- Recomendación UIT-T V.11 (1996), *Características eléctricas de los circuitos de enlace simétricos de doble corriente que funcionan con velocidades binarias de hasta 10 Mbit/s*.
- Technical Report No. 28 (1994), *A Technical Report on High-bit rate Digital Subscriber Lines*, Committee T1-Telecommunications.
- ATM Forum (junio de 1995), Specification af.phy-0039.000, *Utopia Level 2: Version 1.0*.
- ANSI/EIA/TIA-571 (1991), *Environmental considerations for telephone terminals*.
- ANSI T1.101 (1994), *Synchronization Interface Standards for Digital Networks*, Committee T1-Telecommunications, 1997.
- ANSI T1.413 (1995), *Network and Customer Installation Interfaces – Asymmetrical Digital Subscriber Line (ADSL) Metallic Interface*.
- ANSI T1.601 (1993), *Telecommunications – Interface between carriers and customer installations – Analogue voice-grade switched access lines using loop-start and ground-start signalling*.

Para la disposición de pruebas para medir el balance longitudinal (por ejemplo E.2.3.2.2, E.4.3.1.6), véase:

- IEEE Standard 455 (1985), *Test procedures for measuring longitudinal balance of telephone equipment operating in the voiceband.*

Para la disposición de pruebas para medir la distorsión causada por armónicos (por ejemplo E.4.3.1.5), véase:

- IEEE Standard 743 (1995), *IEEE Standard Equipment Requirements and Measurement Techniques for Analogue Transmission Parameters for Telecommunications.*



## SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
Serie B	Medios de expresión: definiciones, símbolos, clasificación
Serie C	Estadísticas generales de telecomunicaciones
Serie D	Principios generales de tarificación
Serie E	Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos
Serie F	Servicios de telecomunicación no telefónicos
<b>Serie G</b>	<b>Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales</b>
Serie H	Sistemas audiovisuales y multimedia
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Transmisiones de señales radiofónicas, de televisión 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	RGT y mantenimiento de redes: sistemas de transmisión, circuitos telefónicos, telegrafía, facsímil y circuitos arrendados internacionales
Serie N	Mantenimiento: circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión
Serie O	Especificaciones de los aparatos de medida
Serie P	Calidad de transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes locales
Serie Q	Conmutación y señalización
Serie R	Transmisión telegráfica
Serie S	Equipos terminales para servicios de telegrafía
Serie T	Terminales para servicios de telemática
Serie U	Conmutación telegráfica
Serie V	Comunicación de datos por la red telefónica
Serie X	Redes de datos y comunicación entre sistemas abiertos
Serie Y	Infraestructura mundial de la información
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación

