



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

G.991.2

(02/2001)

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

Secciones digitales y sistemas digitales de línea – Redes
de acceso

**Transceptores de línea de abonado digital de
alta velocidad de un solo par**

Recomendación UIT-T G.991.2

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

CONEXIONES Y CIRCUITOS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES	G.100–G.199
CARACTERÍSTICAS GENERALES COMUNES A TODOS LOS SISTEMAS ANALÓGICOS DE PORTADORAS	G.200–G.299
CARACTERÍSTICAS INDIVIDUALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES DE PORTADORAS EN LÍNEAS METÁLICAS	G.300–G.399
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES EN RADIOENLACES O POR SATÉLITE E INTERCONEXIÓN CON LOS SISTEMAS EN LÍNEAS METÁLICAS	G.400–G.449
COORDINACIÓN DE LA RADIOTELEFONÍA Y LA TELEFONÍA EN LÍNEA	G.450–G.499
EQUIPOS DE PRUEBAS	G.500–G.599
CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN	G.600–G.699
EQUIPOS TERMINALES DIGITALES	G.700–G.799
REDES DIGITALES	G.800–G.899
SECCIONES DIGITALES Y SISTEMAS DIGITALES DE LÍNEA	G.900–G.999
Generalidades	G.900–G.909
Parámetros para sistemas en cables de fibra óptica	G.910–G.919
Secciones digitales a velocidades binarias jerárquicas basadas en una velocidad de 2048 kbit/s	G.920–G.929
Sistemas digitales de transmisión en línea por cable a velocidades binarias no jerárquicas	G.930–G.939
Sistemas de línea digital proporcionados por soportes de transmisión MDF	G.940–G.949
Sistemas de línea digital	G.950–G.959
Sección digital y sistemas de transmisión digital para el acceso del cliente a la RDSI	G.960–G.969
Sistemas en cables submarinos de fibra óptica	G.970–G.979
Sistemas de línea óptica para redes de acceso y redes locales	G.980–G.989
Redes de acceso	G.990–G.999

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

Recomendación UIT-T G.991.2

Transceptores de línea de abonado digital de alta velocidad de un solo par

Resumen

La presente Recomendación describe un método de transmisión para el transporte de datos en las redes de acceso de telecomunicaciones. Los transceptores SHDSL están diseñados principalmente para funcionar en modo dúplex con cables metálicos de pares trenzados de dos hilos de calibre mixto. Se soporta la opción de funcionamiento a cuatro hilos para aplicaciones de alcance ampliado. Se especifican asimismo los regeneradores de señal opcionales para funcionar en par único o en par doble. Los transceptores SHDSL pueden manejar velocidades de datos simétricas seleccionadas por el usuario en el intervalo de 192 kbit/s a 2312 kbit/s con modulación de impulsos en amplitud con codificación reticular (TCPAM). Se han diseñado manteniendo su compatibilidad espectral con otras tecnologías de transmisión utilizadas en la red de acceso, entre ellas las tecnologías de línea de abonado digital (DSL). Los transceptores SHDSL no soportan la tecnología de división analógica que les permitiría coexistir con el servicio telefónico ordinario (POTS) y la RDSI. Los requisitos regionales, entre ellos las diferencias operativas y los requisitos de calidad de funcionamiento, se especifican en los anexos A, B y C. Los requisitos para los regeneradores de señal se especifican en el anexo D. El anexo E describe las modalidades de alineación de tramas específicas de la aplicación que pueden soportar los transceptores SHDSL.

Véanse en G.992.1, anexo H [1] las especificaciones de los transceptores para las redes que están utilizando el servicio RDSI-TCM (especificado en UIT-T G.961, véase el apéndice IV [B1]).

Orígenes

La Recomendación UIT-T G.991.2, preparada por la Comisión de Estudio 15 (2001-2004) del UIT-T, fue aprobada por el procedimiento de la Resolución 1 de la AMNT el 9 de febrero de 2001.

PREFACIO

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

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

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

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

NOTA

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

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 2002

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
2	Referencias.....	1
3	Definiciones y abreviaturas	2
3.1	Definiciones	2
3.2	Abreviaturas.....	3
4	Modelos de referencia.....	6
4.1	Modelo funcional de la STU-x	6
4.2	Modelo de referencia del protocolo del plano de usuario.....	7
4.3	Modelos de aplicación	8
5	Capacidad de transporte.....	8
6	Características funcionales de la capa PMD.....	8
6.1	Funcionamiento en modo datos	8
6.1.1	Modelo de referencia de la capa PMD en el modo datos de la STU	8
6.1.2	El codificador TCM.....	9
6.1.3	El precodificador de canal	11
6.1.4	El conformador espectral.....	12
6.1.5	Reducción de potencia.....	12
6.2	Secuencia de activación de la capa PMD	13
6.2.1	Modelo de referencia de activación de la capa PMD	13
6.2.2	Descripción de la secuencia de activación de la capa PMD.....	13
6.2.3	El alineador de tramas y el aleatorizador.....	18
6.2.4	El traductor	18
6.2.5	El conformador espectral.....	18
6.2.6	Límites temporales	18
6.3	Secuencia de preactivación de la capa PMD	19
6.3.1	El modelo de referencia de preactivación de la capa PMD	19
6.3.2	Descripción de la secuencia de preactivación de la capa PMD.....	19
6.3.3	El aleatorizador.....	21
6.3.4	El traductor	22
6.3.5	El conformador espectral.....	22
6.3.6	Margen deseado PMMS	22
6.4	Secuencia de preactivación G.994.1	23
6.4.1	Definiciones del punto de código G.994.1	23
6.4.2	Soporte de tonos G.994.1	24
6.4.3	Transacciones G.994.1	24
6.4.4	Funcionamiento con regeneradores de señal.....	25

7	Características funcionales de la capa PMS-TC	25
7.1	Funcionamiento en modo datos	25
7.1.1	Estructura de la trama	25
7.1.2	Definición de los bits de la trama	27
7.1.3	Generación de la CRC (<i>crc1... crc6</i>)	29
7.1.4	Sincronización de la trama	29
7.1.5	El aleatorizador	30
7.1.6	Memoria tampón de retardo diferencial	31
7.2	Activación de la capa PMS-TC	31
7.2.1	Trama de activación.....	31
7.2.2	El aleatorizador de activación.....	33
8	Características funcionales de la capa TPS-TC	33
8.1	Estructura de datos del bloque de cabida útil	33
8.2	Intercalación de datos en el modo a cuatro hilos	34
9	Gestión	35
9.1	Modelo de referencia de gestión	35
9.2	Primitivas de funcionamiento de la SHDSL.....	35
9.2.1	Anomalías en la verificación por redundancia cíclica (anomalías CRC).....	35
9.2.2	Anomalía en el segmento (SEGA, <i>segment anomaly</i>)	35
9.2.3	Defecto por pérdida de sincronismo (Defecto LOSW, <i>loss of sync defect</i>) ..	36
9.2.4	Defecto del segmento (SEGD, <i>segment defect</i>).....	36
9.2.5	Defecto por atenuación en el bucle.....	36
9.2.6	Defecto de margen de la relación señal/ruido	36
9.2.7	Fallo por pérdida de la palabra de sincronización (Fallo LOSW, <i>loss of sync word failure</i>).....	36
9.3	Parámetros de la calidad de funcionamiento relativos a la línea SHDSL	36
9.3.1	Violación de código (CV, <i>code violation</i>).....	36
9.3.2	Segundos con error (ES,).....	37
9.3.3	Segundos con muchos errores (SES).....	37
9.3.4	Segundos LOSW (LOSWS, <i>LOSW second</i>).....	37
9.3.5	Segundo de indisponibilidad (UAS, <i>unavailable second</i>).....	37
9.3.6	Reglas de inhibición	37
9.4	Almacenamiento de datos de la calidad de funcionamiento.....	37
9.5	El canal de operaciones incrustado	38
9.5.1	El modelo de referencia de gestión.....	38
9.5.2	Presentación del EOC y modelo de referencia	38
9.5.3	Arranque del canal de operaciones incrustado (EOC).....	39
9.5.4	Acceso de gestión remota	41

	Página
9.5.5 Transporte del EOC	42
9.5.6 Ejemplos de funciones de control del terminal virtual	61
10 Arquitectura del reloj	61
10.1 Arquitectura del reloj de referencia	61
10.2 Precisión del reloj	62
10.3 Definición de las fuentes de reloj	62
10.4 Sincronización con las fuentes de reloj.....	62
11 Características eléctricas.....	63
11.1 Balance longitudinal	63
11.2 Tensión de salida longitudinal	64
11.3 Pérdidas de retorno	65
11.4 Prueba de la potencia de transmisión.....	67
11.4.1 Circuito de prueba	67
11.4.2 Calibración del circuito de prueba.....	67
11.4.3 Requisito de la potencia total de transmisión	67
11.5 Retardo de transferencia de la señal	68
12 Prueba de conformidad	68
12.1 Microinterrupciones.....	68
Anexo A – Requisitos específicos de la Región 1	69
A.1 Objeto.....	69
A.2 Bucles de prueba	69
A.3 Pruebas de funcionamiento.....	70
A.3.1 Pruebas del margen de diafonía.....	71
A.3.2 Pruebas de ruido impulsivo	76
A.3.3 Densidad espectral de potencia de los perturbadores de diafonía	78
A.4 Máscaras de la PSD	84
A.4.1 Máscaras de la PSD simétrica	84
A.4.2 Máscara de PSD asimétrica de 1,536 ó 1,544 Mbit/s.....	86
A.4.3 Máscaras de PSD asimétrica para velocidades de datos de 768 ó 776 kbit/s	89
A.5 Características funcionales específicas de la región.....	92
A.5.1 Velocidad de datos.....	92
A.5.2 Pérdidas de retorno	92
A.5.3 Alimentación del tramo	92
A.5.4 Balance longitudinal	98
A.5.5 Tensión de salida longitudinal.....	99
A.5.6 Margen deseado PMMS	99

Anexo B – Requisitos específicos de la Región 2	99
B.1 Objeto.....	99
B.2 Bucles de prueba.....	99
B.2.1 Descripción funcional.....	99
B.2.2 Topología del bucle de prueba.....	100
B.2.3 Longitud del bucle de prueba	101
B.3 Prueba de la calidad de funcionamiento	102
B.3.1 Procedimiento de prueba	102
B.3.2 Definición del montaje de la prueba.....	102
B.3.3 Definiciones de los niveles de señal y ruido.....	105
B.3.4 Procedimiento de prueba de la calidad de funcionamiento	106
B.3.5 El generador de deficiencias.....	107
B.4 Máscaras de la PSD	118
B.4.1 Máscaras de la PSD simétrica	118
B.4.2 Máscaras de las PSD asimétricas correspondientes a 2,048 Mbit/s y 2,304 Mbit/s.....	121
B.5 Características funcionales específicas de la Región.....	124
B.5.1 Velocidad de datos.....	124
B.5.2 Pérdida de retorno.....	124
B.5.3 Alimentación del tramo	125
B.5.4 Balance longitudinal	126
B.5.5 Tensión de salida longitudinal.....	126
B.5.6 Margen deseado PMMS	126
Anexo C – Requisitos específicos de la Región 3	126
Anexo D – Funcionamiento del regenerador de señal.....	127
D.1 Diagrama de referencia.....	127
D.2 Procedimientos de arranque.....	127
D.2.1 SRU-C	127
D.2.2 SRU-R	129
D.2.3 STU-C.....	131
D.2.4 STU-R.....	132
D.2.5 Fallo y reacondicionamiento del segmento	132
D.3 Velocidades de símbolos	132
D.4 Máscaras de PSD	132
Anexo E – Alineación de las tramas TPS-TC específica de la aplicación	132
E.1 TPS-TC para datos de canal despejado.....	132
E.2 TPS-TC para datos orientados a octetos del canal despejado.....	133

	Página
E.3	TPS-TC para transporte de DS1 no alineados 134
E.4	TPS-TC para transporte de DS1 alineados/DS1 fraccionarios 135
E.5	TPS-TC para las líneas digitales arrendadas no estructuradas que funcionan en Europa a 2048 kbit/s (D2048U)..... 136
E.6	TPS-TC para las líneas digitales arrendadas estructuradas que funcionan en Europa a 2048 kbit/s en modo no alineado D2048S..... 136
E.7	TPS-TC para las líneas digitales arrendadas estructuradas y fraccionarias que funcionan en Europa a 2048 kbit/s en modo alineado D2048S 137
E.8	TPS-TC para RDSI de acceso a velocidad básica (AB de RDSI) 138
E.8.1	AB de RDSI sobre tramas SHDSL..... 138
E.8.2	Introducción de los canales B y D de la RDSI en los canales de cabida útil de la SHDSL..... 139
E.8.3	Varios AB de RDSI..... 140
E.8.4	AB de RDSI como servicio de socorro 141
E.8.5	Posición de los canales B y D ₁₆ de la RDSI en los intervalos temporales (señalización de EOC)..... 141
E.8.6	Posiciones de los canales B y D ₁₆ de la RDSI en el intervalo temporal y en el canal de señalización rápida opcional..... 143
E.8.7	Señalización por el EOC de la SHDSL o por el canal de señalización rápida 147
E.8.8	Control del bus S 150
E.8.9	Reinicio de la terminación del BRA..... 151
E.8.10	Transporte de los mensajes del EOC de la RDSI por el EOC de la SHDSL. 152
E.9	TPS-TC para el transporte ATM 152
E.9.1	Abreviaturas..... 152
E.9.2	Modelo de referencia para el transporte ATM 152
E.9.3	Capacidad de transporte y control de flujo 155
E.9.4	Operaciones y mantenimiento 156
E.10	Modo TPS – TC de portador doble..... 159
E.10.1	Sincronización del reloj con portador doble..... 161
E.10.2	Modos portador doble..... 161
	Apéndice I – Ejemplos de circuitos de prueba..... 163
I.1	Ejemplo de circuito de prueba para inyección de diafonía..... 163
I.2	Ejemplo de circuitos de acoplamiento para medir el equilibrio longitudinal y la tensión de salida longitudinal 163
I.3	Circuito de prueba de la pérdida de retorno..... 164
I.4	Circuito de prueba para la medición de la PSD/potencia total de transmisión..... 164

	Página
Apéndice II – Características típicas de los cables	165
II.1 Características típicas de los cables para el anexo B	165
Apéndice III – Descripción del arranque del regenerador de señal	167
III.1 Arranque iniciado en la STU-R	167
III.2 Arranque iniciado por la STU-C.....	169
III.3 Arranque iniciado por la SRU	170
III.4 Colisiones y reacondicionamientos	170
III.5 Activación del modo diagnóstico	171
Apéndice IV – Bibliografía.....	171

Introducción

La presente Recomendación describe un método de transmisión para el transporte de datos en las redes de acceso de telecomunicaciones. Los transceptores de línea de abonado digital de alta velocidad de un solo par (SHDSL) están diseñados principalmente para funcionar en modo dúplex con cables metálicos de pares trenzados de dos hilos de calibre mixto. Se soporta la opción de funcionamiento a cuatro hilos para aplicaciones de alcance ampliado. Se especifican asimismo los regeneradores de señal opcionales para funcionar en par único o en par doble. Los transceptores SHDSL pueden manejar velocidades de datos simétricas seleccionadas por el usuario en el intervalo de 192 kbit/s a 2312 kbit/s con modulación de impulsos en amplitud con codificación reticular (TCPAM). Se han diseñado manteniendo su compatibilidad espectral con otras tecnologías de transmisión utilizadas en la red de acceso, entre ellas las tecnologías de línea de abonado digital (DSL). Los transceptores SHDSL no soportan la tecnología de división analógica que les permitiría coexistir con el servicio telefónico ordinario (POTS) y la RDSI. Los requisitos regionales, entre ellos las diferencias operativas y los requisitos de calidad de funcionamiento, se especifican en los anexos A, B y C. Los requisitos para los regeneradores de señal se especifican en el anexo D. El anexo E describe las modalidades de alineación de tramas específicas de la aplicación que pueden soportar los transceptores SHDSL.

Recomendación UIT-T G.991.2

Transceptores de línea de abonado digital de alta velocidad de un solo par

1 Alcance

Esta Recomendación describe un método de transmisión para el servicio de línea de abonado digital de alta velocidad de un solo par (SHDSL, *single-pair high-speed digital subscriber line*) para el transporte de datos en las redes de acceso de telecomunicaciones. La presente Recomendación no especifica todos los requisitos que deben cumplir los transceptores SHDSL. Antes bien, tiene por objeto proporcionar la descripción funcional necesaria para lograr la compatibilidad de funcionamiento de los equipos de los distintos fabricantes. Las definiciones de las interfaces del usuario físico y otras características propias de la implementación son ajenas al objeto de esta Recomendación.

La Recomendación UIT-T G.995.1 [B2] (véase el apéndice IV) describe las relaciones entre la presente Recomendación y otras de la serie G.99x.

Las principales características de la presente Recomendación son las siguientes:

- Contiene disposiciones para el funcionamiento en modo dúplex sobre pares metálicos trenzados de dos hilos de calibre mixto y opcionalmente sobre pares metálicos trenzados de cuatro hilos.
- Especifica la funcionalidad de la capa física, por ejemplo: códigos de línea y corrección de errores hacia adelante.
- Especifica la funcionalidad de la capa de enlace de datos, por ejemplo: sincronización de tramas y la alineación de tramas de la aplicación, así como datos de operaciones, administración y mantenimiento (OAM, *operations, administration, and maintenance*).
- Contiene disposiciones para la utilización opcional de repetidores destinados a aumentar el alcance.
- Contiene disposiciones para garantizar la compatibilidad espectral con otras tecnologías de transmisión utilizadas en la red de acceso.
- Contiene disposiciones para el cumplimiento de los requisitos regionales, entre ellos los relativos a las diferencias funcionales y a la calidad de funcionamiento.

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 en vigor.

- [1] UIT-T G.992.1 (1999), *Transceptores de línea de abonado digital asimétrica*.
- [2] UIT-T G.994.1 (2001), *Procedimiento de toma de contacto para transceptores de línea de abonado digital*.
- [3] UIT-T G.997.1 (1999), *Gestión de capa física para transceptores de línea digital de abonado*.

- [4] IETF RFC 1662 (1994), *PPP in HDLC-like Framing*.
- [5] ISO 8601:2000, *Data elements and interchange formats – Information interchange – Representation of dates and times*.
- [6] UIT-T G.996.1 (2001), *Procedimientos de prueba para transceptores de línea de abonado digital*.
- [7] CEI 60950 (1999), *Safety of information technology equipment*.
- [8] 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*.

3 Definiciones y abreviaturas

3.1 Definiciones

En esta Recomendación se definen los términos siguientes.

- 3.1.1 tasa de errores de bit:** Relación del número de bits con errores al número de bits transmitidos en un periodo de tiempo.
- 3.1.2 sentido descendente:** El de STU-C a STU-R (de la central al terminal remoto).
- 3.1.3 bucle:** Inversión del sentido de la información de cabida útil (o sea, de los datos del usuario) en un determinado elemento de la red SHDSL.
- 3.1.4 traductor:** Dispositivo que asocia a cada símbolo de transmisión un grupo de bits.
- 3.1.5 microinterrupción:** Interrupción temporal de la línea.
- 3.1.6 módulo:** Dispositivo cuyas salidas tienen valores limitados (no tiene nada que ver con la operación matemática de módulo).
- 3.1.7 bloque de cabida útil:** Sección de la trama que contiene datos del usuario.
- 3.1.8 plesiócrono:** Tipo de reloj en el que la trama SHDSL se basa en el reloj de transmisión de entrada aunque el reloj de símbolos se base en otro reloj independiente.
- 3.1.9 precodificador:** Dispositivo del transmisor destinado a equalizar ciertas degradaciones del canal.
- 3.1.10 coeficientes del precodificador:** Coeficientes del filtro del precodificador generados en el receptor y transferidos al transmisor.
- 3.1.11 terminal remoto:** Terminal situado en sentido descendente en relación con el sistema de conmutación de la central.
- 3.1.12 aleatorizador:** Dispositivo destinado a aleatorizar los trenes de datos.
- 3.1.13 segmento:** Porción de un tramo entre dos terminaciones (ya sean STU o SRU).
- 3.1.14 elemento de red SHDSL:** La STU-R, la STU-C o una SRU.
- 3.1.15 tramo:** Enlace entre la STU-C y la STU-R, incluidos los regeneradores.
- 3.1.16 conformador espectral:** Dispositivo que modifica las características de frecuencia de una señal.
- 3.1.17 bits de relleno:** Bits suplementarios destinados a sincronizar los trenes de datos independientes.
- 3.1.18 síncrono:** Tipo de reloj en el que la trama SHDSL y los relojes de símbolos se basan en el reloj de transmisión de entrada de la STU-C o en una fuente de temporización de la red asociada.

3.1.19 sentido ascendente: El de la STU-R a la STU-C (del terminal remoto a la central).

3.2 Abreviaturas

En esta Recomendación se utilizan las siguientes siglas.

α	Interfaz entre las capas PMS-TC y TPS-TC de la STU-C
β	Interfaz entre las capas PMS-TC y TPS-TC de la STU-R
γ_C	Interfaz entre la capa TPS-TC y la sección específica de la aplicación de la STU-C
γ_R	Interfaz entre la capa TPS-TC y la sección específica de la aplicación de la STU-R
a_k	Coefficientes del codificador convolucional
AFE	Extremo frontal analógico (<i>analogue front end</i>)
AGC	Control automático de ganancia (<i>automatic gain control</i>)
b_k	Coefficientes del codificador convolucional
BER	Tasa de errores en los bits (<i>bit error ratio</i>)
bit/s	Bits por segundo
C_k	Coefficiente de orden k del precodificador
d.c.; c.c.	Corriente continua (<i>direct current</i>)
CMRR	Relación de rechazo en modo común (<i>common mode rejection ratio</i>)
CO	Control (<i>central office</i>)
CPE	Equipo en las instalaciones del cliente (<i>customer premises equipment</i>)
CRC	Verificación por redundancia cíclica (<i>cyclic redundancy check</i>)
CRC-6	CRC de orden 6 (utilizado en la trama SHDSL)
$crc(X)$	Polinomio de la verificación CRC
DAC	Convertidor de digital a analógico (<i>digital-to-analogue converter</i>)
dBm	dB con referencia a 1 mW, o sea 0 dBm = 1 mW
DLL	Línea local digital (<i>digital local line</i>)
DS	Sentido descendente (<i>downstream</i>)
DSL	Línea de abonado digital (<i>digital subscriber line</i>)
DUT	Dispositivo sometido a prueba (<i>device under test</i>)
EOC	Canal de operaciones incrustado (<i>embedded operations channel</i>)
ES	Segundo con errores (<i>errored second</i>)
f_s	Velocidad de muestreo (<i>sampling rate</i>)
f_{sym}	Velocidad de símbolos
FCS	Secuencia de verificación de trama (<i>frame check sequence</i>)
FEC	Corrección de errores hacia adelante (<i>forward error correction</i>)
FEXT	Telediafonía (<i>far-end crosstalk</i>)
FSW	Palabra de sincronización de trama (<i>frame synchronization word</i>)

$g(X)$	Polinomio generador para CRC (<i>generating polynomial for CRC</i>)
HDLC	Control de enlace de datos de alto nivel (<i>high-level data link control</i>)
HW	Soporte físico (<i>hardware</i>)
I/F	Interfaz
kbit/s	kilobits por segundo
LB	Balance longitudinal (<i>longitudinal balance</i>)
LCL	Atenuación de conversión longitudinal (<i>longitudinal conversion loss</i>)
<i>losd</i>	Bit que indica la pérdida de señal en la interfaz de la aplicación
LOSW	Fallo por pérdida de la palabra de sincronización (<i>loss of sync word failure</i>)
LSB	Bit menos significativo (<i>least significant bit</i>)
LT	Terminación de línea (<i>line termination</i>)
$m(X)$	Polinomio de mensaje de la CRC (<i>message polynomial for CRC</i>)
Mbit/s	Megabits por segundo
MSB	Bit más significativo (<i>most significant bit</i>)
MTU	Unidad de terminación de mantenimiento (<i>maintenance termination unit</i>)
NEXT	Paradiafonía (<i>near-end crosstalk</i>)
NT	Terminación de red (<i>network termination</i>)
OAM	Operaciones, administración y mantenimiento
OH	Tara (<i>overhead</i>)
PAM	Modulación de impulsos en amplitud (<i>pulse amplitude modulation</i>)
PAM-2	Modulación de impulsos en amplitud de dos niveles (utilizado en el arranque) [<i>PAM having two levels (used at startup)</i>]
PBO	Reducción de potencia (<i>power backoff</i>)
PL-OAM	Capa física – OAM (<i>physical layer – OAM</i>)
PMD	Dependiente de los medios físicos (<i>physical media dependent</i>)
PMMS	Sesión de modulación para la medición de la potencia (sondeo de línea) [<i>power measurement modulation session (line probe)</i>]
PMS-TC	Capa de convergencia de transmisión específica de medios físicos (<i>physical media-specific TC layer</i>)
ppm	Partes por millón
PPP	Protocolo punto a punto
<i>ps</i>	Bit del estado de potencia (<i>power status bit</i>)
PSD	Densidad espectral de potencia (<i>power spectral density</i>)
PTD	Dispositivo de terminación del trayecto (equipo de terminación en central) [<i>path terminating device (CO side terminating equipment)</i>]
RDSI-TCM	Múltiplex con compresión en el tiempo de RDSI (definida en UIT-T G.961, véase apéndice IV [B1]) (<i>time-compression multiplexed</i>)
REG	Regenerador de señal

rms	Valor cuadrático medio (<i>root mean square</i>)
RSP	Bit de periodo de silencio del regenerador (<i>regenerator silent period bit</i>)
Rx	Receptor
S/T	Interfaz lógica entre la STU-R y el equipo terminal del usuario conectado
<i>sb</i>	Bit de relleno (<i>stuff bit</i>)
<i>sbid</i>	Bit indicador identificado por el bit de relleno (<i>stuff bit identified indicator bit</i>)
<i>sega</i>	Bit indicador de anomalía en el segmento (<i>segment anomaly indicator bit</i>)
<i>segd</i>	Bit indicador de defecto en el segmento (<i>segment defect indicator bit</i>)
SES	Segundo con muchos errores (<i>severely errored second</i>)
SHDSL	Línea de abonado digital de alta velocidad de un solo par (<i>single-pair high speed digital subscriber line</i>)
SNR	Relación señal-ruido (<i>signal-to-noise ratio</i>)
SRU	Unidad regeneradora SHDSL (<i>SHDSL regenerator unit</i>)
STU	Unidad transceptora SHDSL (<i>SHDSL transceiver unit</i>)
STU-C	STU de la oficina central (<i>STU at the central office</i>)
STU-R	STU del extremo distante (<i>STU at the remote end</i>)
TBD	Por determinar (<i>to be determined</i>)
TC	Capa de convergencia de la transmisión (<i>transmission convergence layer</i>)
TCM	Modulación con código reticular (<i>trellis coded modulation</i>)
TCPAM	Modulación de impulsos en amplitud con codificación reticular (utilizada en modo datos) [<i>trellis coded PAM (used in data mode)</i>]
TPS-TC	Capa de convergencia de transmisión específica del protocolo de transmisión (<i>transmission protocol-specific TC layer</i>)
Tx	Transmisor
U-C	Interfaz de bucle extremo de oficina central (<i>loop interface – central office end</i>)
U-R	Interfaz de bucle extremo de terminal distante (<i>loop interface – remote terminal end</i>)
UAS	Segundo de indisponibilidad (<i>unavailable second</i>)
US	Sentido ascendente (<i>upstream</i>)
UTC	Incapacidad de realizar (<i>unable to comply</i>)
V	Interfaz lógica entre la STU-C y un elemento de la red digital tal como un sistema de conmutación o varios
xDSL	(término colectivo que designa cualquiera de los diversos tipos de tecnologías de línea de abonado digital)

4 Modelos de referencia

4.1 Modelo funcional de la STU-x

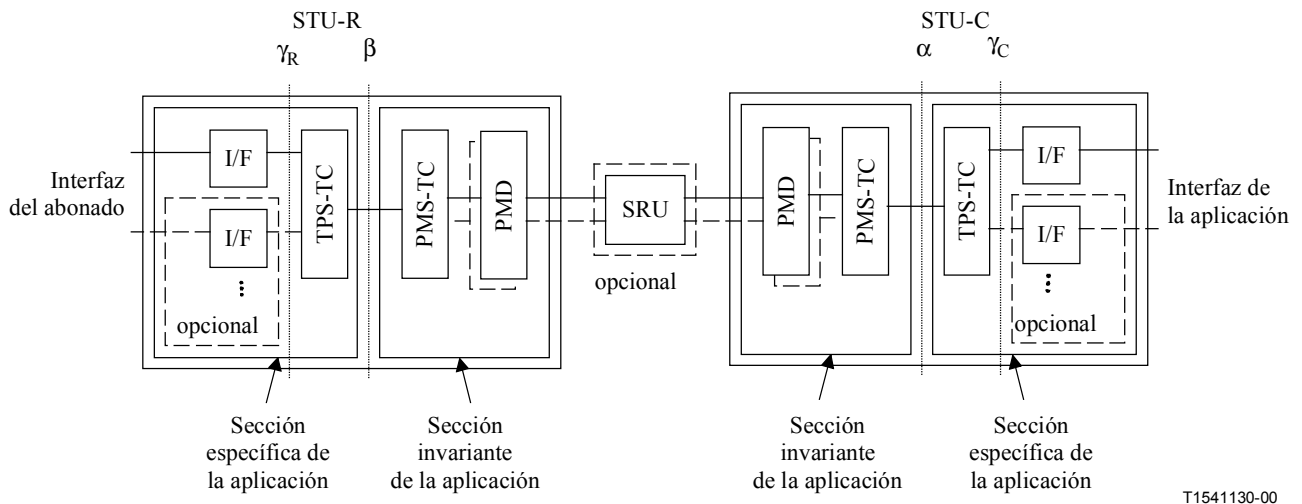


Figura 4-1/G.991.2 – Modelo funcional de la STU-x

La figura 4-1 muestra el diagrama de bloques del transmisor de la unidad transceptora SHDSL (STU, *SHDSL transceiver unit*) con los bloques funcionales e interfaces mencionados en esta Recomendación, poniendo de manifiesto la funcionalidad básica de la STU-R y de la STU-C. Cada STU consta de una sección invariante de la aplicación y de otra específica de la aplicación. La sección invariante de la aplicación está formada por las capas PMD y PMS-TC, mientras que los aspectos específicos de la aplicación se circunscriben a la capa TPS-TC y a las interfaces de dispositivo. De acuerdo con la figura, un tramo SHDSL puede incluir asimismo regeneradores de señal opcionales. Las funciones de gestión, que suelen estar controladas por el sistema de gestión de la red del operador, no se muestran en la figura. La cláusula 9 contiene información detallada sobre las funciones de gestión. Tampoco se muestra en la figura la alimentación de energía a distancia que opcionalmente se efectúa por el tramo desde la STU-C.

Las funciones en el lado de la central constituyen la STU-C [o terminación de línea (LT, *line termination*)]. La STU-C controla las funciones en el lado cliente de la STU-R [o terminación de red entre (NT, *network termination*)] y las de los posibles regeneradores.

La STU-C y la STU-R, junto con la línea local digital (DLL, *digital local line*) y los regeneradores, constituyen el tramo SHDSL. La DLL puede estar formada por un único par trenzado de cobre o, en configuraciones opcionales, dos pares trenzados de cobre. En este último caso, cada STU contiene dos capas PMD independientes, que se conectan a una capa común PMS-TC. Cuando se necesite aumentar el alcance de la transmisión se puede insertar en el bucle uno o más regeneradores de señal en puntos intermedios. Estos puntos deberán escogerse de modo que se cumplan los criterios aplicables a las características de pérdidas de inserción y transmisión del bucle.

Las principales funciones de la capa PMD son las siguientes:

- generación y recuperación de la temporización de símbolos;
- codificación y decodificación;
- modulación y demodulación;
- compensación del eco;

- ecualización de la línea;
- establecimiento del enlace.

La funcionalidad de la capa PMD se describe en detalle en la cláusula 6.

La capa PMS-TC contiene las funciones de alineación y sincronización de las tramas, así como el aleatorizador y el desaleatorizador. La capa PMS-TC se describe en la cláusula 7.

La capa PMS-TC se conecta a través de las interfaces α y β de la STU-C y de la STU-R, respectivamente, a la capa TPS-TC. La capa TPS-TC depende de la aplicación y su función consiste principalmente en el empaquetado de los datos del usuario dentro de la trama SHDSL. Pueden consultarse más detalles en la cláusula 8. Esto puede consistir en la multiplexación, demultiplexación y el alineamiento de la temporización de varios canales de datos del usuario. Los formatos de alineación de tramas de datos del usuario TPS-TC soportados se describen en el anexo E.

La capa TPS-TC se comunica con los bloques de la interfaz a través de las interfaces γ_R y γ_C . Dependiendo de la aplicación específica, puede ser necesario que la capa TPS-TC dé soporte a uno o varios canales de datos del usuario y a las interfaces asociadas. La definición de estas interfaces es ajena al objeto de esta Recomendación.

Obsérvese que las interfaces a α , β , γ_R , y γ_C están concebidas exclusivamente como separaciones lógicas y no tienen por qué ser físicamente accesibles.

4.2 Modelo de referencia del protocolo del plano de usuario

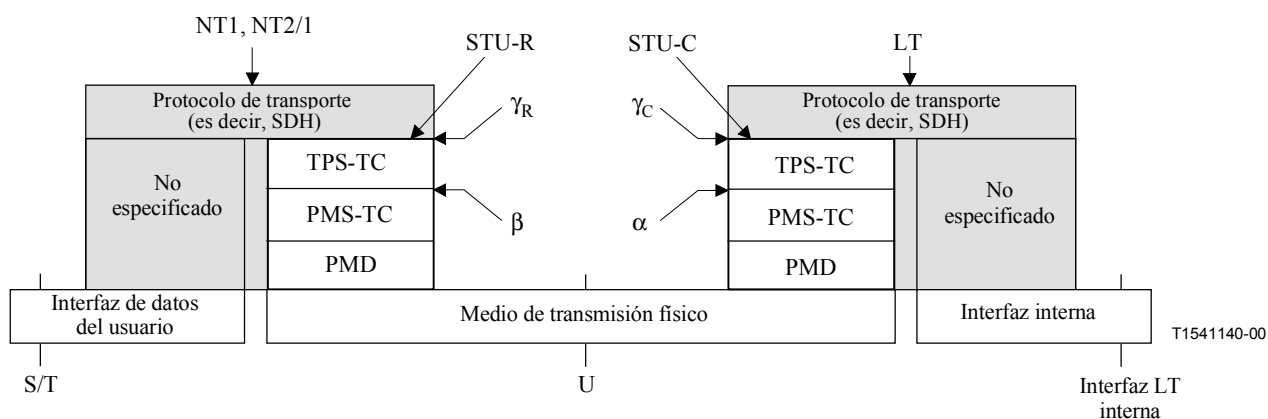


Figura 4-2/G.991.2 – Modelo de referencia del protocolo del plano de usuario

El modelo de referencia del protocolo del plano de usuario mostrado en la figura 4-2 es una representación alternativa de la información mostrada en la figura 4-1. Se utiliza esta figura para subrayar la naturaleza estatificada de la presente Recomendación y para presentar una imagen congruente con los modelos genéricos xDSL mostrados en UIT-T G.995.1 [B2], en el apéndice IV.

4.3 Modelos de aplicación

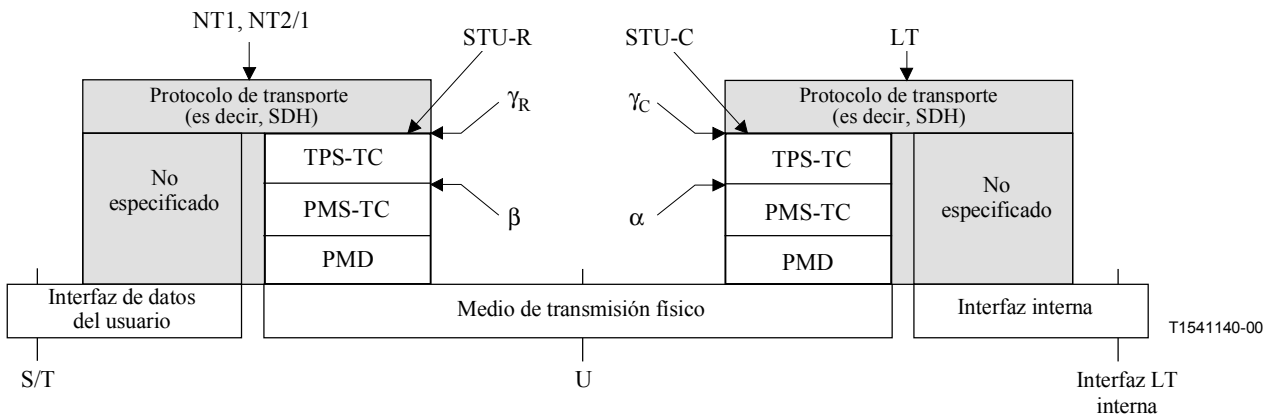


Figura 4-3/G.991.2 – Modelos de aplicación

La figura 4-3 es el modelo de aplicación de un sistema SHDSL característico, mostrando los puntos de referencia y los equipos conectados. En dicha aplicación, la STU-R suele conectarse a uno o varios terminales de usuario, que pueden ser terminales de datos, equipos de telecomunicaciones u otros dispositivos. Las conexiones a estos equipos terminales se denominan puntos de referencia S/T. La conexión entre la STU-R y la STU-C puede contener opcionalmente uno o varios regeneradores de la señal SHDSL (SRU). Las conexiones a las líneas locales digitales (DLL) que unen las STU con las SRU se denominan puntos de referencia U. En las conexiones entre STU-x y SRU, el lado red se denomina interfaz U-R y el lado cliente se denomina interfaz U-C. La STU-C suele conectarse a la red de la central en el punto de referencia V.

5 Capacidad de transporte

Esta Recomendación especifica un modo de funcionamiento a dos hilos para los transceptores SHDSL, capaz de soportar velocidades de datos (cabida útil) de usuario de 192 kbit/s a 2,312 Mbit/s en incrementos de 8 kbit/s. Las velocidades permitidas vienen dadas por $n \times 64 + i \times 8$ kbit/s, siendo $3 \leq n \leq 36$ y $0 \leq i \leq 7$. Cuando $n = 36$, i queda restringido a los valores 0 y 1. Véanse en los anexos A y B detalles de los requisitos regionales particulares.

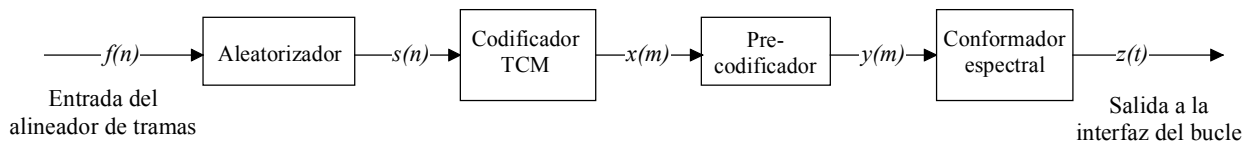
Esta Recomendación especifica asimismo un modo de funcionamiento opcional a cuatro hilos capaz de soportar velocidades de datos (cabida útil) de usuario de 384 kbit/s a 4,624 Mbit/s en incrementos de 16 kbit/s. Véanse asimismo en los anexos A y B los detalles de los requisitos regionales particulares.

6 Características funcionales de la capa PMD

6.1 Funcionamiento en modo datos

6.1.1 Modelo de referencia de la capa PMD en el modo datos de la STU

La figura 6-1 muestra un modelo de referencia de la capa PMD en modo datos de un transmisor STU-C o STU-R.



T1541160-00

Figura 6-1/G.991.2 – Modelo de referencia de la capa PMD en modo datos

El índice temporal n representa el tiempo del bit, el índice temporal m representa el tiempo del símbolo y t representa el tiempo analógico. La entrada del alineador de tramas es $f(n)$, y la salida del aleatorizador $s(n)$. Tanto el alineador de tramas como el aleatorizador están dentro de la capa PMS-TC, y se muestran aquí para mayor claridad. $x(m)$ es la salida del codificador TCM (modulación con código reticular), $y(m)$ es la salida del precodificador del canal y $z(t)$ es la salida analógica del conformador espectral de la interfaz del bucle. Si se transfieren K bits de información por símbolo PAM unidimensional, la duración del símbolo será K veces la duración del bit, de modo que los valores K de n para un cierto valor de m son $\{mK + 0, mK + 1, \dots, mK + K - 1\}$.

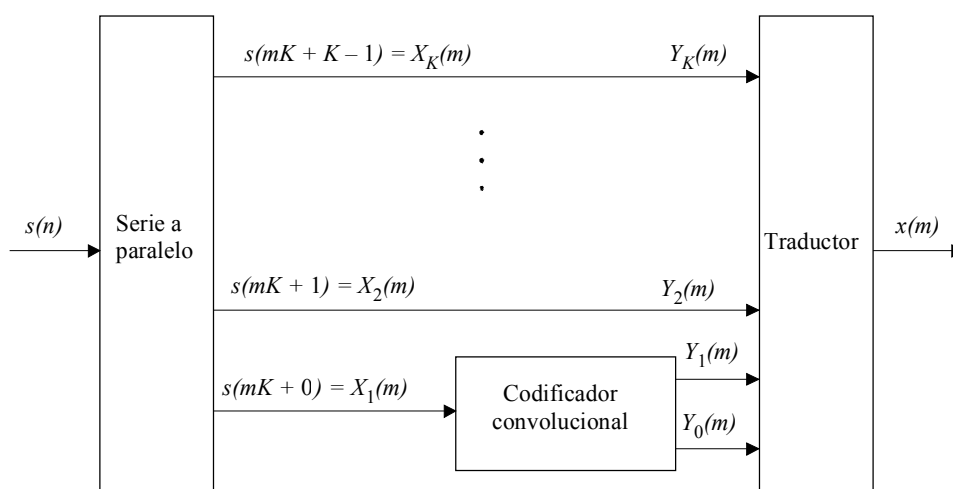
En el modo opcional a cuatro hilos, hay dos subcapas PMD independientes activas – una para cada par de hilos. En este caso, n representa el tiempo del bit para cada par de hilos en vez de la velocidad total de la línea del sistema.

6.1.1.1 Velocidades de la capa PMD

El funcionamiento de la capa PMD a la velocidad de información especificada deberá corresponder a lo expuesto en A.5.1 o B.5.1.

6.1.2 El codificador TCM

La figura 6-2 muestra el diagrama de bloques del codificador TCM. El tren binario serie procedente del aleatorizador, $s(n)$, deberá convertirse en la palabra de K bits en paralelo, en el m -ésimo tiempo de símbolos, siendo procesada a continuación por el codificador convolucional. La palabra resultante, de $K+1$ bits, se corresponderá con uno de los 2^{K+1} niveles predeterminados que forman $x(m)$.



T1541170-00

Figura 6-2/G.991.2 – Diagrama de bloques del codificador TCM

6.1.2.1 El convertidor serie a paralelo

El tren binario serie procedente del aleatorizador, $s(n)$ deberá convertirse a una palabra de K bits en paralelo $\{X_1(m) = s(mK + 0), X_2(m) = s(mK + 1), \dots, X_K(m) = s(mK + K-1)\}$ en el m -ésimo tiempo de símbolos, siendo $X_1(m)$ el primer bit de entrada en el tiempo.

6.1.2.2 El codificador convolucional

La figura 6-3 muestra el codificador convolucional no sistemático predictivo. T_s es el retardo de un tiempo de símbolo, " \oplus " es el OR exclusivo binario y " \otimes " es el AND binario. $X_1(m)$ se aplica al codificador convolucional, se computan $Y_1(m)$ e $Y_0(m)$ y a continuación $X_1(m)$ se introduce en el registro de desplazamiento.

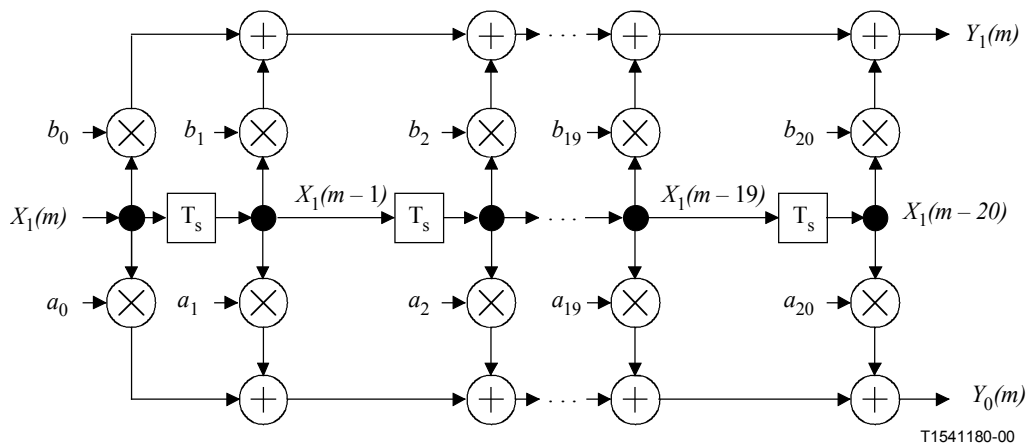


Figura 6-3/G.991.2 – Diagrama de bloques del codificador convolucional

Los coeficientes binarios a_i y b_i deberán pasar del receptor al decodificador durante la fase de activación especificada en 7.2.1.3. A y B constituyen la representación numérica de estos coeficientes, de modo tal que:

$$A = a_{20} \cdot 2^{20} + a_{19} \cdot 2^{19} + a_{18} \cdot 2^{18} + \dots + a_0 \cdot 2^0, \text{ y } B = b_{20} \cdot 2^{20} + b_{19} \cdot 2^{19} + b_{18} \cdot 2^{18} + \dots + b_0 \cdot 2^0$$

La elección de los coeficientes del codificador es peculiar de cada fabricante, aunque deberán escogerse para cumplir los requisitos de calidad de funcionamiento del sistema (véanse los requisitos de la calidad de funcionamiento en los anexos A y B).

6.1.2.3 El traductor

Los $K + 1$ bits $Y_K(m), \dots, Y_1(m)$, e $Y_0(m)$ deben hacerse corresponder a un nivel $x(m)$. El cuadro 6-1 muestra la correspondencia entre bits y niveles para el caso de 16 niveles.

Cuadro 6-1/G.991.2 – Correspondencia entre bits y niveles de PAM

$Y_3(m)$	$Y_2(m)$	$Y_1(m)$	$Y_0(m)$	$x(m)$ para 16-PAM
0	0	0	0	-15/16
0	0	0	1	-13/16
0	0	1	0	-11/16
0	0	1	1	-9/16
0	1	0	0	-7/16
0	1	0	1	-5/16
0	1	1	0	-3/16
0	1	1	1	-1/16
1	1	0	0	1/16
1	1	0	1	3/16
1	1	1	0	5/16
1	1	1	1	7/16
1	0	0	0	9/16
1	0	0	1	11/16
1	0	1	0	13/16
1	0	1	1	15/16

6.1.3 El precodificador de canal

La figura 6-4 muestra el diagrama de bloques del precodificador de canal. T_s es el retardo de un tiempo de símbolo.

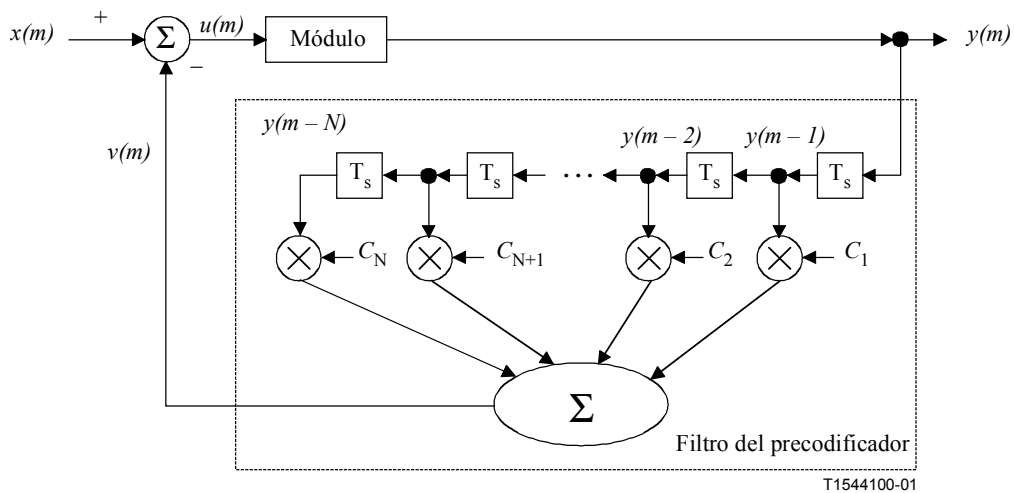


Figura 6-4/G.991.2 – Diagrama de bloques del precodificador de canal

Los coeficientes del filtro del precodificador, C_k , deberán transferirse al precodificador del canal en la forma descrita en 7.2.1.2. La salida del filtro del precodificador, $v(m)$, deberá calcularse del siguiente modo:

$$v(m) = \sum_{k=1}^N C_k y(m-k)$$

Siendo $128 \leq N \leq 180$. La función del bloque módulo consistirá en la determinación de $y(m)$ del siguiente modo: para cada valor de $u(m)$, hallar un entero, $d(m)$, tal que:

$$-1 \leq u(m) + 2d(m) < 1$$

y entonces:

$$y(m) = u(m) + 2d(m)$$

6.1.4 El conformador espectral

El conformador espectral escogido deberá ser específico de la región. Los detalles de la densidad espectral de potencia de las regiones A y B figuran en A.3.3.8 y B.4.

6.1.5 Reducción de potencia

Los dispositivos SHDSL deberán implementar la reducción de potencia especificada en esta cláusula. Los valores seleccionados se comunicarán durante la preactivación utilizando la selección de parámetros G.994.1.

El valor de la reducción de potencia deberá cumplir los requisitos del cuadro 6-2. Los cálculos de la reducción de potencia se realizarán de acuerdo con la atenuación de potencia estimada (EPL, *estimated power loss*), definida como:

Atenuación de potencia estimada (dB) = Potencia Tx (dBm) – Potencia Rx estimada (dBm), correspondiente a la densidad espectral de potencia en modo datos.

No se define aquí explícitamente el método de cálculo de la potencia Rx estimada. Dependiendo de la aplicación, este valor puede calcularse a partir de los resultados del sondeo de línea, de los conocimientos *a priori*, o de los niveles de tono G.994.1.

La reducción de potencia aplicada deberá estar comprendida entre el valor por defecto y el máximo, y no deberá exceder el valor de reducción de potencia máxima.

Cuadro 6-2/G.991.2 – Valores de los requisitos de reducción de potencia

Atenuación de potencia estimada (dB)	Reducción de potencia máxima (dB)	Reducción de potencia por defecto (dB)
EPL > 6	31	0
6 ≥ EPL > 5	31	1
5 ≥ EPL > 4	31	2
4 ≥ EPL > 3	31	3
3 ≥ EPL > 2	31	4
2 ≥ EPL > 1	31	5
1 ≥ EPL > 0	31	6

6.2 Secuencia de activación de la capa PMD

Esta cláusula describe las formas de onda en la interfaz del bucle y los procedimientos asociados durante el modo de activación. La especificación directa de la calidad de funcionamiento de los elementos individuales del receptor se omite siempre que sea posible. Por el contrario, las características del transmisor se especifican individualmente, especificándose la calidad de funcionamiento del receptor con carácter genérico como calidad agregada de todos sus componentes. Se exceptúan los casos en los que la calidad de funcionamiento individual del receptor es vital para el interfuncionamiento. En 6.2.2, se entiende por "convergencia" la situación en la que todos los componentes adaptables han alcanzado el régimen permanente. Por consiguiente la declaración de convergencia por parte del transceptor depende del fabricante. No obstante, se especifican acciones basadas en el estado de convergencia para mejorar el interfuncionamiento.

6.2.1 Modelo de referencia de activación de la capa PMD

La figura 6-5 muestra el modelo de referencia del modo de activación del transmisor STU-C o del STU-R.

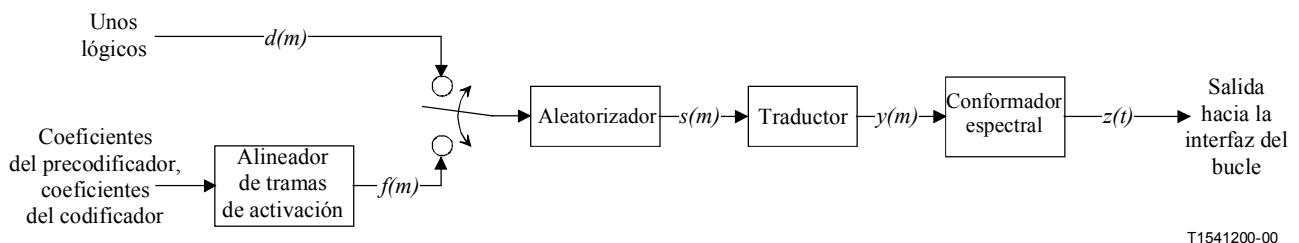


Figura 6-5/G.991.2 – Modelo de referencia de activación

El índice m de tiempo representa el tiempo de símbolos, y t el tiempo analógico. El arranque se realiza en modulación PAM-2, y por consiguiente el tiempo de bits es equivalente al tiempo de símbolos. La salida del alineador de tramas de activación es $f(m)$, o sea los bits de información alineados en tramas. La salida del aleatorizador es $s(m)$. Tanto el alineador de tramas como el aleatorizador se encuentran en la capa PMS-TC y se muestran aquí para mayor claridad. La salida del traductor es $y(m)$, y la salida del conformador espectral en la interfaz del bucle es $z(t)$. $d(m)$ es una señal de inicialización formada por unos lógicos para todos los m . El formato de modulación deberá ser PAM-2 sin codificar, a la velocidad de símbolos seleccionada para el funcionamiento en modo datos.

En los dispositivos que soporten el modo opcional a cuatro hilos, el procedimiento de activación de cada par será independiente. Dichos dispositivos deberán poder detectar el fin de la activación de ambos pares iniciando acto seguido la transmisión de los datos del usuario por ambos pares.

6.2.2 Descripción de la secuencia de activación de la capa PMD

La figura 6-6 muestra la secuencia de activación del diagrama de temporización. El diagrama de transición de estados correspondiente a la secuencia de arranque se muestra en la figura 6-7. Las señales de la secuencia de activación deberán satisfacer las tolerancias del cuadro 6-3.

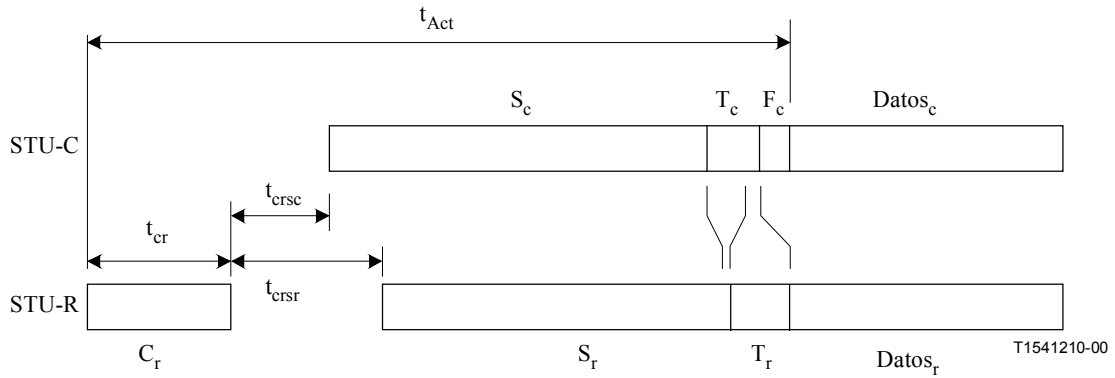


Figura 6-6/G.991.2 – Diagrama de temporización correspondiente a la secuencia de activación

La figura 6-6 muestra la secuencia de activación total a alto nivel según G.991.2, incluidas la preactivación y la activación fundamental. Se incluyen como ejemplo en la fase de preactivación dos sesiones de toma de contacto según G.994.1 y sondeo de línea.

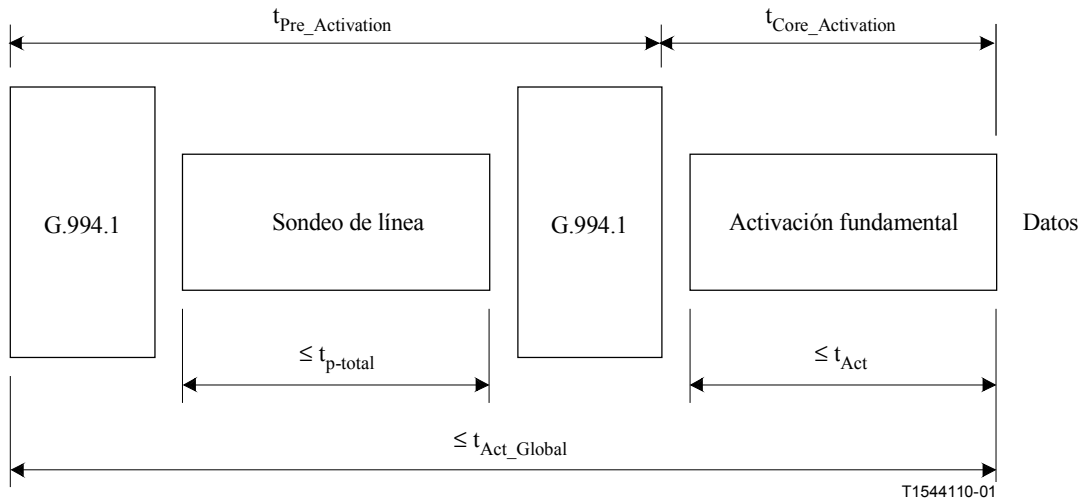


Figura 6-6a/G.991.2 – Secuencia de activación total G.991.2

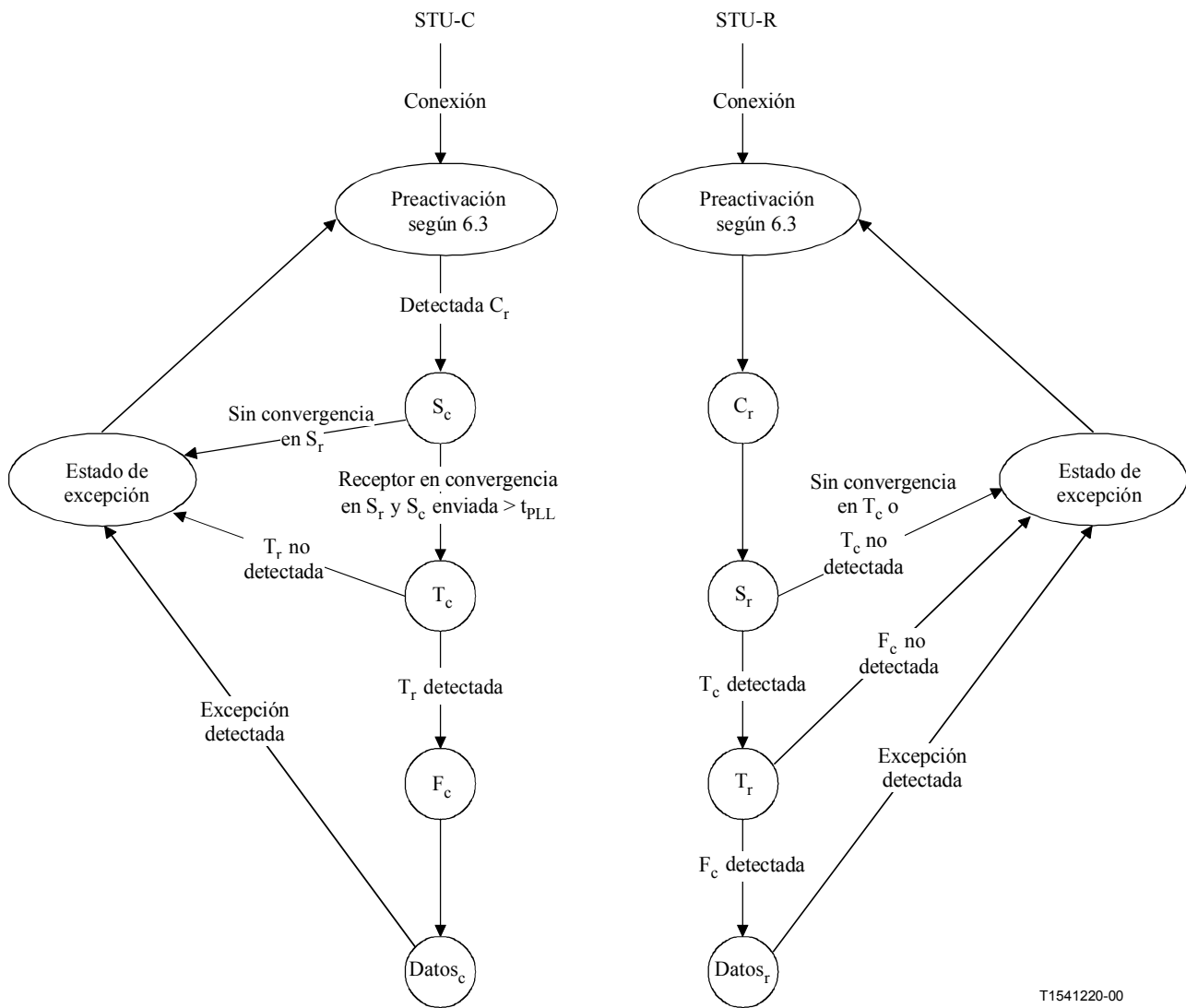
El tiempo de activación global es la suma de los tiempos de preactivación y activación fundamental. Por lo tanto, a partir de la figura 6-6a se concluye que:

$$t_{\text{Pre-Activation}} + t_{\text{Core-Activation}} \leq t_{\text{Act_Global}}$$

donde $t_{\text{Pre-Activation}}$ es la duración combinada de las sesiones de G.994.1 (véase 6.4) y el sondeo de línea (véase 6.3), y $t_{\text{Core-Activation}}$ es la duración de la activación fundamental (véase 6.2). Los valores de t_{Act} y $t_{\text{Act_Global}}$ se definen en el cuadro 6-3. El valor de $t_{\text{p-total}}$ se da en el cuadro 6-5.

Cuadro 6-3/G.991.2 – Temporización de las señales de activación

Tiempo	Parámetro	Referencia	Valor nominal	Tolerancia
t_{cr}	Duración de C_r	Véase 6.2.2.1	$1 \times \beta \text{ s}^*$	$\pm 20 \text{ ms}$
t_{crsc}	Tiempo desde el final de C_r hasta el principio de S_c	Véase 6.2.2.2	500 ms	$\pm 20 \text{ ms}$
t_{crsr}	Tiempo desde el final de C_r hasta el principio de S_r	Véase 6.2.2.3	$1,5 \times \beta \text{ s}^*$	$\pm 20 \text{ ms}$
t_{act}	Tiempo máximo desde el comienzo de C_r a $Data_r$		$15 \times \beta \text{ s}^*$	
$t_{PayloadValid}$	Tiempo máximo desde el comienzo de $Data_c$ o $Data_r$ hasta que los datos de cabida útil SHDSL sean válidos		1 s	
$t_{Silence}$	Tiempo mínimo de silencio desde la condición de excepción hasta el principio del tren		2 s	
t_{PLL}	Tiempo máximo desde el comienzo de S_c hasta el enganche en PLL de la STU-R		5 s	
t_{act_global}	Tiempo máximo desde el comienzo de la sesión de preactivación (6.3) hasta $Data_r$		30 s	
* β depende de la velocidad de bits. $\beta = 1$ para $n > 12$, $\beta = 2$ para $n \leq 12$, donde n se define en la cláusula 5.				



T1541220-00

Figura 6-7/G.991.2 – Diagrama de transición del estado de activación de los transmisores STU-C y STU-R

6.2.2.1 La señal C_r

Una vez terminada la secuencia de preactivación (en UIT-T G.994.1 [2], véase 6.3 para más detalles), la STU-R deberá enviar C_r . La forma de onda C_r se generará conectando la señal $d(m)$ a la entrada del aleatorizador de la STU-R como muestra la figura 6-5. La máscara de la densidad espectral de potencia (PSD) para C_r deberá ser la del sentido ascendente, negociada durante la secuencia de preactivación. C_r deberá tener una duración de t_{cr} y deberá enviarse 0,3 s después del final de la preactivación.

6.2.2.2 La señal S_c

Una vez detectada C_r , la STU-C deberá enviar S_c . La forma de onda S_c se generará conectando la señal $d(m)$ a la entrada del aleatorizador de la STU-C como muestra la figura 6-5. La máscara de PSD correspondiente a S_c deberá ser la del sentido descendente, negociada durante la secuencia de preactivación. S_c deberá enviarse t_{crsc} después del final de C_r . Si la STU-C no converge durante la transmisión de S_c , entrará en el estado de excepción (6.2.2.8).

6.2.2.3 La señal S_r

La STU-R deberá empezar a enviar S_r , t_{crsr} después del final de C_r . La forma de onda S_r se generará conectando la señal $d(m)$ a la entrada del aleatorizador STU-R como muestra la figura 6-5. La máscara de PSD correspondiente a S_r deberá coincidir con la de C_r . Si la STU-R no converge o no detecta T_c durante la transmisión de S_r , entrará en el estado de excepción (6.2.2.8). El medio de detección de T_c depende del fabricante. En los modos que soportan la temporización en bucle, la forma de onda S_r y todas las señales subsiguientes transmitidas por la STU-R deberán estar temporizadas en bucle, es decir que el reloj de símbolos de la STU-R deberá estar enganchado al reloj de símbolos de la STU-C.

6.2.2.4 La señal T_c

Una vez que la STU-C ha convergido y ha estado enviando S_c durante t_{PLL} como mínimo (cuadro 6-3), deberá proceder a enviar T_c . La forma de onda T_c contiene los coeficientes del precodificador y otra información del sistema. T_c se generará conectando la señal $f(m)$ a la entrada del aleatorizador de la STU-C como muestra la figura 6-5. La máscara de PSD para T_c deberá coincidir con la de S_c . La señal $f(m)$ es la información de la trama de activación descrita en 7.2.1. Si la STU-C no detecta T_r mientras está enviando T_c , deberá entrar en el estado de excepción (6.2.2.8). El método de detección de t_r depende del fabricante.

6.2.2.5 La señal T_r

Una vez que la STU-R ha convergido y detectado la señal T_c , deberá enviar T_r . La forma de onda T_r contiene los coeficientes del precodificador y otra información del sistema. T_r se generará conectando la señal $f(m)$ a la entrada del aleatorizador STU-R como muestra la figura 6-5. La máscara de PSD correspondiente a T_r deberá coincidir con la de C_r . La señal $f(m)$ es la información de la trama de activación descrita en 7.2.1. Si la STU-R no detecta F_c mientras está enviando T_r deberá entrar en el estado de excepción (6.2.2.8). El método de detección de F_c depende del fabricante.

6.2.2.6 La señal F_c

Una vez que la STU-C ha detectado T_r y completado el envío de la trama T_c actual, deberá enviar F_c . El primer bit de la primera trama F_c deberá seguir inmediatamente al último bit de la última trama T_c . La señal F_c se generará conectando la señal $f(m)$ a la entrada del aleatorizador de la STU-C como muestra la figura 6-5. La máscara de PSD correspondiente a F_c deberá coincidir con la de S_c . La señal $f(m)$ es la información de la trama de activación descrita en 7.2.1 con las siguientes excepciones: la palabra de sincronización de trama deberá invertirse en el tiempo y los bits de información útil deberán tener valores arbitrarios. La verificación CRC deberá calcularse en base a esta información útil de valor arbitrario. La señal F_c deberá transmitirse exactamente durante dos tramas de activación. Una vez transmitido el primer bit de F_c , los datos útiles de la señal T_r se ignorarán.

6.2.2.7 $Data_c$ y $Data_r$

Antes de que transcurran 200 símbolos tras el final de la segunda trama de F_c , la STU-C deberá entrar en modo datos y enviar $Data_c$, y la STU-R deberá entrar en modo datos y enviar $Data_r$. Estas señales TCPAM se describen en 6.1. La máscara de PSD correspondiente a $Data_r$ y a $Data_c$ deberá ajustarse a A.4 o a B.4 en función de lo negociado durante la frecuencia de preactivación. No se exige ninguna relación entre el final de la trama de activación y los bits de la trama SHDSL en modo

datos. Una vez transcurrido el tiempo $t_{\text{payloadValid}}$ (cuadro 6-3) después del final de F_c , los datos útiles SHDSL deberá ser válidos en la interfaz α o en la β .

6.2.2.8 El estado de excepción

Si no se produce la activación en el intervalo t_{act} (cuadro 6-3) o si no se completan la preactivación y activación durante el $t_{\text{act_global}}$ (cuadro 6-3) o si se produce cualquier condición de excepción, deberá invocarse el estado de excepción. Durante el estado de excepción la STU deberá permanecer en silencio durante un periodo t_{silence} como mínimo (cuadro 6-3), esperar a que termine la transmisión desde el extremo remoto y acto seguido volver al correspondiente estado de arranque inicial; la STU-R y la STU-C deberán comenzar la preactivación de acuerdo con 6.3.

6.2.2.9 La condición de excepción

Deberá declararse la condición de excepción durante la activación cuando se superen los plazos del cuadro 6-3 o ante cualquier evento anormal definido por el fabricante. Deberá definirse la condición de excepción durante el modo datos cuando se produzca un evento anormal definido por el fabricante. El evento anormal definido por el fabricante es cualquiera que necesite reiniciar el bucle para recuperarse.

6.2.3 El alineador de tramas y el aleatorizador

El alineador de tramas y el aleatorizador en modo de activación se describen en 7.2.

6.2.4 El traductor

Los bits de salida del aleatorizador, $s(m)$ deberán corresponderse con los niveles de salida, $y(m)$, del siguiente modo:

Cuadro 6-4/G.991.2 – Correspondencia entre bits y niveles

Salida del aleatorizador $s(m)$	Nivel de salida del traductor, $y(m)$	Índice en modo datos
0	-9/16	0011
1	+9/16	1000

Estos niveles corresponden a las salidas del aleatorizador 0 y 1, deberán ser idénticos a los niveles de la constelación TCPAM-16 (cuadro 6-1) correspondientes a los índices 0011 y 1000 respectivamente.

6.2.5 El conformador espectral

Para el modo datos y el modo activación deberá utilizarse el mismo conformador espectral descrito en A.4 o B.4.

6.2.6 Límites temporales

El cuadro 6-3 muestra los límites temporales del sistema con sus correspondientes valores. t_{act} es el tiempo máximo entre el comienzo de C_r y el comienzo de Data_r . Controla la duración total del tren. $t_{\text{payloadValid}}$ es el tiempo que transcurre entre el comienzo del modo datos y el instante en que resultan válidos los datos útiles SHDSL (aquí se incluyen los tiempos de establecimiento, de evacuación de datos, de sincronización de tramas, etc.). t_{silence} es el tiempo mínimo en el estado de excepción durante el que la STU-C o la STU-R permanecen en silencio antes de volver a la preactivación (de acuerdo con lo especificado en UIT-T G.994.1 [2], véase 6.3 para más detalles). t_{PLL} es el tiempo asignado para que la STU-R obtenga la temporización de STU-C. La STU-C deberá transmitir S_c durante un periodo t_{PLL} como mínimo.

6.3 Secuencia de preactivación de la capa PMD

Esta cláusula describe las formas de onda en la interfaz del bucle y los procedimientos asociados durante el modo de preactivación. Se ha evitado en lo posible la especificación explícita de la calidad de funcionamiento de los componentes individuales del receptor. Por el contrario, las características del transmisor se especifican individualmente y la calidad de funcionamiento del receptor se especifica de forma genérica como calidad de funcionamiento agregada de todos sus componentes. Se exceptúan aquellos casos en los que la calidad de funcionamiento de un componente aislado del receptor es esencial para el interfuncionamiento.

En el modo opcional a cuatro hilos, los pares 1 y 2 se determinarán durante la secuencia de preactivación. El par 1 deberá definirse como aquel en el que tenga lugar la última transacción G.994.1.

6.3.1 El modelo de referencia de preactivación de la capa PMD

La figura 6-8 muestra el modelo de referencia del modo de preactivación de un transmisor STU-C o STU-R.

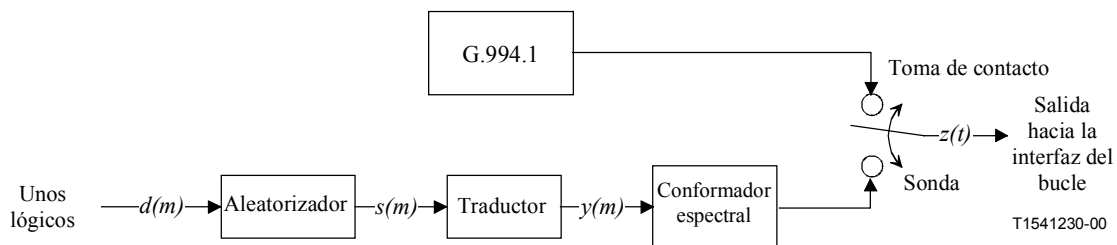


Figura 6-8/G.991.2 – Modelo de referencia de la preactivación

El índice temporal m representa el tiempo de símbolos y t representa el tiempo analógico. Como la señal sonda se modula en PAM-2, el tiempo de los bits es equivalente al tiempo de símbolos. La salida del aleatorizador es $s(m)$. El aleatorizador utilizado en la preactivación de la capa PMD puede diferir del aleatorizador PMS-TC utilizado en los modos de activación y datos. Véase en 6.3.3 los detalles del aleatorizador de preactivación. La salida del traductor es $y(m)$ y la salida del conformador espectral en la interfaz del bucle es $z(t)$. $d(m)$ es una señal de inicialización que estará formada por unos lógicos para cualquier valor de m . El formato de modulación de la sonda será PAM-2 sin codificar, escogiéndose la velocidad de símbolos, forma espectral, duración y reducción de potencia de acuerdo con UIT-T G.994.1. El intercambio de los resultados del sondeo se efectuará con arreglo a UIT-T G.994.1.

En el modo opcional a cuatro hilos, el intercambio G.994.1 deberá ajustarse a los procedimientos definidos para el funcionamiento con varios pares. En este caso, las señales P_{ri} y P_{ci} descritas a continuación se enviarán en paralelo sobre ambos pares de hilos.

6.3.2 Descripción de la secuencia de preactivación de la capa PMD

La figura 6-9 muestra el diagrama de temporización característico de la secuencia de preactivación. Cada señal de la secuencia de preactivación deberá cumplir las tolerancias del cuadro 6-5.

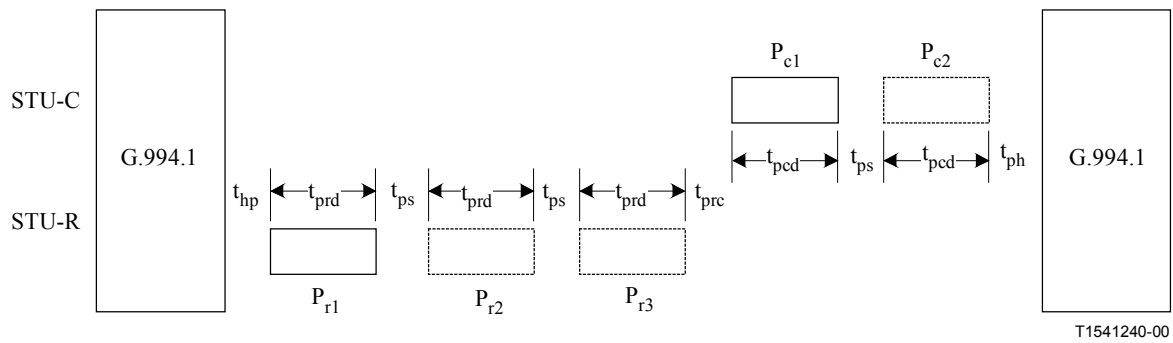


Figura 6-9/G.991.2 – Diagrama de temporización característico de la secuencia de preactivación

Cuadro 6-5/G.991.2 – Temporización de las señales de preactivación (nota)

Tiempo	Parámetro	Valor nominal	Tolerancia
t_{hp}	Tiempo desde el final de la toma de contacto hasta el principio de la sonda remota	0,2 s	± 10 ms
t_{prd}	Duración de la sonda remota	Seleccionable entre 50 ms y 3,1 s	± 10 ms
t_{ps}	Tiempo de separación de las dos secuencias de sondeo	0,2 s	± 10 ms
t_{prc}	Tiempo de separación entre la última secuencia de sonda remota y la primera central	0,2 s	± 10 ms
t_{pcd}	Duración de la sonda central	Seleccionable entre 50 ms y 3,1 s	± 10 ms
t_{ph}	Tiempo desde el final de la sonda central hasta el principio de la toma de contacto	0,2 s	± 10 ms
$t_{p-total}$	Duración total del sondeo, desde el final de la primera sesión G.994.1 hasta el principio de la segunda sesión G.994.1	10 s como máximo	

NOTA – Las tolerancias están referidas a valores nominales o ideales y no son acumulativas a lo largo de la secuencia de preactivación.

6.3.2.1 La señal P_{ri}

Si durante la sesión G.994.1 se selecciona el sondeo de línea, que es opcional, (véase más información en UIT-T G.994.1 [2]), la STU-R enviará la señal de sonda remota. La velocidad de símbolos de la señal de sonda remota se negociará durante la sesión G.994.1 y corresponderá a la velocidad de símbolos utilizada durante la activación para la velocidad de datos especificada. Cuando durante la sesión G.994.1 se negocien varias velocidades de símbolos para la sonda remota, las diversas señales de sonda se generarán comenzando con la mínima velocidad de símbolos negociada y terminando con la máxima. P_{ri} es la i -ésima señal de sonda (correspondiente a la i -ésima velocidad de símbolos negociada). La forma de onda P_{ri} deberá generarse conectando la señal $d(m)$ a la entrada del aleatorizador STU-R como muestra la figura 6-8. La máscara de PSD correspondiente a P_{ri} deberá ser la ascendente utilizada para la señal C_r a la misma velocidad de símbolos y deberá poder seleccionarse entre las PSD de activación a velocidades de datos comprendidas entre 192 kbit/s y 2304 kbit/s en saltos de 64 kbit/s. Otra posibilidad es seleccionar la forma de onda P_{ri} para transmitir silencio. La duración (t_{prd}) y la reducción de potencia será las mismas para todas las

P_{ri} , y se negociarán durante la sesión G.994.1. La duración será seleccionable entre 50 ms y 3,1 s en saltos de 50 ms, y la reducción de potencia será seleccionable entre 0 dB y 15 dB en saltos de 1 dB. La reducción de potencia de la señal de sondeo puede seleccionarse a partir de la potencia de la señal G.994.1 o de los conocimientos *a priori*. A falta de otra información, conviene que los implementadores seleccionen una reducción de potencia de sonda de 6 dB como mínimo. La primera señal de sonda remota deberá empezar t_{hp} después de terminar la sesión G.994.1. Deberá haber un intervalo de silencio de t_{ps} segundos entre señales de sonda remota sucesivas.

En el modo opcional a cuatro hilos, P_{ri} deberá enviarse en paralelo por ambos pares de cable.

6.3.2.2 La señal P_{ci}

La STU-C deberá enviar la señal de sonda central t_{prc} después del final de la última señal de sonda remota. La velocidad de símbolos correspondiente a la señal de sonda central deberá negociarse durante la sesión G.994.1 y corresponderá a la velocidad de símbolos utilizada durante la activación, para la velocidad de datos especificada. Cuando durante la sesión G.994.1 se negocien varias velocidades de símbolos para la sonda central, las diversas señales de sonda se generarán comenzando con la mínima velocidad de símbolos negociada y terminando con la máxima. La forma de onda P_{ci} es la i -ésima señal de sonda (correspondiente a la i -ésima velocidad de símbolos negociada). La forma de onda P_{ci} se generará conectando la señal $d(m)$ a la entrada del aleatorizador STU-C como muestra la figura 6-8. La máscara de PSD correspondiente a P_{ci} deberá ser la descendente utilizada para la señal S_c a la misma velocidad de símbolos y será seleccionable entre las densidades espectrales de potencia de activación a velocidades de datos comprendidas entre 192 kbit/s y 2304 kbit/s en saltos de 64 kbit/s. También puede seleccionarse la forma de onda P_{ri} para transmitir silencio. La duración (t_{pcd}) y la reducción de potencia deberán ser las mismas para todas las P_{ci} y negociarse durante la sesión G.994.1. La duración se seleccionará entre 50 ms y 3,1 s en saltos de 50 ms y la reducción de potencia se seleccionará entre 0 dB y 15 dB en saltos de 1 dB. La reducción de potencia de la señal de sondeo puede seleccionarse o bien a partir de la potencia de la señal G.994.1 recibida o de los conocimientos *a priori*. A falta de otra información conviene que los implementadores seleccionen una reducción de potencia de sonda de 6 dB como mínimo. Entre dos señales sucesivas de sonda remota deberá haber un intervalo de silencio de t_{ps} segundos, debiendo transcurrir un intervalo de silencio de t_{ph} segundos entre la última señal de sonda central y el comienzo de la siguiente sesión G.994.1.

En el modo opcional a cuatro hilos, P_{ci} deberá enviarse en paralelo por ambos pares de hilos.

6.3.3 El aleatorizador

El aleatorizador en modo de preactivación deberá tener la misma estructura básica que en modo datos aunque con un polinomio aleatorizador distinto. Durante la sesión G.994.1 el receptor deberá seleccionar el polinomio aleatorizador para la secuencia de sondeo de línea, del conjunto de polinomios aleatorizadores permitidos del cuadro 6-6. El transmisor deberá aceptar todos los polinomios del cuadro 6-6. Durante la secuencia de sondeo de línea, el aleatorizador transmisor deberá utilizar el polinomio aleatorizador seleccionado por el receptor durante la sesión G.994.1. El aleatorizador deberá inicializarse a todos ceros.

Cuadro 6-6/G.991.2 – Polinomios del aleatorizador de preactivación

Índice del polinomio (i₂, i₁, i₀)	Polinomio de la STU-C	Polinomio de la STU-R
0 0 0	$s(m) = s(m-5) \oplus s(m-23) \oplus d(m)$	$s(m) = s(m-18) \oplus s(m-23) \oplus d(m)$
0 0 1	$s(m) = s(m-1) \oplus d(m)$	$s(m) = s(m-1) \oplus d(m)$
0 1 0	$s(m) = s(m-2) \oplus s(m-5) \oplus d(m)$	$s(m) = s(m-3) \oplus s(m-5) \oplus d(m)$
0 1 1	$s(m) = s(m-1) \oplus s(m-6) \oplus d(m)$	$s(m) = s(m-5) \oplus s(m-6) \oplus d(m)$
1 0 0	$s(m) = s(m-3) \oplus s(m-7) \oplus d(m)$	$s(m) = s(m-4) \oplus s(m-7) \oplus d(m)$
1 0 1	$s(m) = s(m-2) \oplus s(m-3) \oplus s(m-4) \oplus s(m-8) \oplus d(m)$	$s(m) = s(m-4) \oplus s(m-5) \oplus s(m-6) \oplus s(m-8) \oplus d(m)$
1 1 0	Reservado	Reservado
1 1 1	No permitido	No permitido

6.3.4 El traductor

La correspondencia entre los bits de salida del aleatorizador, $s(m)$ y el nivel de salida, $y(m)$, se establecerá de acuerdo con lo especificado en 6.2.4.

6.3.5 El conformador espectral

En modo datos y en modo de activación se utilizará el mismo conformador espectral descrito en 6.1.4.

6.3.6 Margen deseado PMMS

El receptor utiliza el margen deseado PMMS para determinar si, con este margen, se puede soportar una velocidad de datos en presencia del ruido actual y/o el ruido del caso más desfavorable de referencia especificado en los anexos A y B. Se podrá incluir una velocidad de datos en la lista de capacidades que resulta del sondeo de línea, solamente si la SNR estimada, asociada con esta velocidad de datos, menos la SNR requerida para que $BER=10^{-7}$ es mayor o igual que el margen deseado, en dB. Si se especifican el margen deseado del caso más desfavorable y el margen deseado de la condición existente, las capacidades intercambiadas serán la intersección de las velocidades de datos calculadas utilizando cada condición de ruido separadamente.

La utilización de márgenes deseados negativos, con respecto al ruido de referencia del caso más desfavorable, corresponde al ruido de referencia con menos fuentes de perturbación. Esto puede aplicarse cuando se sepa que el número de fuentes de perturbación es considerablemente menor que el especificado por el ruido del caso más desfavorable de referencia. No se aconseja la utilización de márgenes deseados negativos con respecto a las condiciones existentes. La utilización del modo margen deseado de las condiciones existentes puede provocar reacondicionamientos si el entorno de ruido cambia de una manera significativa.

6.4 Secuencia de preactivación G.994.1

Como se explicó en 6.3, deberá utilizarse UIT-T G.994.1 [2] para comenzar la secuencia de preactivación. La sonda de línea de preactivación descrita en dicha cláusula deberá ir seguida por una segunda secuencia G.994.1. El protocolo G.994.1 constituirá el mecanismo de intercambio de capacidades y de negociación de los parámetros de funcionamiento de las conexiones SHDSL. La utilización de una secuencia de sonda de línea, como la descrita en 6.3 es opcional. Si cada STU

tiene suficientes conocimientos *a priori* de las características de la línea y de las capacidades de la otra STU, ya sea procedente de una conexión anterior o programada por el usuario, puede obviarse la secuencia de sonda de línea. En este caso la secuencia G.994.1 irá seguida de la activación SHDSL descrita en 6.2.

6.4.1 Definiciones del punto de código G.994.1

Las siguientes definiciones se aplicarán a los parámetros SHDSL especificados en G.994.1:

6.4.1.1 modo de adaptación: Indicación de que la STU (o la SRU) está preparada para comenzar la activación de la SHDSL con los parámetros asociados.

6.4.1.2 modo de sesión de modulación para la medición de la potencia (PMMS, *power measurement modulation session*): Indicación de que la STU (o la SRU) está preparada para comenzar una PMMS ("Sesión de modulación de medición de la potencia", o sonda de línea) con los parámetros asociados.

6.4.1.3 cuatro hilos: Se activa para indicar el funcionamiento a cuatro hilos.

6.4.1.4 unidad regeneradora de SHDSL (SRU, *SHDSL regenerator unit*): Se activa para indicar que la unidad es un regenerador de señal y no una STU.

6.4.1.5 modo de diagnóstico: Se activa para indicar un tren en modo diagnóstico (para las SRU).

6.4.1.6 velocidad de datos básica/densidad espectral de potencia: Estos octetos se utilizan del siguiente modo:

- en PMMS indican las velocidades de los segmentos de sondeo línea;
- en acondicionamiento indican velocidades de datos útiles.

Hay bits independientes para las PSD simétricas y asimétricas.

6.4.1.7 velocidad de datos secundaria: Para PSD simétricas, los octetos de velocidad de datos indican la velocidad de datos básica en incrementos de 64 kbit/s ($n \times 64$ kbit/s). Los bits de velocidad de datos secundaria indican incrementos adicionales de 8 kbit/s ($i \times 8$ kbit/s) de datos. La velocidad total de datos de cabida útil viene dada por la velocidad de datos básica más la velocidad de datos secundaria. Los bits de velocidad de datos secundaria no se utilizan en las PSD asimétricas de 2,048 Mbit/s ni 2,304 Mbit/s (véase el anexo B). Para las PSD asimétricas de 768 ó 776 kbit/s y 1,536 y 1,544 Mbit/s (véase el anexo A), los bits de la velocidad de datos de básica indican 768 kbit/s y 1,536 Mbit/s, y los bits de la velocidad de datos secundaria para 0 y 8 kbit/s son válidos para seleccionar la velocidad total de datos de cabida útil.

6.4.1.8 reducción de potencia (PBO, *power backoff*): (en incrementos de 1,0 dB).

6.4.1.9 duración de la sesión de modulación para la medición de la potencia: Longitud de un segmento de sonda de línea (PMMS) (en incrementos de 50 ms).

6.4.1.10 aleatorizador de sesión de modulación para la medición de la potencia: Polinomio aleatorizador utilizado durante el sondeo de la línea (PMMS). Véase 6.3.3.

6.4.1.11 margen deseado de sesión de modulación para la medición de la potencia: Si se selecciona el margen deseado del caso más desfavorable, el margen deseado es un margen relativo con respecto a la diafonía de caso más desfavorable de referencia especificada en el cuadro A.13 y el cuadro B.14. Si se selecciona el margen deseado de la condición existente, el margen deseado especificado es un margen relativo con respecto al ruido medido durante el sondeo de la línea. El margen deseado de 5 bits se especifica por $(\text{bits } 5-1 \times 1,0 \text{ dB}) - 10 \text{ dB}$. Por ejemplo, 101111₂ en el octeto de margen deseado PMMS del caso más desfavorable corresponde a un margen deseado de $15 \text{ dB} - 10 \text{ dB} = 5 \text{ dB}$ con respecto al ruido del caso más desfavorable de referencia.

Si la capacidad para el modo PMMS está indicada en un intercambio de capacidades CLR/CL conforme a G.994.1, se enviarán ambos octetos de margen deseado. Los valores específicos del margen deseado serán ignorados durante el intercambio de capacidades, pues todas las STU (y SRU) podrán evaluar los resultados de la PMMS utilizando ambos tipos de margen deseado.

6.4.1.12 modos reloj: Se activa para indicar el modo de reloj definido en el cuadro 10-1.

6.4.1.13 baja latencia: Se activa para indicar la necesidad de funcionar en baja latencia, de acuerdo con la definición de 11.5. Si no está activado, la STU puede seleccionar un plan de codificación de latencia superior.

6.4.1.14 capa de convergencia de transmisión específica del protocolo de transmisión (TPC-TC, *transmission protocol-specific TC layer*): El modo TPS-TC se selecciona del conjunto de modos especificados en el anexo E.

6.4.1.15 palabra de sincronismo: Indica el valor que deberán tener los bits *sw1-sw14* ascendentes y descendentes. Véase la explicación detallada de 7.1.2.1.

6.4.1.16 bits de relleno: Indica el valor que tendrán los bits *stb1-stb4* ascendentes y descendentes. Véase la explicación detallada de 7.1.2.7.

6.4.1.17 periodo de silencio del regenerador (RSP, *regenerator silent period*): Bit que se utiliza para forzar un minuto de silencio en la STU o SRU con objeto de facilitar el arranque de los tramos con regeneradores.

6.4.2 Soporte de tonos G.994.1

Los dispositivos SHDSL deberán soportar el funcionamiento G.994.1 en modo semidúplex con el conjunto de portadoras A4 de la familia de señalización de 4 kHz. Conviene que los fabricantes den soporte a otros conjuntos de portadoras, como la familia de señalización en 4,3125 kHz y el funcionamiento dúplex de G.994.1, para que las secuencias de toma de contacto sean compatibles con otros tipos de equipos DSL.

6.4.3 Transacciones G.994.1

Si la STU-R no dispone de capacidades de información *a priori* en, debe comenzar la sesión G.994.1 iniciando la transacción C (CLR/CL). De lo contrario, puede comenzar sin más dilación con una de las transacciones de selección de modo (por ejemplo, A o B). En este intercambio de capacidades (secuencias CLR/CL) cada unidad deberá indicar las funciones que puede ejecutar en ese momento. Esto significa que no deberán indicarse como capacidades de la unidad las opciones de usuario que estén desactivadas. Cuando las capacidades de la unidad cambien en razón de los valores de las opciones del usuario o por otras causas, la unidad en cuestión deberá provocar el cambio de capacidades durante la siguiente sesión G.994.1.

Cuando la STU-R y la STU-C indiquen capacidad de sondeo de línea no existiendo información *a priori* sobre las características del bucle, la STU-R deberá iniciar la transacción D [MP/MS/Ack(1)] enviando un MP con el modo de sondeo de línea G.991.2 seleccionado. Este mensaje MP deberá contener parámetros para la secuencia de sondeo de línea en sentido descendente. A continuación, la STU-C emitirá el mensaje MS correspondiente, con los parámetros de sondeo de línea en sentido ascendente y un eco de los parámetros de sondeo de línea en sentido descendente. Tras el Ack(1) de la STU-R, las unidades saldrán del modo de sondeo de línea G.994.1 y entrarán en el G.991.2, descrito en 6.3. Una vez terminado el sondeo de línea, la STU-C deberá iniciar una nueva sesión G.994.1. A continuación la STU-R deberá iniciar un intercambio de capacidades de transacción C (CLR/CL) para indicar los resultados del sondeo de línea. En dicho intercambio cada unidad deberá indicar la intersección de sus capacidades con las del bucle determinadas durante la secuencia de sondeo de línea. El octeto PBO deberá utilizarse para indicar la reducción deseada de la potencia recibida. Tras este segundo intercambio de capacidades, las

unidades pueden utilizar cualquier transacción válida para seleccionar los parámetros SHDSL operativos.

Tras la selección del conjunto de parámetros G.991.2, terminará G.994.1, comenzando la secuencia de activación SHDSL (6.2).

6.4.4 Funcionamiento con regeneradores de señal

En general, las SRU se comportarán como STU durante G.994.1, como se explica en 6.4.3. En ciertas situaciones, sin embargo, es necesario que emitan una selección del modo "periodo de silencio del regenerador" (mediante el bit RSP G.994.1) en vez de seleccionar un modo de funcionamiento G.991.2, como se explica en el anexo D y en el apéndice II. Los parámetros comunicados por las SRU durante los intercambios de capacidades son asimismo ligeramente distintos. Las capacidades anunciadas de una SRU-R serán la intersección de sus propias capacidades con las informadas a través de la interfaz interna del regenerador indicando las capacidades de las unidades en sentido descendente y de los segmentos de línea. La única excepción a esta regla la constituirá el octeto PBO, que se considerará parámetro local en cada segmento.

7 Características funcionales de la capa PMS-TC

7.1 Funcionamiento en modo datos

7.1.1 Estructura de la trama

El cuadro 7-1 resume la estructura de la trama SHDSL. En 7.1.2 se encuentran las definiciones completas de los bits.

El tamaño de los bloques de cabida útil es de k bits siendo $k = 12(i + n \times 8)$ [bit]. La velocidad de datos de cabida útil viene dada por: $n \times 64 + i \times 8$ kbit/s, siendo $3 \leq n \leq 36$ y $0 \leq i \leq 7$. Cuando $n = 36$, i queda restringida a los valores 0 y 1. El valor de i deberá negociarse durante el arranque y se aplicará a todos los valores de n . El valor seleccionado de i se aplica a todos los valores de n , siendo negociado durante la preactivación y no incluyendo la tara de alineación de trama de 8 kbit/s.

En el modo opcional a cuatro hilos, hay dos subcapas PMS-TC activas – una para cada par de hilos. En este caso, la fórmula anterior representa la velocidad de datos de cabida útil para cada par y no la velocidad de cabida útil total. Los pares funcionarán a la misma velocidad de cabida útil y los transmisores de ambos pares deberán mantener la alineación de la trama en los límites especificados. En la STU-C los relojes de símbolos de cada par se derivarán de una fuente común. El retardo diferencial máximo entre el comienzo de las tramas STU-C no deberá ser superior a cuatro (4) símbolos en el lado línea de cada transmisor SHDSL. En la STU-R, los relojes de símbolos pueden derivarse de la temporización del bucle de cada par, de modo que los relojes estén enganchados en frecuencia aunque la relación entre sus fases sea arbitraria. El retardo diferencial máximo entre el comienzo de las tramas STU-R no deberá ser superior a seis (6) símbolos en el lado línea de cada transmisor SHDSL.

Cuadro 7-1/G.991.2 – Estructura de la Trama SHDSL

Tiempo	Bit de la trama #	Bit de tara #	Nombre	Descripción	Notas
0 ms	1-14	1-14	<i>sw1-sw14</i>	Palabra de sincronización de trama	
	15	15	<i>fbit1/losd</i>	Bit indicador fijo #1 (pérdida de la señal)	
	16	16	<i>fbit2/sega</i>	Bit indicador fijo #2 (anomalía en el segmento)	
	17 → <i>k + 16</i>	-----	<i>b1</i>	Bloque de cabida útil #1	
	<i>k + 17</i>	17	<i>eoc01</i>	Bit EOC #1	
	<i>k + 18</i>	18	<i>eoc02</i>	Bit EOC #2	
	<i>k + 19</i>	19	<i>eoc03</i>	Bit EOC #3	
	<i>k + 20</i>	20	<i>eoc04</i>	Bit EOC #4	
	<i>k + 21</i>	21	<i>crc1</i>	Verificación por redundancia cíclica #1	CRC-6
	<i>k + 22</i>	22	<i>crc2</i>	Verificación por redundancia cíclica #2	CRC-6
	<i>k + 23</i>	23	<i>fbit3/ps</i>	Bit indicador fijo #3 (Estado de la potencia)	
	<i>k + 24</i>	24	<i>sbid1</i>	ID de bit de relleno #1	De reserva en el modo síncrono
	<i>k + 25</i>	25	<i>eoc05</i>	Bit EOC #5	
	<i>k + 26</i>	26	<i>eoc06</i>	Bit EOC #6	
	<i>k + 27</i> → <i>2k + 26</i>	-----	<i>b2</i>	Bloque de cabida útil #2	
	<i>2k + 27</i>	27	<i>eoc07</i>	Bit EOC #7	
	<i>2k + 28</i>	28	<i>eoc08</i>	Bit EOC #8	
	<i>2k + 29</i>	29	<i>eoc09</i>	Bit EOC #9	
<i>2k + 30</i>	30	<i>eoc10</i>	Bit EOC #10		
0 ms	<i>2k + 31</i>	31	<i>crc3</i>	Verificación por redundancia cíclica #3	CRC-6
	<i>2k + 32</i>	32	<i>crc4</i>	Verificación por redundancia cíclica #4	CRC-6
	<i>2k + 33</i>	33	<i>fbit4/segd</i>	Bit indicador fijo #4 (Defecto en el segmento)	
	<i>2k + 34</i>	34	<i>eoc11</i>	Bit EOC #11	
	<i>2k + 35</i>	35	<i>eoc12</i>	Bit EOC #12	
	<i>2k + 36</i>	36	<i>sbid2</i>	ID de bit de relleno #2	De reserva en el modo síncrono
	<i>2k + 37</i> → <i>3k + 36</i>	-----	<i>b3</i>	Bloque de cabida útil #3	
	<i>3k + 37</i>	37	<i>eoc13</i>	Bit EOC #13	

Cuadro 7-1/G.991.2 – Estructura de la Trama SHDSL

Tiempo	Bit de la trama #	Bit de tara #	Nombre	Descripción	Notas
	$3k + 38$	38	<i>eoc14</i>	Bit EOC #14	
	$3k + 39$	39	<i>eoc15</i>	Bit EOC #15	
	$3k + 40$	40	<i>eoc16</i>	Bit EOC #16	
	$3k + 41$	41	<i>crc5</i>	Verificación por redundancia cíclica #5	CRC-6
	$3k + 42$	42	<i>crc6</i>	Verificación por redundancia cíclica #6	CRC-6
	$3k + 43$	43	<i>eoc17</i>	Bit EOC #17	
	$3k + 44$	44	<i>eoc18</i>	Bit EOC #18	
	$3k + 45$	45	<i>eoc19</i>	Bit EOC #19	
	$3k + 46$	46	<i>eoc20</i>	Bit EOC #20	
6 – 3/(k + 12) ms	$3k + 47 \rightarrow$ $4k + 46$	-----	<i>b4</i>	Bloque de cabida útil #4	
	$4k + 47$	47	<i>stb1</i>	Bit de relleno #1	Dependiente del fabricante en modo síncrono
6 ms nominales	$4k + 48$	48	<i>stb2</i>	Bit de relleno #2	Dependiente del fabricante en modo síncrono
	$4k + 49$	49	<i>stb3</i>	Bit de relleno #3	Ausente en modo síncrono
6 – 3/(k + 12) ms	$4k + 50$	50	<i>stb4</i>	Bit de relleno #4	Ausente en modo síncrono

7.1.2 Definición de los bits de la trama

El cuadro 7-1, recoge las secuencias de los bits de la trama SHDSL (antes de la aleatorización en el lado transmisor y tras ésta en el receptor). Las estructuras de trama son idénticas en los sentidos ascendente y descendente de la transmisión. Los bits de reserva en cada sentido deberán ponerse a 1.

Para los bits de trama se utilizarán las siguientes definiciones:

7.1.2.1 *sw1-sw14* (palabra de sincronización de trama)

La palabra de sincronización de trama (FSW, *frame sync word*) permite que los receptores SHDSL alineen las tramas. La FSW (bit *sw1-sw14*) está presente en todas las tramas, especificándose independiente para los sentidos ascendente y descendente.

7.1.2.2 *b1-b4* (bloques de cabida útil)

Se utilizan para transportar los datos del usuario. La estructura interna de los bloques de cabida útil viene definida en 8.1.

7.1.2.3 *eoc01-eoc20* (canal de operaciones incrustado)

Se proporcionan 20 bits (*eoc01... eoc20*) como canal de mantenimiento independiente. Véase información detallada en 9.5. En el modo a cuatro hilos, *eoc01-eoc20* del par 1 deberá transportar los datos EOC primarios. Los bits *eoc* correspondientes del par 2 deberán ser una copia de los del par 1.

7.1.2.4 *crc1-crc6* (código de verificación por redundancia cíclica)

Se trata de seis bits asignados al código de verificación por redundancia cíclica (CRC, *cyclic redundancy check*) (véase 7.1.3).

7.1.2.5 *fbit1-fbit4* (bits indicadores fijos)

Se utilizan para indicar información de alineación de trama de temporización crítica. Las definiciones específicas de los bits figuran más adelante.

7.1.2.5.1 *fbit1 = losd* (pérdida de la señal)

Se utiliza para indicar la pérdida de la señal procedente de la interfaz de la aplicación. Pérdida de la señal = 0, Normal = 1. La definición de las condiciones que provocan la indicación *losd* es específica del fabricante y ajena al objeto de esta Recomendación. En el modo a cuatro hilos, *losd* del par 1 deberá transportar la indicación *losd* primaria. El bit *losd* del par 2 deberá ser una copia del bit del par 1.

7.1.2.5.2 *fbit2 = sega* (anomalía en el segmento)

Se utiliza para indicar un error CRC en la trama SHDSL entrante. La anomalía en el segmento indica que un regenerador del segmento ha recibido datos corrompidos y que por tanto los datos regenerados no son fiables. El objeto de la anomalía del segmento es garantizar la integridad de supervisión de la calidad de funcionamiento interno; sin pretensiones de informar a entidades de gestión externas. Error CRC = 0, Normal = 1.

7.1.2.5.2.1 Funcionamiento de la STU

La STU deberá poner el bit *sega* a 1.

7.1.2.5.2.2 Funcionamiento de la SRU

Cuando se declare un error CRC en una trama entrante, la SRU deberá de poner el bit *sega* a 0 en la próxima trama saliente en sentido directo, o sea en sentido de los datos en los que se observó el error CRC. Si no se hubiera declarado ningún error CRC la SRU dejaría intacto el bit *sega*.

7.1.2.5.3 *fbit3 = ps* (estado de energía)

El bit del estado de energía *ps* se utiliza para indicar el estado de la fuente de energía local en la STU-R. El bit del estado de energía se pone a 1 si el nivel de energía es normal y a 0 si ha habido un fallo en el suministro. Cuando se produzca una interrupción del suministro energético en la STU-R deberá quedar suficiente energía para comunicar tres mensajes de "Pérdida de potencia" a la STU-C. Los regeneradores deberán dejar intacto este bit. En el modo a cuatro hilos, *ps* del par 1 deberá transportar la indicación del estado de potencia primario. El bit *ps* del par 2 debe ser una copia del bit *ps* del par 1.

7.1.2.5.4 *fbit4 = segd* (defecto en el segmento)

Se utiliza para indicar una pérdida de sincronismo en la trama SHDSL entrante. El defecto en el segmento indica que un regenerador ha perdido la sincronización y que por consiguiente los datos regenerados no están disponibles. Este bit se suele comunicar a la entidad de gestión externa y se utiliza para garantizar la puntual conmutación de la protección, el filtrado de las alarmas, etc. Pérdida de sincronismo = 0, Normal = 1.

7.1.2.5.4.1 Funcionamiento de la STU

La STU deberá poner el bit *segd* a 1.

7.1.2.5.4.2 Funcionamiento de la SRU

Si se declara un defecto en la LOSW, la SRU deberá poner el bit *segd* a 0 en la próxima trama saliente en sentido directo, es decir en el sentido de los datos en los que se observó el defecto en la LOSW. Si no se declara ningún defecto en la LOSW, la SRU dejará intacto el bit *segd*.

7.1.2.6 *sbid1, sbid2* (bits de indicador de relleno)

En el modo plesiócrono, los bits de indicador de relleno indican la presencia o ausencia de relleno en la trama. Ambos bits se pondrán a 1 si los cuatro bits de relleno están presentes al final de la trama actual. Ambos bits se pondrán a 0 cuando no haya bits de relleno al final de la trama actual. En modo síncrono, *sbid1* y *sbid2* son bits de reserva.

7.1.2.7 *stb1-stb4* (bits de relleno)

En modo plesiócrono, estos bits se utilizan juntos. Se insertan o bien cero o bien cuatro bits de relleno, en función de la relación de temporización entre los canales en sentido ascendente y descendente. En el modo de alineación de tramas síncrono, *stb1* y *stb2* están presentes en todas las tramas, mientras que *stb3* y *stb4* están ausentes. Los valores de *stb1-stb4* se especifican independientemente para los sentidos ascendente y descendente.

7.1.3 Generación de la CRC (*crc1... crc6*)

Para cada trama se generará una verificación por redundancia cíclica (CRC) que se transmitirá en la siguiente trama. Los seis bits CRC (*crc1* a *crc6*) deberán ser los coeficientes del polinomio resto de la división entre el polinomio del mensaje multiplicado por D^6 y el polinomio generador. El polinomio del mensaje estará formado por todos los bits de la trama excepto los de la palabra de sincronización, los bits CRC y los bits de relleno. (Así pues, en las tramas protegidas por verificación CRC hay $4k + 26$ bits de mensaje.) Los bits de mensaje se ordenarán como en la trama, o sea, m_0 será el primer bit, m_1 el segundo, etc. Los bits de verificación CRC se calcularán de acuerdo con la ecuación:

$$crc(D) = m(D)D^6 \text{ mod } g(D)$$

siendo:

$$m(D) = m_0D^{4k+25} \oplus m_1D^{4k+24} \oplus \dots \oplus m_{4k+24}D \oplus m_{4k+25}$$

el polinomio del mensaje,

$$g(D) = D^6 \oplus D \oplus 1$$

el polinomio generador,

$$crc(D) = crc1D^5 \oplus crc2D^4 \oplus \dots \oplus crc5D \oplus crc6$$

el polinomio de verificación CRC. \oplus indica la suma en módulo 2 (OR exclusivo), y D el operador de retardo.

7.1.4 Sincronización de la trama

En el modo de reloj plesiócrono, la SHDSL utiliza una trama PMS-TC de longitud variable y bits de relleno para sincronizar la velocidad de las tramas PMS-TC con la velocidad de la información útil de entrada. La rapidez de la sincronización de la trama y la capacidad de conservarla frente a los posibles errores constituyen propiedades muy importantes de la estructura de la trama.

Se proporcionan tres tipos de campos de bit para utilizarlos en la sincronización de tramas: la palabra de sincronización de trama, los bits de relleno y los ID de los bits de relleno. La palabra de sincronización de trama tiene 14 bits y figura en todas las tramas. Los bits de relleno son 4 contiguos

que sólo están presentes al final de las tramas largas. Los ID de los bits de relleno son dos bits distribuidos dentro de la trama que indican si la trama en cuestión contiene 4 bits de relleno. La separación de estos bits proporciona una mejor inmunidad contra los errores de alineación de trama provocados por errores de ráfaga.

La manera exacta en la que se utiliza esta información para conseguir o conservar la sincronización de trama depende del diseño del receptor. Como los distintos algoritmos de sincronización de trama pueden exigir distintos valores de los bits de la FSW y de los bits de relleno, se ha previsto que el receptor informe al transmisor en el extremo remoto de los valores particulares que han de utilizarse en estos campos de la trama PMS-TC transmitida.

7.1.5 El aleatorizador

Los aleatorizadores de los transmisores STU-C y STU-R deberá funcionar con arreglo a las figuras 7-1 y 7-2 respectivamente. En dichas figuras T_b indica un retardo de un bit de duración y \oplus es la operación binaria OR exclusivo. Los bits de la palabra de sincronización de trama y los bits de relleno de la trama SHDSL en modo datos (cuadro 7-1) no se aleatorizarán. Cuando los bits de la palabra de sincronización de trama y los bits de relleno estén presentes en $f(n)$, el aleatorizador no se enganchará al reloj y $f(n)$ se conectará directamente a $s(n)$.

7.1.5.1 El aleatorizador de la STU-C

La figura 7-1 muestra el diagrama de bloques del aleatorizador de la STU-C.

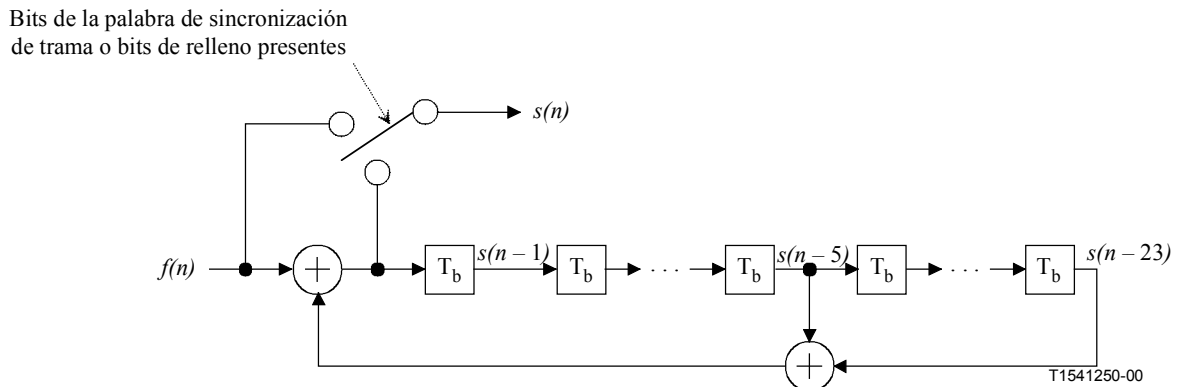


Figura 7-1/G.991.2 – Diagrama de bloques del aleatorizador de la STU-C

7.1.5.2 El aleatorizador de la STU-R

La figura 7-2 muestra el diagrama de bloques del aleatorizador de la STU-R.

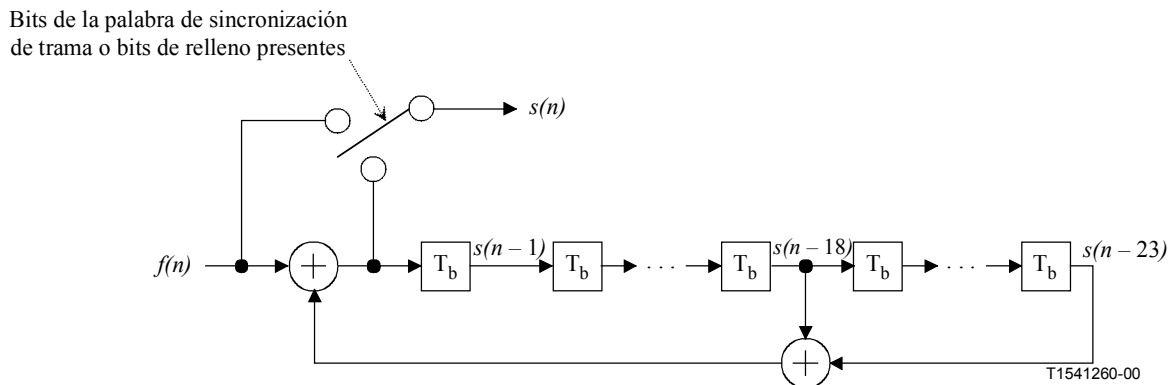


Figura 7-2/G.991.2 – Diagrama de bloques del aleatorizador de la STU-R

7.1.6 Memoria tampón de retardo diferencial

En el modo opcional a cuatro hilos, se supone que las características de los dos pares de hilos pueden ser diferentes. Las diferencias en cuanto a diámetro de los hilos, tipo de aislante, longitud, número de las derivaciones puenteadas y longitud de éstas, y la exposición a las causas de degradación pueden provocar diferencias en los tiempos de transmisión entre pares. Conviene que dicha diferencia quede limitada a un máximo de 50 μ s a 150 kHz, equivalente a una diferencia de 10 km aproximadamente en la longitud de la línea entre la STU-R y la STU-C.

Los transceptores que soporten el modo a cuatro hilos, pueden tener una memoria intermedia de retardo diferencial que compense las diferencias entre los tiempos totales de transmisión de las tramas SHDSL de los distintos pares. Estos retardos diferenciales pueden deberse a diferencias entre los pares como las descritas anteriormente y también a los retardos provocados por el procesamiento de la señal en los transceptores de la STU-C, la STU-R y los eventuales regeneradores de señal de la SHDSL. La función de esta memoria tampón de retardo diferencial es alinear las tramas SHDSL para que puedan volver a ensamblarse correctamente. Esta memoria tampón deberá ser capaz de absorber una diferencia de retardo de 6 símbolos + 50 μ s como mínimo en el lado línea de cada receptor SHDSL.

7.2 Activación de la capa PMS-TC

7.2.1 Trama de activación

El cuadro 7-2 muestra el formato de la trama de activación. Se generará una señal T_c o T_r mediante la aplicación reiterativa de la información de la trama de activación del cuadro 7-2 al aleatorizador STU, como muestra la figura 6-5. El contenido de la trama de activación deberá permanecer constante durante la transmisión de T_c y T_r . Los bits de sincronización de la trama de activación no se aleatorizan, sino que se aplican directamente a la constelación PAM-2 sin codificar. El número total de bits de la trama de activación es 4227. La trama de activación se enviará comenzando con el bit 1 y terminando con el 4227.

En el modo opcional a cuatro hilos, la activación de cada par de hilos se ejecutará en paralelo.

Cuadro 7-2/G.991.2 – Formato de la trama de activación

Bit de la trama de activación LSB:MSB	Definición
1:14	Sincronización de trama para T_c y T_r : 11111001101011 ₂ , enviándose en primer lugar los bits de la izquierda
	Sincronización de trama para F_c : 11010110011111 ₂ , enviándose en primer lugar los bits de la izquierda
15:36	Coeficiente 1 del precodificador: 22 bits en formato de complemento a dos con signo, con 17 bits tras el punto binario, enviándose en primer lugar el LSB
37:58	Coeficiente 2 del precodificador
59:3952	Coeficiente 3-179 del precodificador
3953:3974	Coeficiente 180 del precodificador
3975:3995	Coeficiente A del codificador: 21 bits enviándose el LSB en primer lugar
3996:4016	Coeficiente B del codificador: 21 bits enviándose el LSB en primer lugar
4017:4144	Datos del fabricante: 128 bits de información propietaria
4145:4211	Reservado: 67 bits puestos a ceros lógicos
4212:4227	CRC: c_1 enviado en primer lugar, c_{16} enviado en último lugar

7.2.1.1 Sincronización de trama

La sincronización de trama para T_c y T_r consiste en un código de 14 bits. En binario, el código debe ser 11111001101011, y debe enviarse comenzando por la izquierda. Para F_c , la sincronización de trama deberá ser 11010110011111, o sea el inverso de la sincronización de trama para T_c y T_r .

7.2.1.2 Coeficientes del precodificador

Los coeficientes del precodificador se representan como números de 22 bits en complemento a dos, donde los 5 bits más significativos representan números enteros entre -16 (10000) y $+15$ (01111) y los 17 bits restantes los bits fraccionarios. Los coeficientes se envían correlativamente, empezando por el C_1 y terminando por el C_N (de la figura 6-4), con el bit menos significativo de cada coeficiente en primer lugar. El número mínimo de coeficientes del precodificador será 128 y el máximo 180. Cuando se utilicen menos de 180 coeficientes de precodificador, los restantes bits del campo se pondrán a cero.

7.2.1.3 Coeficientes del codificador

De acuerdo con la figura 6-3, los coeficientes del codificador programable se envían en el siguiente orden: en primer lugar a_0 , seguido de a_1, a_2, \dots , enviándose b_{20} en último lugar.

7.2.1.4 Datos del fabricante

Estos 128 bits se reservan para datos específicos del fabricante.

7.2.1.5 Reservado

Estos 67 bits se reservan para ser utilizados en el futuro y deberán ponerse a ceros lógicos.

7.2.1.6 La verificación por redundancia cíclica (CRC)

Los 16 bits CRC (c_1 a c_{16}) serán los coeficientes del polinomio resto de la división entre el polinomio del mensaje multiplicado por D^{16} , y el polinomio generador. El polinomio del mensaje

estará formado por los bits de la trama de activación, siendo m_0 el bit 15 y m_{4196} el bit 4211 de la trama de activación, de modo que:

$$crc(D) = m(D)D^{16} \text{ mod } g(D)$$

siendo:

$$m(D) = m_0D^{4196} \oplus m_1D^{4195} \oplus \dots \oplus m_{4195}D \oplus m_{4196}$$

el polinomio del mensaje,

$$g(D) = D^{16} \oplus D^{12} \oplus D^5 \oplus 1$$

el polinomio generador,

$$crc(D) = c_1D^{15} \oplus c_2D^{14} \oplus \dots \oplus c_{15}D \oplus c_{16}$$

el polinomio de verificación CRC. El signo \oplus indica la suma en módulo 2 (OR exclusivo), y D es el operador de retardo.

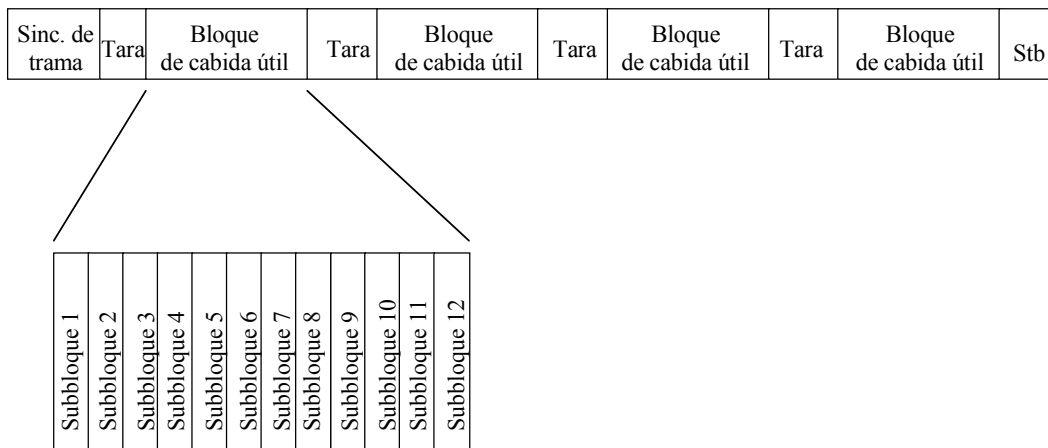
7.2.2 El aleatorizador de activación

El aleatorizador de los transmisores STU-C y STU-R (véase la figura 6-5) funcionará como se indica en las figuras 7-1 y 7-2, siendo T_b el retardo de un bit de duración y \oplus el OR exclusivo binario. Los bits de sincronización de la trama de activación no se aleatorizarán. Mientras haya bits de sincronización de trama en $f(n)$, el aleatorizador no estará enganchado al reloj, y $f(n)$ estará conectado directamente a $s(n)$.

8 Características funcionales de la capa TPS-TC

8.1 Estructura de datos del bloque de cabida útil

Cada bloque de cabida útil estará formado por 12 subbloques, como muestra la figura 8-1. El tamaño de cada subbloque útil se define como k_s , siendo $k_s = i + n \times 8$ [bits]. Como se ha explicado en 7.1, la velocidad de datos de cabida útil viene dada por: $n \times 64 + i \times 8$ kbit/s, siendo $3 \leq n \leq 36$ y $0 \leq i \leq 7$. Cuando $n = 36$, i queda limitado a los valores 0 y 1. El anexo E especifica todas las estructuras de datos contenidas en los subbloques de cabida útil (o sea, el soporte para los canales despejados de banda ancha, los subcanales y los servicios específicos de la región).



T1541270-00

Figura 8-1/G.991.2 – Estructura de los bloques de cabida útil

8.2 Intercalación de datos en el modo a cuatro hilos

En el modo opcional a cuatro hilos, resulta imprescindible la intercalación de los datos de cabida útil entre pares. Esto se realiza dividiendo los subbloques de cabida útil entre los pares 1 y 2. De cada subbloque se transportarán k_s bits por el par 1 y otros tantos por el par 2, como muestra la figura 8-2. El tamaño de cada subbloque de cabida útil se define como $2k_s$, siendo $k_s = i + n \times 8$ [bits]. Como se ha explicado en 7.1, la velocidad de datos de cabida útil por par viene dada por: $n \times 64 + i \times 8$ kbit/s, siendo $3 \leq n \leq 36$ y $0 \leq i \leq 7$. Cuando $n = 36$, i viene limitado a los valores 0 y 1. El anexo E especifica todas las estructuras de datos de los subbloques de cabida útil (o sea, el soporte para canales despejados de banda ancha, los subcanales y los servicios específicos de las regiones).

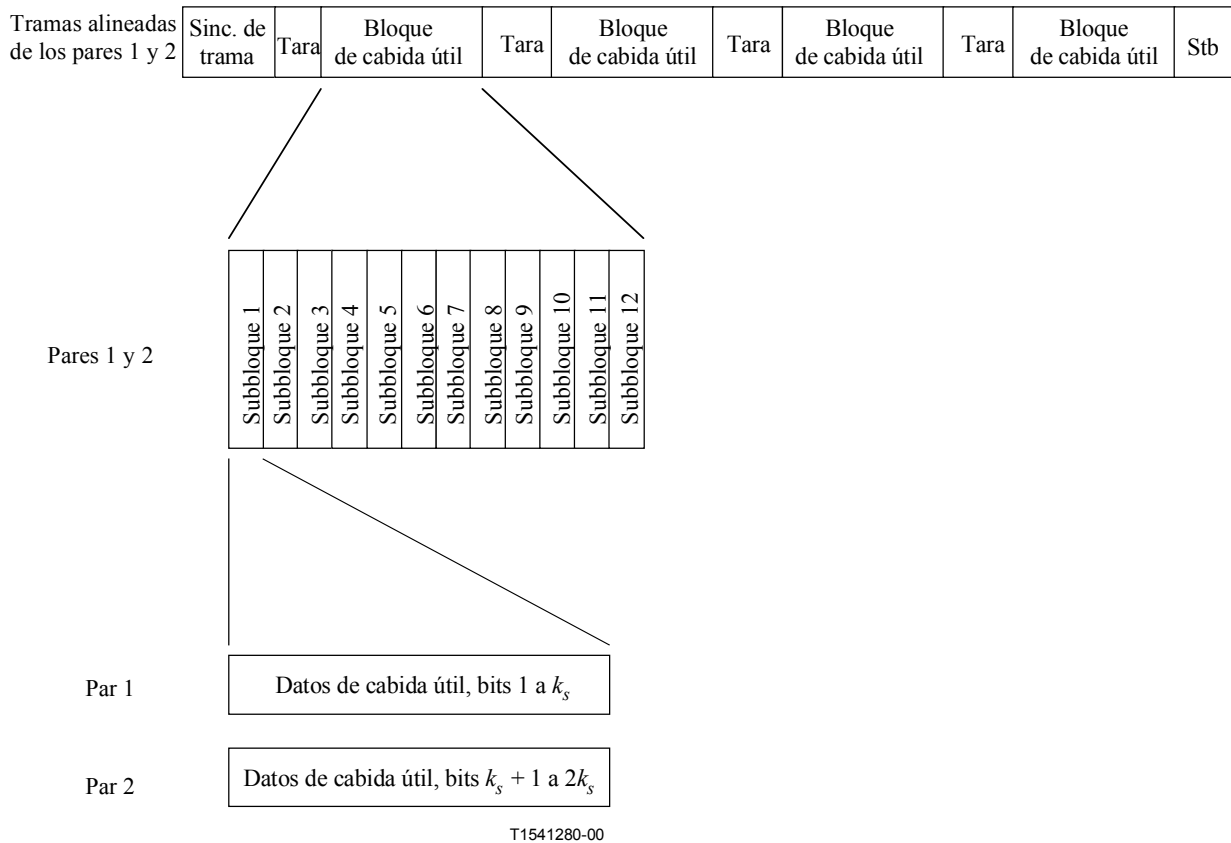


Figura 8-2/G.991.2 – Intercalación de datos en los bloques de cabida útil

9 Gestión

9.1 Modelo de referencia de gestión

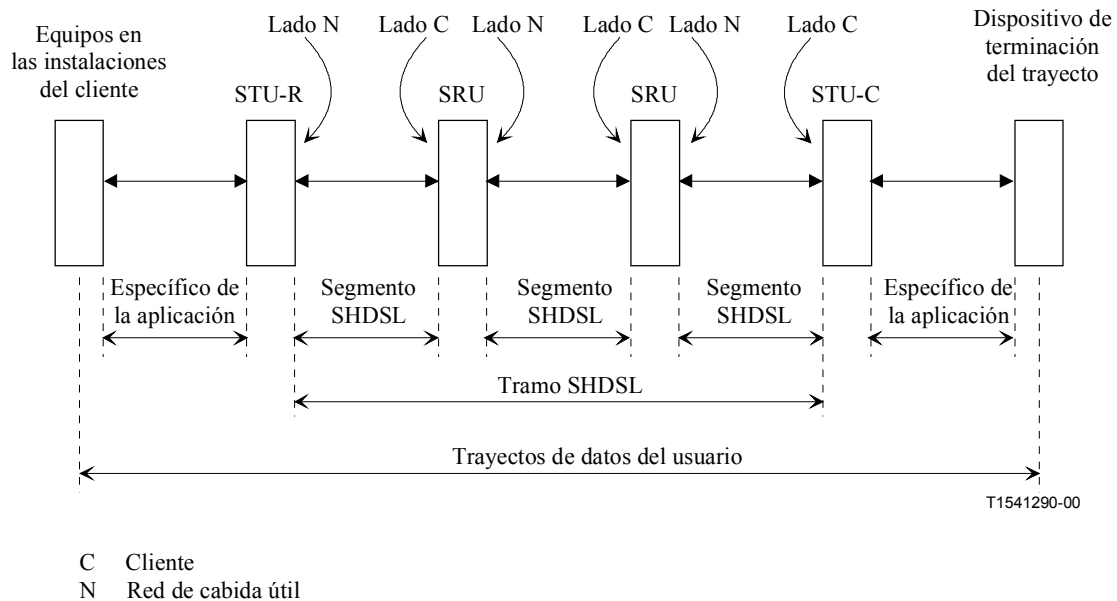


Figura 9-1/G.991.2 – Modelo de referencia de gestión

La figura 9-1 muestra el modelo de referencia de gestión para el transporte de datos del usuario por la SHDSL. Este ejemplo contiene dos regeneradores a efectos ilustrativos. La presencia de dos regeneradores no pretende ser ni un requisito ni un límite. El segmento SHDSL se caracteriza por un soporte de transmisión metálico que utiliza un algoritmo de codificación analógico, que permite supervisar la calidad de funcionamiento analógica y digital en la entidad segmento. El segmento SHDSL está delimitado por sus dos puntos extremos, conocidos como terminaciones del segmento. La terminación del segmento SHDSL es el punto en el que terminan los algoritmos de codificación analógicos y se supervisa la integridad digital subsiguiente.

Todos los datos de supervisión de la calidad de funcionamiento de la SHDSL se transportan por el EOC. Los bits indicadores fijos de la trama SHDSL se utilizan para comunicar con rapidez los defectos en la interfaz o en el segmento SHDSL, con objeto de provocar la conmutación de la protección. Por otra parte, los bits indicadores fijos pueden utilizarse para el filtrado rápido de las alarmas de fallos en el segmento SHDSL.

9.2 Primitivas de funcionamiento de la SHDSL

9.2.1 Anomalías en la verificación por redundancia cíclica (anomalías CRC)

La anomalía CRC se declarará cuando los bits CRC generados localmente a partir de los datos recibidos en la trama SHDSL no concuerden con los bits CRC (*crc1-crc6*) recibidos del transmisor. La anomalía CRC sólo afecta a la trama en la que se ha declarado.

9.2.2 Anomalía en el segmento (SEGA, *segment anomaly*)

La anomalía en el segmento en sentido ascendente se declarará cuando una SRU declare una anomalía CRC para una trama SHDSL dirigida de STU-R a STU-C. La anomalía en el segmento descendente se declarará cuando una SRU declare una anomalía CRC para la trama SHDSL en la dirección de la STU-C a la STU-R. La anomalía en el segmento indica que un regenerador del

segmento ha recibido datos corrompidos y por consiguiente los datos regenerados no son fiables. El objeto de la anomalía del segmento es garantizar la integridad interna de la capa PMD SHDSL; sin pretensión de informar a ninguna entidad de gestión externa. La anomalía del segmento se indica mediante el bit *sega* de la trama SHDSL (7.1.2.5.2).

9.2.3 Defecto por pérdida de sincronismo (Defecto LOSW, *loss of sync defect*)

En modo plesiócrono, se declarará el defecto LOSW cuando se reciban tres tramas consecutivas como mínimo con uno o varios errores en los bits de alineación de trama. El término bits de alineación de trama se refiere a la porción de la palabra de sincronización de la trama, bits de relleno e ID de los bits de relleno, que se utilizan en la sincronización de trama. El defecto LOSW se dará por terminado cuando se reciban dos tramas consecutivas como mínimo sin error en los bits de alineación de trama.

En modo síncrono, se declarará el defecto LOSW cuando se reciban tres tramas consecutivas como mínimo con uno o varios errores en los bits de la palabra de sincronización de trama. El defecto LOSW se dará por finalizado cuando se reciban dos tramas consecutivas como mínimo sin errores en la palabra de sincronización de tramas.

9.2.4 Defecto del segmento (SEGD, *segment defect*)

Se declarará el defecto del segmento en sentido ascendente cuando una SRU declare un defecto LOSW para los datos que se dirigen de la STU-R a la STU-C. Se declarará el defecto en el segmento descendente cuando una SRU declare un defecto LOSW para los datos que se dirigen de la STU-C a la STU-R. El defecto del segmento indica que un regenerador ha perdido la sincronización SHDSL y por consiguiente los datos regenerados no están disponibles. Se dará por terminado el defecto del segmento cuando ninguna SRU tenga defectos LOSW. Esta primitiva se suele comunicar a la entidad de gestión externa y se utiliza para garantizar la conmutación puntual de la protección, el filtrado de las alarmas, etc. El defecto del segmento se indica mediante el bit *segd* de la trama SHDSL (7.1.2.5.4).

9.2.5 Defecto por atenuación en el bucle

Se declarará el defecto por atenuación en el bucle cuando la atenuación observada en el bucle se encuentre en un nivel superior al umbral configurado (9.5.5.7.5).

9.2.6 Defecto de margen de la relación señal/ruido

Se declarará el defecto de margen de la relación señal/ruido cuando se observe que el margen de la relación señal/ruido se encuentra en un nivel inferior al umbral configurado (9.5.5.7.5). El margen de la relación señal/ruido se define como el máximo aumento en dB del ruido ecualizado o la máxima reducción en dB de la señal ecualizada que un sistema puede tolerar, conservando una BER de 10^{-7} .

9.2.7 Fallo por pérdida de la palabra de sincronización (Fallo LOSW, *loss of sync word failure*)

Se declarará el fallo LOSW tras un periodo de $2,5 \pm 0,5$ s de defecto LOSW seguido. Se dará por terminado el fallo LOSW cuando el defecto LOSW haya desaparecido durante 20 s como mínimo (o sea que no exista durante 20 s). El tiempo de retención mínimo para indicación de fallo LOSW debe ser 2 s.

9.3 Parámetros de la calidad de funcionamiento relativos a la línea SHDSL

9.3.1 Violación de código (CV, *code violation*)

El parámetro SHDSL violación de código se define como un contador de las anomalías CRC SHDSL que se producen durante el periodo de acumulación. Este parámetro puede inhibirse – véase 9.3.6.

9.3.2 Segundos con error (ES, *errored second*)

El parámetro SHDSL segundos con error se define como una cuenta de intervalos de un segundo durante los cuales se declaran una o varias anomalías CRC y/o uno o varios defectos LOSW. Este parámetro puede ser inhibido – véase 9.3.6.

9.3.3 Segundos con muchos errores (SES, *severely errored second*)

El parámetro SHDSL segundos con muchos errores se define como una cuenta de intervalos de un segundo durante los cuales se declaran como mínimo 50 anomalías CRC o uno o varios defectos LOSW. (50 anomalías CRC durante el intervalo de un segundo equivalen a una velocidad de tramas con error del 30% para la longitud nominal de la trama.) Este parámetro puede ser inhibido – véase 9.3.6.

9.3.4 Segundos LOSW (LOSWS, *LOSW second*)

El parámetro SHDSL segundos LOSW se define como una cuenta de intervalos de un segundo durante los cuales se declaran uno o varios defectos LOSW.

9.3.5 Segundo de indisponibilidad (UAS, *unavailable second*)

El parámetro SHDSL segundos de indisponibilidad es una cuenta de intervalos de un segundo durante los cuales la línea SHDSL no está disponible. La línea SHDSL pasa a estar no disponible tras 10 SES contiguos. Los 10 SES se incluyen en el tiempo no disponible. Estando no disponible, la línea SHDSL vuelve a estar disponible tras 10 segundos seguidos sin SES. Los 10 segundos sin SES se incluyen en el tiempo no disponible.

9.3.6 Reglas de inhibición

- Las cuentas de parámetro UAS no serán inhibidas.
- ES y SES serán inhibidos durante UAS. La inhibición comenzará a surtir efecto, retroactivamente, desde el inicio del tiempo no disponible, y dejará de surtir efecto, cuando finalice el tiempo no disponible.
- El parámetro CV será inhibido durante SES.

Para una información más detallada sobre las reglas de inhibición y la forma en que se disminuyen ES y SES, véase IETF RFC 2495: Definitions of Managed Objects for the DS1, E1, DS2, and E2 Interface Types [B9] en el apéndice IV.

9.4 Almacenamiento de datos de la calidad de funcionamiento

Para poder almacenar la historia del funcionamiento de la SHDSL en la STU-C, todos los componentes de la red SHDSL supervisarán el funcionamiento y mantendrán un contador módulo para cada parámetro de funcionamiento especificado en 9.5.5.7.14 y 9.5.5.7.15, cuando resulte conveniente. No se especifica la inicialización de estos contadores módulo por no ser necesaria. La comparación entre la lectura actual del contador módulo y la lectura anterior almacenada en memoria permite al gestor de base de datos de la STU-C determinar el número de cuentas a añadir al correspondiente histórico de funcionamiento. (Obsérvese que el número de cuentas puede disminuir en ciertas condiciones de avería – puede obtenerse información adicional en 9.3.) La información de los contadores módulo se transmite en los mensajes de estado de funcionamiento de la SHDSL (9.5.5.7.14 y 9.5.5.7.15).

La STU-C registrará la historia del funcionamiento muestreando cada componente de la red SHDSL con una frecuencia que evite el desbordamiento del contador módulo. Por ejemplo, el contador módulo para los segundos por error tiene 8 bits lo que permite un máximo de 255s entre muestreos antes de producirse el desbordamiento. Obsérvese que el muestreo al que se alude aquí lo implementa el gestor de base de datos interno de la STU-C y no un gestor externo de la red.

La STU-C mantendrá históricos de funcionamiento para cada punto extremo de los segmentos SHDSL. Los históricos de funcionamiento contendrán el total de las cuentas recogidas durante el periodo actual de 15 minutos, los 32 periodos de 15 minutos anteriores, el actual periodo actual de 24 horas y los 7 periodos anteriores de 24 horas.

9.5 El canal de operaciones incrustado

9.5.1 El modelo de referencia de gestión

La STU-C mantendrá una base de datos de información de gestión accesible por el gestor exterior de la red o mediante una interfaz de servicio.

Opcionalmente, la STU-R puede mantener una base de datos de información de gestión, accesible localmente (a través de una interfaz de servicio). Esto es especialmente útil cuando por motivos de avería no se pueda alcanzar la STU-C a través del EOC.

El acceso a la base de datos de información de gestión desde interfaces de servicio en unidades conectadas se realizará a través de una interfaz de terminal virtual.

9.5.2 Presentación del EOC y modelo de referencia

El EOC permite que las unidades terminales mantengan información relativa al tramo. Hay dos flujos básicos de datos, que se diferencian por la unidad terminal que inicia el flujo de datos (y posteriormente almacena la información para el acceso externo). El flujo de datos que se inicia en la STU-C es obligatorio. El flujo de datos que se inicia en la STU-R es opcional, aunque todas las unidades deben responder a las peticiones en ambos sentidos del flujo de datos. En todos los casos la "base de datos maestra" se almacenará en la STU-C resolviéndose todos los conflictos a favor de la STU-C (es decir que la información de la STU-C tiene prioridad). Los flujos de datos se ilustran en el cuadro 9-1 para un enlace con dos regeneradores (Q representa una consulta o mensaje de instrucción y R representa un mensaje de respuesta). La definición del protocolo soporta hasta ocho regeneradores. Los asteriscos representan transmisiones de mensaje opcionales. La figura 9-1 muestra un ejemplo de diagrama de bloques de un enlace con dos regeneradores.

Cuadro 9-1/G.991.2 – Ilustración del flujo EOC con dos regeneradores

Mensajes (fuente, destino) de			
STU-C	SRU1	SRU2	STU-R
Q(1,3) →	→ Proceso		
Proceso ←	← R(3,1)		
Q(1,4) →	→ Hacia adelante→	→ Proceso	
Proceso ←	← Hacia adelante←	← R(4,1)	
Q(1,2) →	→ Hacia adelante→	→ Hacia adelante→	→ Proceso
Proceso ←	← Hacia adelante←	← Hacia adelante←	←R(2,1)
		Proceso ←	←Q(2,3)*
		R(3,2) →	→ Proceso
	Proceso ←	← Hacia adelante←	←Q(2,4)*
	R(4,2) →	→ Hacia adelante→	→ Proceso
Proceso ←	← Hacia adelante←	← Hacia adelante←	←Q(2,1)*
R(1,2) →	→ Hacia adelante→	→ Hacia adelante→	→ Proceso
* Indica mensajes opcionales.			

La capa de enlace de datos del EOC de la SHDSL comprueba la secuencia de verificación de trama (FCS, *frame check sequence*) y si resulta válida pasa el paquete a la capa de red. Si la CRC no es válida se ignora todo el paquete. La capa de red puede optar entre tres acciones posibles: procesar, entregar e ignorar/terminar. Procesar quiere decir que la dirección de origen y el campo de información HDLC se pasan a la capa de aplicación. Entregar quiere decir que el paquete se envía hacia adelante al siguiente elemento de la SHDSL. (Obsérvese que sólo las SRU entregan paquetes.) Ignorar/terminar quiere decir que el paquete HDLC se ignora y no se entrega. La SRU puede procesar y entregar un paquete aún cuando se trate de un mensaje de difusión general. Cuando el segmento no esté activo en la dirección de entrega, la SRU eliminará el paquete. Si el segmento está activo en la dirección de entrega, el retardo de entrega máximo de la SRU será de 300 ms. Toda la retransmisión y el control del flujo se administran en los puntos de terminación, o sea en las STU.

Para aceptar los flujos de datos dobles, los regeneradores SHDSL tienen dobles direcciones como muestra el cuadro 9-1. Una dirección es para la comunicación con la STU-C y la otra para la comunicación con la STU-R. Durante el descubrimiento, la STU-C, y opcionalmente la STU-R envían mensajes de sondeo de descubrimiento, que se propagan por el tramo y permiten que las SRU se numeren mediante un campo de cuenta de saltos del mensaje. Este proceso se explica en detalle más adelante.

Las unidades terminales SHDSL se comunican unidireccionalmente, y por lo tanto sólo tienen una dirección. La STU-C tiene asignada una dirección fija de 1 y la STU-R tiene asignada una dirección fija de 2. En la conexión, se asigna a cada SRU la dirección 0 para cada sentido. En condiciones de fallo LOSW, la SRU restaurará su dirección fuente a 0 para cada sentido en el que exista el fallo LOSW. La dirección fuente de la SRU dejará de ser 0 si y sólo si se recibe y procesa un mensaje sonda de descubrimiento. De esta manera, el regenerador sólo comunicará en el sentido de una base de datos. Por ejemplo, si el regenerador recibe un mensaje sonda de la STU-C y no de la STU-R entonces su dirección seguirá siendo 0 en el sentido de la unidad distante.

9.5.3 Arranque del canal de operaciones incrustado (EOC)

Una vez activado el bucle, el EOC de la SHDSL se inicializa en tres fases: descubrimiento, inventario y configuración. Durante el descubrimiento, la STU-C y opcionalmente la STU-R se enterarán de la existencia de regeneradores en el tramo y determinará sus direcciones. Durante el inventario, el STU-C muestreará todas las SRU y la STU-R para crear la información de inventario de los elementos para la base de datos de la unidad terminal. (Análogamente, la STU-R puede muestrear todas las SRU y la STU-C para crear su propia base de datos, aunque esto es opcional.) Durante la configuración, la STU-C configura la STU-R y las posibles SRU en todo lo referente a umbrales de alarma, características de la señal, etc. No hay prescripción en cuanto al orden temporal de las fases de inventario y configuración; la STU que comienza tiene el control.

El cuadro 9-2 es un ejemplo de descubrimiento que empieza en la STU-C y al que sucede otro descubrimiento opcional iniciado en la STU-R. Aunque en este ejemplo se muestran correlativamente, en realidad son independientes; la STU-R no tiene por qué esperar a recibir la sonda de la STU-C antes de iniciar su propia fase de descubrimiento. La STU-R puede enviar su sonda desde el momento en que el EOC esté activo. La respuesta de descubrimiento contiene la cuenta actual de saltos, el identificador del fabricante, la versión del EOC y una indicación de la LOSW en sentido hacia adelante (es decir, en el sentido del flujo del EOC que es justamente el contrario al sentido en el que se envía la respuesta de descubrimiento).

Cuadro 9-2/G.991.2 – Ilustración de la fase de descubrimiento del EOC

Mensajes (fuente, destino, h) de			
STU-C	SRU1	SRU2	STU-R
DP(1,0,0)→			
	← DR(3,1,1)		
	DP(0,0,1)→		
	←Hacia adelante ←	← DR(4,1,2)	
		DP(0,0,2)→	
	← Hacia adelante ←	← Hacia adelante ←	← DR(2,1,3)
			← DP(2,0,0)
		DR(3,2,1)→	
		← DP(4,0,1)	
	DR(4,2,2)→	→ Hacia adelante →	
	← DP(3,0,2)		
DR(1,2,3) →	→ Hacia adelante →	→S Hacia adelante →	
DP Sonda de descubrimiento (<i>discovery probe</i>) DR Respuesta de descubrimiento (<i>discovery response</i>) h Saltos (<i>hop count</i>)			

Una vez que el iniciador (la STU-C y opcionalmente la STU-R) ha recibido el mensaje respuesta de descubrimiento de un elemento, comienza la fase de inventario para dicho elemento. Esto se realiza muestreando ese elemento concreto para obtener su información de inventario. Una vez que el iniciador ha recibido la información del inventario de una unidad, comienza la fase de configuración enviando la información de configuración adecuada al correspondiente elemento. Las fases del inventario y de la configuración funcionan de modo independiente en cada terminal de respuesta o unidad regeneradora.

La presente Recomendación especifica detalladamente el comportamiento de las unidades secundarias o de respuesta para garantizar el interfuncionamiento. El método concreto de manejo de los paquetes rechazados o sin respuesta se deja a criterio de la STU iniciadora.

El cuadro 9-3 es el cuadro de estados del EOC para el lado red de una SRU. Obsérvese que existe una máquina de estados idénticos aunque independientes, para el lado cliente de una SRU destinada a dar soporte a los mensajes procedentes de la STU-R.

La máquina consta de tres estados: fuera de línea, descubrimiento y EOC en línea. El estado fuera de línea se caracteriza por el fallo LOSW (pérdida de sincronismo de la SHDSL). El estado de descubrimiento se caracteriza por una dirección desconocida. Una vez averiguada la dirección a partir del mensaje de descubrimiento, la SRU entra en el estado de EOC en línea o activo. En este momento, la SRU responderá a los mensajes de inventario, configuración, u otros procedentes de la STU-C.

Cuadro 9-3/G.991.2 – Cuadro de estados del EOC de la red SRU

Estado fuera de línea

Evento	Acción
LOSW de la red = 0	Estado EOC = Preparado para descubrimiento

Estado preparado para descubrimiento

Evento	Acción
LOSW de la red = 1	Dirección EOC de la red = 0 Estado del EOC de la red = Fuera de línea
Recibido mensaje sonda de descubrimiento procedente del lado red	Se incrementa la cuenta de saltos Poner la dirección del EOC de la red a la cuenta de saltos + 2 Componer el mensaje de descubrimiento y presentarlo a la capa de aplicación del lado cliente Enviar mensaje de respuesta a la STU-C Estado del EOC de la red = EOC en línea
Se recibe del lado red un mensaje con dirección distinta a la de la unidad	Petición de entrega del mensaje procedente de la capa de red del lado cliente
Entrega del mensaje solicitada por el lado cliente	Enviar mensaje solicitado hacia la red si el EOC no está fuera de línea

Estado EOC en línea

Evento	Acción
LOSW de red = 1	Dirección EOC de la red = 0 Estado del EOC de la red = Fuera de línea
Recibido mensaje de descubrimiento procedente del lado red	Incrementar cuenta de saltos Poner dirección del EOC de la red a cuenta de saltos + 2 Componer y presentar mensaje de descubrimiento a la capa de aplicación del lado cliente Enviar mensaje a la STU-C repuesta de descubrimiento
Recibido mensaje procedente del lado red con dirección de destino de difusión general	Procesar el mensaje Solicitar la entrega del mensaje al lado cliente de la capa de red del EOC
Recibido mensaje procedente del lado red con la dirección de destino de la unidad o la dirección 0	Procesar el mensaje
Recibido mensaje procedente del lado red con dirección distinta a la de la unidad	Solicitar la entrega del mensaje de la capa de red del lado cliente
Entrega de mensaje solicitada por la capa de red del lado cliente	Enviar mensaje solicitado a la red si el EOC no está fuera de línea

9.5.4 Acceso de gestión remota

La STU-C mantendrá la base de datos de gestión principal en todo el tramo de la SHDSL. (Opcionalmente se mantendrá una segunda base de datos en la STU-R.) Para las restantes unidades sólo se requiere que almacenen la suficiente información para ser enviada con exactitud por el EOC. La información contenida en la base de datos principal deberá ser accesible desde cualquier unidad de la SHDSL que tenga un puerto serie y desde la gestión de red si está disponible. El acceso de servicio se realiza por la interfaz de terminal virtual (o interfaz de puerto virtual de servicio). Esta interfaz puede ser utilizada por cualquier unidad para acceder a la pantalla de cualquier otra del mismo tramo de la SHDSL. Esta funcionalidad es opcional, aunque no para la STU-C, que deberá dar soporte al lado "anfitrión" de una conexión de terminal distante como mínimo. (La posibilidad de que esta interfaz esté activa al mismo tiempo que el acceso local de servicio a la STU-C, es una

decisión del fabricante ajena al objeto de esta Recomendación.) La interfaz del terminal virtual consta de mensajes de pantalla, teclado, conexión y desconexión. Una vez establecida la conexión, los caracteres introducidos desde el puerto de servicio se envían en mensajes de datos de teclado a la unidad "anfitrión". Ésta, a su vez, deberá enviar información en forma de texto ASCII, códigos de control ASCII y funciones de control de pantalla en mensajes de pantalla, cuyo contenido se devuelve al puerto de servicio. La unidad anfitrión devolverá un eco de los caracteres.

El modo de averiguar si se desea el acceso distante a través del puerto local de servicio o si debe cancelarse, depende del fabricante y es ajeno al objeto de esta Recomendación. En todo caso, deben poderse transmitir todas las secuencias de teclas válidas (los caracteres y los códigos de control ASCII).

9.5.5 Transporte del EOC

El EOC se transportará en los bits *eoc1* a *eoc20* de la trama SHDSL. En cada par de tramas SHDSL se transportarán cinco octetos, con la alineación especificada. El bit menos significativo (LSB, *least significant bit*) de los octetos coincidirá con los bits 1, 9 y 17 de la primera trama del EOC y los bits 5 y 13 de la segunda; en cada octeto se transmitirá en primer lugar el LSB. La alineación de los octetos de las tramas se obtiene por detección de la alineación del patrón de sincronismos HDLC ($7E_{16}$).

Para el funcionamiento opcional en bucle doble, los mensajes del EOC se enviarán en paralelo de modo que ambos bucles transmitan mensajes idénticos y redundantes.

9.5.5.1 Formato de datos del EOC

En el EOC se colocan datos numéricos y cadenas de caracteres con los octetos alineados. Los elementos de datos que no tengan un número entero de octetos se empaquetarán para minimizar el tamaño de los mensajes.

Los campos numéricos deberán transmitirse enviando en primer lugar el octeto más significativo, empezando por el bit menos significativo. (Esto es congruente con la "ordenación de octetos de la red" de IETF RFC 1662: PPP in HDLC-like Framing [4].)

Las cadenas de caracteres se representarán en el tren de datos con su primer carácter (octeto) transmitido en primer lugar. Las cadenas de caracteres deberán rellenarse con espacios o terminar con un NULL (00_{16}) hasta completar el tamaño de campo asignado. Los campos de caracteres son de longitud fija de modo que los eventuales caracteres tras un NULL tienen el valor "indistinto".

9.5.5.2 Formato de trama del EOC

El canal EOC transportará los mensajes en formato análogo al HDLC definido en 6.2/G.997.1 [3]. Este canal se tratará como un tren de octetos y todos los mensajes deberán estar formados por un número entero de octetos.

El formato de trama utiliza una forma comprimida de encabezamiento HDLC, como ilustra el cuadro 9-4. El campo de la dirección de destino estará formado por los cuatro bits menos significativos del primer octeto; el campo de la dirección de procedencia ocupará los cuatro bits más significativos del mismo octeto (el campo de dirección). No hay campo de control. Entre las tramas habrá uno o varios octetos de sincronización ($7E_{16}$). El relleno entre tramas se realizará insertando los octetos de sincronización que sean necesarios. Los mensajes de sonda de descubrimiento estarán precedidos por cinco octetos de sincronización como mínimo para garantizar la adecuada detección de la alineación de octetos. El campo de información contendrá exactamente un mensaje como se define más adelante. La longitud máxima de la trama será de 75 octetos sin incluir el patrón de sincronización ni los octetos insertados para la transparencia de datos.

Cuadro 9-4/G.991.2 – Formato de trama del EOC de la SHDSL

	MSB	LSB	
Octeto #	Contenido		
	Patrón de sincronización 7E ₁₆		
	Dirección de procedencia bits 7..4	Dirección de destino bits 3..0	
1	ID de mensaje de acuerdo con el cuadro 9-6		Campo de Información
2	Contenido del mensaje – Octeto 2		

L	Contenido del mensaje – Octeto L		...
	Octeto 1 FCS		
	Octeto 2 FCS		
	Patrón de sincronización 7E ₁₆		

9.5.5.3 Transparencia de los datos

La transparencia de la información útil frente al patrón de sincronismo (7E₁₆) y el patrón de escape de control 7D₁₆ se obtendrá mediante relleno de octetos.

Antes de la transmisión:

- el patrón de octetos 7E₁₆ se codificará como dos octetos 7D₁₆, 5E₁₆;
- el patrón de octetos 7D₁₆ se codificará como dos octetos 7D₁₆, 5D₁₆.

En recepción:

- la secuencia de octetos 7D₁₆, 5E₁₆ se sustituirá por el octeto 7E₁₆;
- la secuencia de octetos 7D₁₆, 5D₁₆ se sustituirá por el octeto 7D₁₆;
- cualquier otra secuencia de dos octetos que empiece por 7D₁₆ cancelará la trama.

9.5.5.4 Secuencia de verificación de trama

La secuencia de verificación de trama (FCS) se calculará con arreglo a IETF RFC 1662 [4]. (Obsérvese que la FCS se calcula antes de la transparencia de datos.) La FCS se transmitirá de acuerdo con IETF RFC 1662: El primer bit del primer octeto es el MSB y el octavo bit del segundo octeto el LSB, es decir: los bits FCS se transmiten en orden inverso al normal.

9.5.5.5 Direcciones de las unidades

Las unidades utilizan direcciones de procedencia y destino distintas e independientes para comunicarse con otras unidades en sentido ascendente y en sentido descendente. El valor de las direcciones deberá estar comprendido entre 0₁₆ y F₁₆. Las direcciones de las unidades deberán ajustarse a lo especificado en el cuadro 9-5. La dirección F₁₆ sólo puede utilizarse como dirección de destino para especificar que el mensaje en cuestión se dirige a todas las unidades. La dirección 0₁₆ se utiliza para la siguiente unidad conectada o unidad adyacente.

Cuadro 9-5/G.991.2 – Direcciones de dispositivo

Dirección (Base ₁₆)	Dispositivo
0	Dispositivo adyacente
1	STU-C
2	STU-R
3 a A	Regeneradores 1 a 8
B a E	Reservado (No se permite D ni E)
F	Mensaje de difusión a todas las estaciones

NOTA – La presente Recomendación no pretende indicar cuántos regeneradores pueden o deben ser soportados por los productos; sino tan sólo identificarlos en el caso de que existan.

9.5.5.6 Identificadores de los mensajes

El cuadro 9-6 resume los ID de los mensajes. Los ID de los mensajes se consignan como números decimales. Los mensajes 0-64 son de petición. Los mensajes 128-192 son de respuesta a otros de petición. A cada mensaje de petición se le envía el correspondiente mensaje de respuesta. Los ID de los mensajes de petición y los correspondientes a sus respuestas suelen diferenciarse en 128.

Cuadro 9-6/G.991.2 – Resumen de los ID de mensajes

ID del mensaje (decimal)	Tipo de mensaje	Unidad de inicio	Referencia
0	Reservado		
1	Sonda de descubrimiento	STU-C, STU-R*, SRU	9.5.5.7.1
2	Petición de inventario	STU-C, STU-R*	9.5.5.7.3
3	Petición de configuración – SHDSL	STU-C	9.5.5.7.5
4	Reservado para la configuración de interfaz de la aplicación		
5	Petición de la configuración – Tiempo límite del bucle	STU-C, STU-R*	9.5.5.7.6
6	Petición de conexión de terminal virtual	STU-R*, SRU*	9.5.5.7.16
7	Petición de desconexión de terminal virtual	STU-R*, SRU*	9.5.5.7.16
8	Mensaje de datos de teclado	STU-R*, SRU*	9.5.5.7.17
9	Petición de mantenimiento – Bucle de sistema	STU-C, STU-R*	9.5.5.7.18
10	Petición de mantenimiento – Bucle de elemento	STU-C, STU-R*	9.5.5.7.19
11	Petición de estado	STU-C, STU-R*	9.5.5.7.11
12	Petición de estado total	STU-C, STU-R*	9.5.5.7.12
13-14	Reservado		
15	Petición de rearranque parcial/ desactivación de la reducción de potencia	STU-C	9.5.5.7.21
16	Reservado (para el futuro)		
17	Petición de estado de la célula ATM	STU-C, STU-R*	E.9.4.7
18	Petición – Gestión de la configuración STU-R	STU-C	9.5.5.7.9

Cuadro 9-6/G.991.2 – Resumen de los ID de mensajes

ID del mensaje (decimal)	Tipo de mensaje	Unidad de inicio	Referencia
19	Reservado para petición de transporte vocal (en el futuro)	Sin definir	
20	Petición de RDSI	STU-C, STU-R	E.8.7.1
21-63	Reservado (para el futuro)		
64-88	Reservado para petición de gestión de línea	Sin definir	9.5.5.7.22
89-111	Reservado		
112-119	Mensaje propietario	Sin definir	9.5.5.7.23
120	Mensaje externo	Sin definir	9.5.5.7.24
121	Mensaje G.997.1	STU-C*, STU-R*	9.5.5.7.25
122-124	Reservado		
125-127	Excluido(7D ₁₆ , 7E ₁₆ , 7F ₁₆)		
128	Reservado		
129	Respuesta de descubrimiento	Todas	9.5.5.7.2
130	Respuesta de inventario	Todas	9.5.5.7.4
131	Respuesta de configuración – SHDSL	STU-R, SRU	9.5.5.7.7
132	Reservado para la configuración de la interfaz de la aplicación		
133	Respuesta de configuración – Límite del tiempo de bucle	Todas	9.5.5.7.8
134	Respuesta de conexión a terminal virtual	STU-C, SRU*, STU-R*	9.5.5.7.16
135	Reservado		
136	Mensaje de datos en pantalla	STU-C, SRU*, STU-R*	9.5.5.7.17
137	Estado de mantenimiento	Todas	9.5.5.7.20
138	Reservado		
139	Estado/relación señal/ruido	Todas	9.5.5.7.13
140	Estado de funcionamiento del lado red de la SHDSL	SRU, STU-R	9.5.5.7.14
141	Estado de funcionamiento del lado cliente de la SHDSL	STU-C, SRU	9.5.5.7.15
142	Reservado para el funcionamiento de la interfaz de la aplicación		
143	Reservado (para el futuro)		
144	Insatisfactorio (UTC) genérico		9.5.5.7.26
145	Información de estado de la célula ATM	Todas	E.9.4.8
146	Respuesta – Gestión de la configuración	STU-R, SRU	9.5.5.7.10
147	Reservado para respuesta de transporte vocal (en el futuro)	Sin definir	

Cuadro 9-6/G.991.2 – Resumen de los ID de mensajes

ID del mensaje (decimal)	Tipo de mensaje	Unidad de inicio	Referencia
148	Respuesta RDSI	STU-C, STU-R	E.8.7.1
149-191	Reservado (para el futuro)		
192-216	Respuesta de gestión de segmento (reservado)	Sin definir	9.5.5.7.22
217-239	Reservado (para el futuro)		
240-247	Respuesta a mensaje propietario	Sin definir	9.5.5.7.23
248-252	Reservado		
253-255	Excluido (FD ₁₆ , FE ₁₆ , FF ₁₆)		
* Significa soporte opcional. La unidad puede iniciar este mensaje.			

9.5.5.7 Contenido del mensaje

El formato del contenido de los mensajes se ajustará a lo especificado en los cuadros 9-7 a 9-31. Cuando en una trama con secuencia de verificación válida, se reciba un mensaje de longitud superior a la prevista, se tomará la porción conocida del mensaje y se despreciarán los octetos suplementarios. Esto permitirá la adición de nuevos campos a los mensajes actuales manteniendo la compatibilidad con lo anterior. Los nuevos campos de datos se situarán exclusivamente en los bits reservados tras el último octeto de datos definido. Los bits y octetos de reserva se rellenarán con el valor 00₁₆ para garantizar la compatibilidad posterior.

Los mensajes de respuesta pueden indicar incapacidad de realizar (UTC, *unable to comply*). Obsérvese que ésta no es una indicación de disconformidad. UTC indica que la unidad que responde no ha sido capaz de satisfacer la petición.

9.5.5.7.1 Sonda de descubrimiento – ID de mensaje 1

Al mensaje sonda de descubrimiento se le asigna el ID de mensaje 1, y se utiliza para que la STU pueda determinar cuántos dispositivos hay presentes con objeto de asignarles direcciones. Véase el cuadro 9-7.

Cuadro 9-7/G.991.2 – Campo de información de la sonda de descubrimiento

Octeto #	Contenido	Tipo de datos	Referencia
1	1	ID de mensaje	
2	Cuenta de saltos	Carácter sin signo	9.5.3

9.5.5.7.2 Respuesta de descubrimiento – ID de mensaje 129

Al mensaje respuesta de descubrimiento se le asigna el ID de mensaje 129. Este mensaje se enviará como respuesta al mensaje sonda de descubrimiento. El campo cuenta de saltos se pondrá a una unidad más que el valor recibido en el mensaje sonda de descubrimiento que provocó la respuesta. (La máquina de estados de recepción se describe en el cuadro 9-3.) La indicación LOSW en sentido hacia adelante quiere decir que el segmento desciende en dicho sentido desde la SRU. En el caso de funcionamiento con dos bucles, la indicación LOSW en sentido hacia adelante quiere decir que ambos bucles descienden en dicho sentido desde la SRU. En ambos casos, la SRU no puede entregar el mensaje sonda de descubrimiento a la unidad adyacente e informa de esto a la STU de inicio. El

campo del octeto SLOW se pondrá a 00₁₆ para las respuestas procedentes de las STU. Véase el cuadro 9-8.

Cuadro 9-8/G.991.2 – Campo de información de la respuesta de descubrimiento

Octeto # [bit]	Contenido	Tipo de datos	Referencia
1	129	ID de mensaje	
2	Cuenta de saltos	Carácter sin signo	9.5.3
3	Reservado		
4-11	ID del fabricante (con los bits en el mismo orden exactamente que el ID del fabricante G.994.1)		
12	Versión de la aplicación informática del EOC del fabricante	Carácter sin signo	
13	# de versión de la SHDSL	Carácter sin signo	
14 [7..1]	Reservado		
14 [0]	Indicación LOSW en sentido hacia adelante, EOC no disponible	Bit	1 = No disponible 0 = Disponible

9.5.5.7.3 Petición de inventario – ID de mensaje 2

Al mensaje petición de inventario se le asignará el ID de mensaje 2. Este mensaje se utiliza para pedir una respuesta de inventario a una unidad específica. Sólo deberá ser transmitido por dispositivos STU. En este mensaje no habrá octetos de contenido. Véase el cuadro 9-9.

Cuadro 9-9/G.991.2 – Campo de información de petición de inventario

Octeto #	Contenido	Tipo de datos	Referencia
1	2	ID de mensaje	

9.5.5.7.4 Respuesta de inventario – ID de mensaje 130

Al mensaje respuesta de inventario se le asignará el ID de mensaje 130. Este mensaje deberá enviarse como respuesta a un mensaje de petición de inventario. Véase el cuadro 9-10.

Cuadro 9-10/G.991.2 – Campo de información de respuesta de inventario

Octeto #	Contenido	Tipo de datos	Referencia
1	130	ID de mensaje	
2	# de versión de la SHDSL	Carácter sin signo	
3-5	# de lista del fabricante	Cadena de 3 octetos	
6-7	# de emisión del fabricante	Cadena de 2 octetos	
8-13	Versión de la aplicación informática del fabricante	Cadena de 6 octetos	
14-23	Código de Identificación de la Unidad (CLEI™)	Cadena de 10 octetos	
24	Reservado		
25-32	ID del fabricante (con los bits en el mismo orden exactamente que en el ID del fabricante G.994.1)		
33-44	# del modelo del fabricante	Cadena de 12 octetos	
45-56	# de serie del fabricante	Cadena de 12 octetos	
57-68	Otra información del fabricante	Cadena de 12 octetos	

9.5.5.7.5 Petición de configuración – SHDSL: ID de mensaje 3

El mensaje petición de configuración – SHDSL lo transmite la STU-C para configurar la interfaz o interfaces SHDSL de las unidades conectadas. Este mensaje puede ser difundido con carácter general o dirigido a unidades específicas. Se responde mediante un mensaje respuesta de configuración – SHDSL. En SHDSL, la relación/señal/ruido se mide en el interior del dispositivo de decisión del tranceptor contrariamente a lo que se hace en la terminación del segmento externo. El valor "Off" (*desactivado*) indica que no se han recibido informes de sobrepasar ningún umbral. La atenuación del bucle y el margen de la relación señal/ruido son alarmas locales de las que informan los mensajes 140 y 141. Por otra parte, estas alarmas pueden aparecer físicamente en el equipo. La atenuación del bucle SHDSL se definirá de la siguiente manera:

$$LoopAtten_{SHDSL}(H) = \frac{2}{f_{sym}} \left\{ \int_0^{\frac{f_{sym}}{2}} 10 \times \log_{10} \left[\sum_{n=0}^1 S(f - nf_{sym}) \right] df - \int_0^{\frac{f_{sym}}{2}} 10 \times \log_{10} \left[\sum_{n=0}^1 S(f - nf_{sym}) \right] |H(f - nf_{sym})|^2 \right\} df$$

Siendo f_{sym} la velocidad de símbolos, $\frac{1}{H(f)}$ las pérdidas de inserción del bucle y $S(f)$ la densidad espectral de potencia nominal de transmisión. Véase el cuadro 9-11.

**Cuadro 9-11/G.991.2 – Petición de configuración –
Campo de información SHDSL**

Octeto # [bit]	Contenido	Tipo de datos	Referencia
1	3	ID de mensaje	
2 [7]	Tipo de configuración	Bit	0 = normal, 1 = Lectura solamente
2 [6..0]	Umbral de atenuación del bucle SHDSL (dB)	Numérico	0 – off 1 a 127
3 [7..4]	Umbral del margen de la relación señal/ruido SHDSL (dB)	Numérico	0 = off 1 a 15
3 [3..0]	Reservado		Puestos a 0

9.5.5.7.6 Petición de configuración – Límites temporales del bucle: ID de mensaje 5

El mensaje de petición de configuración – límites temporales del bucle lo transmite la STU-C (y opcionalmente la STU-R) para establecer los límites temporales del bucle para elementos específicos. Si el bucle no se elimina antes de alcanzar el límite temporal, el elemento deberá regresar al funcionamiento normal. Este mensaje puede ser difundido con carácter general o dirigido a unidades específicas. Se responde con una respuesta de configuración – mensaje límite temporal de bucle. Cuando se envíe información sobre la fecha y la hora en los octetos 4-21, estas cadenas se ajustarán a lo dispuesto en ISO 8601 [5]. Cuando no se envíe información sobre fecha y hora, estos cuadros se rellenarán a ceros. Véase el cuadro 9-12.

**Cuadro 9-12/G.991.2 – Petición de configuración –
Campo de información límite temporal del bucle**

Octeto # [bit]	Contenido	Tipo de datos	Referencia
1	5	ID de mensaje	
2 [7]	Tipo de configuración	Bit	0 = normal, 1 = Lectura solamente.
2 [6..4]	Reservado		
2 [3..0-3]	Límite temporal del bucle	Entero sin signo de 12 bits	En minutos, 0 = ilimitado
4-13	AAAA-MM-DD	Campo de fecha de 10 octetos	ISO 8601 [5]
14-21	HH:MM:SS	Campo de hora de 8 octetos	ISO 8601

9.5.5.7.7 Respuesta de configuración – SHDSL: ID de mensaje 131

El mensaje respuesta de configuración – SHDSL lo transmite la STU-C como respuesta al mensaje petición de configuración – SHDSL. Esta respuesta se envía una vez realizados los cambios aplicables a la configuración. Los valores de la respuesta serán los nuevos, tras la aplicación. Si la unidad transceptora no pudiera satisfacer la petición, se activaría el bit del octeto de conformidad, informándose de los valores actuales. Cuando se reciba el mensaje petición de configuración con el tipo de configuración "lectura solamente", no se aplicará ningún cambio a la configuración y se informará de los valores actuales. Véase el cuadro 9-13.

**Cuadro 9-13/G.991.2 – Respuesta de configuración –
Campo de información SHDSL**

Octeto # [bit]	Contenido	Tipo de datos	Referencia
1	131	ID de mensaje	
2 [7..1]	Reservado		
2 [0]	UTC (Incapacidad de realizar)	Bit	0 = Satisfactorio, 1 = UTC
3	Umbral de atenuación del bucle SHDSL (dB)	Caracteres	0 = Desactivado, 1 a 127
4 [7..4]	Umbral del margen de la relación señal/ruido SHDSL (dB)	Numérico	0 = Desactivado, 1 a 15
4 [3..0]	Reservado		Puestos a 0

9.5.5.7.8 Respuesta de configuración – Límite temporal del bucle: ID de mensaje 133

El mensaje respuesta de configuración – límite temporal del bucle se transmite en contestación al mensaje petición de configuración – límite temporal del bucle. Esta respuesta se envía una vez aplicados los cambios a la configuración. La respuesta se ajustará a los nuevos valores tras su aplicación. Si la unidad transceptora no pudiera satisfacer la petición, se activaría el bit del octeto de conformidad y se informaría de los valores actuales. Cuando se reciba el mensaje petición de configuración con el tipo de configuración "Lectura solamente" no se aplicarán cambios a la configuración y se informará de los valores actuales. Véase el cuadro 9-14.

**Cuadro 9-14/G.991.2 – Campo de información de respuesta
al límite temporal del bucle del sistema**

Octeto # [bit]	Campo de información	Tipo de datos	Referencia
1	133	ID de mensaje	
2 [7..1]	Reservado		
2 [0]	UTC (Incapacidad de realizar)	Bit	0 = Satisfactorio, 1 = UTC
3 [7..4]	Reservado		
3 [3..0]-4	Límite temporal del bucle	12-bit entero sin signo	En minutos, 0 = ilimitado
5-14	AAAA-MM-DD	Campo de fecha de 10 octetos	ISO 8601 [5]
15-22	HH:MM:SS	Campo de hora de 8 octetos	ISO 8601

9.5.5.7.9 Petición de configuración de la STU-R – Gestión: ID de mensaje 18

El mensaje petición de configuración – gestión lo transmite la STU-C para activar o desactivar el flujo de gestión iniciado por la STU-R. La dirección de destino deberá ser F₁₆ para indicar que se trata de un mensaje de difusión general. Por defecto, se activa el flujo de gestión iniciado por la STU-R. Cuando se desactiven, las SRU no deberán responder a los mensajes de petición iniciados en la STU-R, no debiendo emitir ésta dichos mensajes (mensajes 2-12). El tipo de configuración lectura solamente indica que la unidad destino ignorará los siguientes valores del mensaje y responderá informando de su configuración actual. Véase el cuadro 9-14a.

**Cuadro 9-14a/G.991.2 – Petición de configuración –
Campo de información de gestión**

Octeto # [bit]	Contenidos	Tipo de datos	Referencia
1	ID de mensaje 18	ID de mensaje	
2 [7]	Tipo de configuración	Bit	0 = Normal, 1 = Lectura solamente
2 [6..1]	Reservado		
2 [0]	Flujo de Gestión iniciado en la STU-R	Bit	0 = Activado, 1-Desactivado

9.5.5.7.10 Mensaje respuesta de configuración – Gestión: ID de mensaje 146

El mensaje respuesta de configuración – gestión lo envían todas las unidades como respuesta al mensaje petición de configuración – gestión. Véase el cuadro 9-14b.

**Cuadro 9-14b/G.991.2 – Respuesta de configuración –
Campo de información de gestión**

Octeto # [bit]	Contenido	Tipo de datos	Referencia
1	ID de mensaje 146	ID de mensaje	
2 [7..1]	Reservado		
2 [0]	UTC (Insatisfactorio)	bit	0 = Satisfactorio, 1 = UTC
3 [7..1]	Reservado		
3 [0]	Estado del flujo de gestión iniciado en la STU-R	bit	0 = Activado, 1 = Desactivado

9.5.5.7.11 Petición de estado – ID de mensaje 11

El mensaje petición de estado se utiliza para interrogar a un elemento sobre su estado de alarma y funcionamiento general.

La unidad interrogada responderá con uno o varios de los siguientes mensajes de respuesta de estado:

- Respuesta de estado de la relación señal/ruido – 139 (9.5.5.7.13).
- Estado del funcionamiento del lado red de la SHDSL – 140 (9.5.5.7.14).
- Estado de funcionamiento del lado cliente SHDSL – 141 (9.5.5.7.15).
- Estado de mantenimiento – 137 (9.5.5.7.20).

En el modo opcional a dos pares, los mensajes 139, 140 y 141 contienen información de estado específica de un par concreto. En tal caso, la unidad interrogada puede enviar dos mensajes (uno por cada par) de los tipos 139, 140 y 141, en respuesta al mensaje de petición de estado.

En condiciones de alarma, avería o mantenimiento, la unidad interrogada responderá con los mensajes correspondientes a las condiciones activas.

Cuando se haya producido alguna variación del estado de funcionamiento, distinta de la del margen de la relación señal/ruido, desde la última vez que la unidad fue interrogada, ésta responderá con mensajes que informen de la variación del estado de funcionamiento.

De lo contrario, la unidad interrogada emitirá la respuesta estado de la relación señal/ruido – 139 (9.5.5.7.13). Véase el cuadro 9-15.

Cuadro 9-15/G.991.2 – Campo de información petición de estado

Octeto #	Campo de información	Tipo de datos
1	ID de mensaje 11	ID de mensaje

9.5.5.7.12 Petición de estado total – ID de mensaje 12

El mensaje petición de estado total se utiliza para sondear un elemento con objeto de obtener su estado completo actual. Se enviarán los siguientes mensajes como contestación a la petición estado total:

- Estado de funcionamiento del lado red SHDSL (9.5.5.7.14).
- Estado de funcionamiento del lado cliente SHDSL (9.5.5.7.15).
- Estado de mantenimiento (9.5.5.7.20).

En el modo opcional a dos pares, se enviarán los siguientes mensajes en contestación a la petición de estado total:

- Estado de funcionamiento del lado red SHDSL (9.5.5.7.14) – relativo al bucle 1.
- Estado de funcionamiento del lado red SHDSL – relativo al bucle 2.
- Estado de funcionamiento del lado cliente SHDSL (9.5.5.7.15) – relativo al bucle 1.
- Estado de funcionamiento del lado cliente SHDSL – relativo al bucle 2.
- Estado de mantenimiento (9.5.5.7.20).

Véase el cuadro 9-16.

Cuadro 9-16/G.991.2 – Campo de información de petición de estado total

Octeto #	Campo de información	Tipo de datos
1	ID de mensaje 12	ID de mensaje

9.5.5.7.13 Respuesta de estado/relación señal/ruido – ID de mensaje 139

El mensaje estado de funcionamiento/SNR se enviará en contestación al mensaje de petición de estado en las condiciones definidas en 9.5.5.7.9. El entero devuelto representa en dB el valor del margen del ruido de la relación SNR redondeado por exceso. Como cada STU sólo está conectada a un segmento SHDSL, los datos del margen SNR del lado de la interfaz de la aplicación deberán ser 0 (es decir, el margen de la SNR en el lado red deberá ser 0 en la STU-C y la SNR del lado cliente deberá ser 0 en la STU-R). Véase el cuadro 9-17.

Cuadro 9-17/G.991.2 – Campo de información estado respuesta satisfactoria de la SNR

Octeto #	Campo de información	Tipo de datos
1	ID de mensaje 139	ID de mensaje
2	Margen de la SNR en el lado red (dB)	Carácter con signo (127 = No disponible)
3	Margen de la SNR en el lado cliente (dB)	Carácter sin signo (127 = No disponible)
4	ID del bucle	Carácter sin signo (1 = Bucle 1, 2 = Bucle 2)

9.5.5.7.14 Estado de funcionamiento del lado red de la SHDSL – ID de mensaje 140

Este mensaje informa del estado del funcionamiento del lado red de la SHDSL. Se indicará avería del dispositivo cuando existan problemas de tipo físico o lógico en la unidad de destino. La definición de avería del dispositivo depende del fabricante y tiene por objeto comunicar los resultados de diagnósticos o de autocomprobaciones. La avería de continuidad de c.c. se utiliza para indicar condiciones que puedan afectar a la alimentación de energía del tramo tal como cortocircuitos y circuitos abiertos. La definición de la avería de continuidad en c.c. depende del fabricante.

Los bits 7.4 del octeto 11 se utilizan para indicar que se ha producido una situación de desbordamiento o de puesta a cero de uno o varios contadores módulo. Los bits 7 y 5 indicarán la condición de desbordamiento producida desde la última respuesta de estado del lado red SHDSL. Por ejemplo, el contador módulo ES se desbordará cuando transcurran más de 256 segundos con error entre respuestas de estado del lado red SHDSL. Los bits 6 y 4 se utilizarán para indicar que, por alguna razón, uno o varios contadores módulo se han puesto a cero (por ejemplo, por un rearranque del sistema o una circunstancia ajena al mantenimiento que haya provocado la puesta a cero del contador). Los bits 7 y 6 se pondrán a cero una vez enviada a la STU-C la respuesta del estado de lado red SHDSL. Los bits 5 y 4 se pondrán a cero una vez enviada a la STU-R la respuesta de estado del lado red SHDSL. Véase el cuadro 9-18.

Cuadro 9-18/G.991.2 – Campo de información del estado de funcionamiento del lado red SHDSL

Octeto # [bit]	Contenido	Tipo de datos	Referencia
1	ID de mensaje 140	ID de mensaje	
2 [7]	Reservado		
[6]	Estado de reducción de potencia – N	Bit	0 = Valor por defecto 1 = Seleccionado
[5]	Avería de dispositivo	Bit	0 = Satisfactorio, 1 = Avería
[4]	Avería de continuidad en c.c. – N	Bit	0 = Satisfactorio 1 = Avería
[3]	Alarma del margen SNR – N	Bit	0 = Satisfactorio 1 = Alarma
[2]	Alarma de atenuación del bucle – N	Bit	0 = Satisfactorio, 1 = Alarma
[1]	Alarma de fallo LOSW SHDSL – N	Bit	0 = Satisfactorio, 1 = Alarma
[0]	Reservado		Poner a 0
3	Margen SNR SHDSL(dB) – N	Carácter con signo (127 = No disponible)	
4	Atenuación del bucle SHDSL (dB) – N	Carácter con signo (-128 = No disponible)	
5	Contador ES SHDSL módulo 256 – N	Carácter sin signo	
6	Contador SES SHDSL módulo 256 – N	Carácter sin signo	
7-8	Contador de anomalías CRC SHDSL módulo 65536 – N	Entero sin signo	

Cuadro 9-18/G.991.2 – Campo de información del estado de funcionamiento del lado red SHDSL

Octeto # [bit]	Contenido	Tipo de datos	Referencia
9	Contador de segundos con defecto LOSW SHDSL módulo 256 – N	Carácter sin signo	
10	Contador UAS SHDSL módulo 256 – N	Carácter sin signo	
11 [7]	Indicación a la STU-C de desbordamiento del contador – N		0 = Satisfactorio 1 = Desbordamiento
11 [6]	Indicación a la STU-C de reiniciación del contador – N		0 = Satisfactorio 1 = Reiniciación
11 [5]	Indicación a la STU-R de desbordamiento del contador – N		0 = Satisfactorio 1 = Desbordamiento
11 [4]	Indicación a la STU-R de reiniciación del contador – N		0 = Satisfactorio 1 = Reiniciación
11 [3..0]	Valor (dB) base de la reducción de potencia – N	Carácter sin signo	0 .. 15
12 [7]	Extensión (dB) de la reducción de potencia – N	Bit	0 → PBO = Valor Base +0 dB 1 → PBO = Valor Base +16 dB
12 [6..2]	Reservado		
12 [1..0]	ID del bucle	Carácter sin signo	1 = Bucle 1 2 = Bucle 2

9.5.5.7.15 Estado de funcionamiento del lado cliente de la SHDSL – ID de mensaje 141

Este mensaje informa del estado de funcionamiento del lado cliente SHDSL. Se utilizará la avería de dispositivo para indicar la presencia de problemas físicos o lógicos de la unidad destino. La definición de avería del dispositivo depende del fabricante y tiene por objeto indicar los resultados de diagnósticos o autocomprobaciones. La avería de continuidad en c.c. se utilizará para indicar condiciones que afecten a la alimentación de energía del tramo tales como circuitos abiertos y cortocircuitos. La definición de avería de continuidad en c.c. depende del fabricante.

Los bits 7..4 del octeto 11 se utilizan para indicar la presencia de una situación de desbordamiento o puesta a cero en uno o varios de los contadores módulo. Los bits 7 y 5 indicarán la presencia de un desbordamiento desde la última respuesta de estado del lado cliente SHDSL. Por ejemplo, si hay más de 256 segundos con error entre respuestas de estado del lado cliente SHDSL, el contador módulo ES se desbordará. Los bits 6 y 4 se utilizarán para indicar que uno o varios contadores módulo se han puesto a cero por diversos motivos (por ejemplo por arranque del sistema o por un reinicio que no afecta al servicio). Los bits 7 y 6 se pondrán a cero una vez enviada a la STU-C la respuesta de estado del lado cliente SHDSL. Los bits 5 y 4 se pondrán a cero una vez enviada a la STU-R la respuesta del estado del lado cliente SHDSL. Véase el cuadro 9-19.

Cuadro 9-19/G.991.2 – Campo de información del estado de funcionamiento del lado cliente SHDSL

Octeto # [bit]	Contenido	Tipo de datos	Referencia
1	ID de mensaje 141	ID de mensaje	
2 [7]	Reservado		
[6]	Estado de reducción de potencia – C	Bit	0 = Por defecto 1 = Seleccionado
[5]	Avería de dispositivo	Bit	0 = Satisfactorio, 1 = Avería
[4]	Avería de continuidad en c.c. – C	Bit	0 = Satisfactorio, 1 = Avería
[3]	Alarma del margen de la SNR-C	Bit	0 = Satisfactorio, 1 = Alarma
[2]	Alarma de atenuación del bucle – C	Bit	0 = Satisfactorio, 1 = Alarma
[1]	Alarma de fallo de la LOSW de la SHDSL – C	Bit	0 = Satisfactorio, 1 = Alarma
[0]	Reservado		Poner a 0
3	Margen de la SNR de la SHDSL (dB) – C	Carácter con signo (127 = No disponible)	
4	Atenuación del bucle de la SHDSL (dB) – C	Carácter con signo (-128 = No disponible)	
5	Contador ES SHDSL módulo 256 – C	Carácter sin signo	
6	Contador SES SHDSL módulo 256 – C	Carácter sin signo	
7-8	Contador de anomalías CRC SHDSL Módulo 65536 – C	Entero sin signo	
9	Contador de segundos con defecto LOSW SHDSL Módulo 256 – C	Carácter sin signo	
10	Contador UAS SHDSL Módulo 256 – C	Carácter sin signo	
11 [7]	Indicación a la STU-C de desbordamiento del contador – C		0 = Satisfactorio 1 = Desbordamiento
11 [6]	Indicación a la STU-C de reiniciación del contador – C		0 = Satisfactorio 1 = Reiniciación
11 [5]	Indicación a la STU-R de desbordamiento del contador – C		0 = Satisfactorio 1 = Desbordamiento
11 [4]	Indicación a la STU-R de reiniciación del contador – C		0 = Satisfactorio 1 = Reiniciación
11 [3..0]	Valor (dB) base de la reducción de potencia – C	Carácter sin signo	0..15
12 [7]	Extensión (dB) de la reducción de potencia – C	Bit	0 → PBO = Valor Base +0 dB 1 → PBO = Valor Base +16 dB
12 [6..2]	Reservado		
12 [1..0]	ID del bucle	Carácter sin signo	1 = Bucle 1 2 = Bucle 2

9.5.5.7.16 Petición/respuesta conexión/desconexión del terminal virtual (ID de mensaje 6, 7 y 134)

Se utilizan tres mensajes para mantener (establecer y cancelar) sesiones de terminal virtual entre unidades. Cuando una unidad solicite una conexión deberá esperar la respuesta de estado "conexión" antes de utilizarla. La conexión permanecerá hasta tanto se procese una petición de desconexión o se presente una condición de agotamiento del tiempo límite, si se hubiera definido. La STU-C debe dar soporte a una sesión como mínimo. Cuando no se soporten las pantallas de terminal la STU-R y las SRU pueden ignorar la petición de conexión sin facilitar ninguna respuesta o bien pueden responder con el estado "sin conexión".

El proceso de conexión/desconexión resulta necesario cuando se reciben mensajes de teclado procedentes de varios dispositivos. Cuando una unidad no pueda aceptar otra petición de conexión deberá enviar la respuesta "sin conexión".

El mensaje de petición de conexión puede enviarse para actualizar el contenido de la pantalla. Cuando se acepta la petición de conexión se transmitirá la respuesta "conexión" seguida de mensajes de pantalla con la pantalla actual. Cuando se trate de una conexión nueva se enviará la primera pantalla. Véanse los cuadros 9-20 a 9-22.

Cuadro 9-20/G.991.2 – Conexión de terminal virtual

Octeto #	Contenido	Tipo de datos	Referencia
1	ID de mensaje 6 – Conexión de terminal virtual	ID de mensaje	

Cuadro 9-21/G.991.2 – Desconexión de terminal virtual

Octeto #	Contenido	Tipo de datos	Referencia
1	ID de mensaje 7 – Desconexión de terminal virtual	ID de mensaje	

Cuadro 9-22/G.991.2 – Respuesta de conexión de terminal virtual

Octeto #	Contenido	Tipo de datos	Referencia
1	ID de mensaje 134 – Respuesta de conexión de terminal virtual	ID de mensaje	
2	Estado de la conexión		1 = Conectado 0 = Desconectado

9.5.5.7.17 Mensaje de pantalla/Mensaje de teclado (ID de mensaje 8 y 136)

Los mensajes de teclado y de pantalla sólo se envían en las conexiones activas entre unidades. Cada mensaje de teclado contendrán entre 1 y 8 octetos de datos. La puesta en cola de las pulsaciones de teclado del cliente puede repercutir en los tiempos de respuesta del usuario, debiendo ser objeto de especial atención. Cada mensaje de pantalla tendrán entre 1 y 24 octetos de datos, y su contenido viene definido por el fabricante. Puede consultarse información adicional sobre mensajes de pantalla/teclado en 9.5.6. Véanse los cuadros 9-23 a 9-24.

Cuadro 9-23/G.991.2 – Campo de información de teclado

Octeto #	Contenido	Tipo de datos	Referencia
1	ID de mensaje 8 – Teclado	ID de mensaje	
Octeto 2.. L + 1	Caracteres ASCII y secuencias de escape	Matriz de caracteres	

Cuadro 9-24/G.991.2 – Campo de información de pantalla

Nº de octeto	Contenido	Tipo de datos	Referencia
1	ID de mensaje 136 – Pantalla	ID de mensaje	
Octeto 2.. L + 1	Caracteres ASCII y secuencias de escape	Matriz de caracteres	

9.5.5.7.18 Petición de mantenimiento – Mensajes de "bucle del sistema" (9)

El mensaje petición de mantenimiento "bucle del sistema" contiene mandatos de bucle para todos los elementos del tramo. El contenido del mensaje petición de mantenimiento "bucle del sistema" se muestra en el cuadro 9-25. El mensaje bucle del sistema tendrá una dirección de destino de difusión general cuando lo envíe la STU-C. Cuando opcionalmente lo envíe la STU-R el mensaje de bucle del sistema tendrá como dirección de destino la de la STU-C. Al recibir este mensaje las SRU y las STU ejecutarán la instrucción contenida en el campo del mandato y responderán al remitente con el mensaje estado de mantenimiento. Obsérvese que las SRU se numeran correlativamente comenzando por la SRU más próxima a la STU-C. El número de cada SRU se definirá restando 2 a la dirección de su EOC del lado red. Como las direcciones del EOC del lado red son conocidas, la STU-R no utilizará el mensaje de bucle del sistema si la STU-C está fuera de línea. Para invocar bucles SRU cuando la STU-C esté fuera de línea, la STU-R deberá utilizar el mensaje petición de mantenimiento "bucle de elemento". (Los mensajes de petición de mantenimiento pueden utilizarse asimismo en los dispositivos STU para averiguar el estado actual del bucle, utilizando las banderas de bit invariables.)

Cuadro 9-25/G.991.2 – Campo de información petición de mantenimiento "bucle del sistema"

Octeto #	Contenido	Tipo de datos	Referencia
1	ID de mensaje 9 – Petición de mantenimiento "Bucle del sistema"		
2	Mandatos de bucle de la STU-C	Banderas de bit	Cuadro 9-26
3	Mandatos de bucle de la STU-R	Banderas de bit	Cuadro 9-26
4	Mandatos de bucle de la SRU#1	Banderas de bit	Cuadro 9-26
5	Mandatos de bucle de la SRU#2	Banderas de bit	Cuadro 9-26
6	Mandatos de bucle de la SRU#3	Banderas de bit	Cuadro 9-26
7	Mandatos de bucle de la SRU#4	Banderas de bit	Cuadro 9-26
8	Mandatos de bucle de la SRU#5	Banderas de bit	Cuadro 9-26
9	Mandatos de bucle de la SRU#6	Banderas de bit	Cuadro 9-26
10	Mandatos de bucle de la SRU#7	Banderas de bit	Cuadro 9-26
11	Mandatos de bucle de la SRU#8	Banderas de bit	Cuadro 9-26

Cuadro 9-26/G.991.2 – Definición de las banderas de bit de los mandatos de bucle

Posición del bit	Definición
Bit 7	Reservado
Bit 6	Borrar todos los estados de mantenimiento (incluidos los propietarios)
Bit 5	Iniciar bucle especial
Bit 4	Terminar bucle especial
Bit 3	Iniciar bucle hacia la red
Bit 2	Iniciar bucle hacia el cliente
Bit 1	Terminar bucle hacia la red
Bit 0	Terminar bucle hacia el cliente

NOTA – Si el bit es 1 ejecutar la acción, si el bit es 0 no ejecutarla: informar del estado actual.

9.5.5.7.19 Petición de mantenimiento "bucle de elemento" (ID de mensaje 10)

El mensaje petición de mantenimiento "bucle de elemento" contiene mandatos de bucles para los elementos individuales. El mensaje petición de mantenimiento "bucle de elemento" se muestra en el cuadro 9-27. El mensaje bucle de elemento tendrá la dirección de destino de la unidad específica de acuerdo con las direcciones del flujo de datos descritas en 9.5.2. Al recibir el mensaje bucle de elemento, la unidad de destino ejecutará los mandatos de bucle y contestará con el mensaje respuesta de estado de mantenimiento.

Cuadro 9-27/G.991.2 – Campo de información Petición de mantenimiento-bucle de elemento

Octeto #	Contenido	Tipo de datos	Referencia
1	ID de mensaje 10 – Petición de mantenimiento	ID de mensaje	
2	Mandatos de bucle	Banderas de bit	Cuadro 9-26

9.5.5.7.20 Respuesta de Estado de mantenimiento (ID de mensaje 137)

El estado de mantenimiento se envía en contestación a los mensajes de consulta petición de mantenimiento-bucle del sistema, petición de mantenimiento-bucle de elemento, petición de estado y petición de estado total. El "bucle especial" para la STU-R se define como el bucle de la unidad de terminación de mantenimiento (MTU, *maintenance termination unit*). No se define en otras unidades. Véase el cuadro 9-28.

Cuadro 9-28/G.991.2 – Campo de información del estado de mantenimiento

Octeto # [bit]	Contenido	Tipo de datos	Referencia
1	ID de mensaje 137 – Estado de mantenimiento-bucle	ID de mensaje	
2 [7]	Estados de los límites temporales del bucle	Bit	0 = Invariable, 1 = Modificado
2 [6]	Activado el estado de mantenimiento propietario	Bit	0 = Desactivado, 1 = Activado
2 [5]	Activado el bucle especial	Bit	0 = Desactivado, 1 = Activado
2 [4]	Activado el bucle hacia la STU-R	Bit	0 = Desactivado, 1 = Activado

Cuadro 9-28/G.991.2 – Campo de información del estado de mantenimiento

Octeto # [bit]	Contenido	Tipo de datos	Referencia
2 [3]	Activado el bucle hacia la STU-C	Bit	0 = Desactivado, 1 = Activado
2 [2]	Unidad alimentada localmente o por el tramo	Bit	0 = Por el tramo 1 = Localmente
2 [1]	Inversión del extremo/señal del cliente	Bit	0 = Normal 1 = Invertido
2 [0]	Inversión del extremo/señal de la red	Bit	0 = Normal 1 = Invertido

9.5.5.7.21 Rearranque parcial/desactivación de la reducción de potencia (ID de mensaje 15)

El objeto de este mensaje es conmutar el receptor entre los modos de reducción de potencia por defecto y seleccionado. Cuando está vigente el modo por defecto, la PBO se pondrá al valor por defecto. De lo contrario, en modo seleccionado, la PBO puede negociarse mediante la G.994.1 para adoptar otro valor. Para que se produzca el cambio del modo de PBO, el receptor deberá ser reactivado. La petición de rearranque parcial hará que la unidad receptora termine la correspondiente conexión SHDSL y entre en el estado de excepción (figura 6-7). La conexión no terminará a menos que el bit de rearranque parcial de este mensaje esté activado. La unidad receptora esperará 5 ± 1 s antes de terminar la conexión SHDSL.

Este mensaje contiene el mandato para establecer el modo de PBO. El modo de PBO recibido en este mensaje se mantendrá mientras la unidad se encuentre alimentada. El mantenimiento del modo de reducción de potencia en almacenamiento no virtual es opcional. Obsérvese que la configuración del modo de PBO se refiere al receptor; es decir que el receptor solicita una máscara de la densidad espectral de potencia relativa a la potencia recibida y a la configuración de su modalidad de PBO. Véase el cuadro 9-29.

Cuadro 9-29/G.991.2 – Campo de información de rearranque parcial

Octeto # [bit]	Contenido	Tipo de datos	Referencia
1	ID de mensaje 15 – Rearranque parcial/reducción	ID de mensaje	
2 [7..2]	Reservado		
2 [1]	Valor de la reducción de potencia en el lado red	Bit	0 = Por defecto 1 = Seleccionado
2 [0]	Rearranque parcial en el lado red (tras 5 s)	Bit	0 = Sin rearranque 1 = Rearranque
3 [7..2]	Reservados		
3 [1]	Valor de la reducción de potencia en el lado cliente	Bit	0 = Por defecto 1 = Seleccionado
3 [0]	Rearranque parcial en el lado cliente (tras 5 s)	Bit	0 = Sin rearranque 1 = Rearranque

9.5.5.7.22 Mensaje de gestión del segmento (ID 64-88 y 192-216)

Para la gestión del segmento (por ejemplo, actualización continua del precodificador) se reserva un intervalo de identificadores de mensaje.

9.5.5.7.23 Mensajes propietarios (ID 112-119 y 240-247)

Se reserva un intervalo de identificadores de mensajes para los mensajes propietarios. Es responsabilidad de la STU enviar los mensajes propietarios a los destinos pertinentes. Las SRU procesarán los mensajes propietarios o bien los entregarán. Los mensajes propietarios no pueden ser objeto de difusión general.

9.5.5.7.24 Mensaje externo propietario (ID 120)

El soporte de puertos de datos externos es opcional. En la presente Recomendación no se especifican interfaces para puertos de datos externos. Cuando la STU no disponga de puerto de datos externos ignorará cualquier mensaje propietario recibido del exterior. Véase el cuadro 9-30.

Cuadro 9-30/G.991.2 – Campo de información externo

Octeto #	Contenido	Tipo de datos	Referencia
1	ID de mensaje 120 – Externo	ID de mensaje	
2	Número del puerto lógico	Carácter sin signo	
Octetos 3.. $N + 2$	Datos del mensaje externo (N octetos)		

9.5.5.7.25 Mensaje externo G.997.1 (ID 121)

El soporte de mensajería externa UIT-T G.997.1 [3] es opcional. La interfaz para los mensajes G.997.1 es ajena al objeto de la presente Recomendación. Cuando una STU no tenga interfaz para la mensajería G.997.1 deberá ignorar todos los mensajes externos G.997.1 que reciba.

El número de puerto lógico FF_{16} se reserva para indicar el transporte de los paquetes de protocolo de gestión de red simple (SNMP), como se describe en 6.3/G.997.1. Los paquetes SNMP pueden transmitirse utilizando uno o varios de estos mensajes. Véase el cuadro 9-31.

Cuadro 9-31/G.991.2 – Campo de información externo G.997.1

Octeto #	Contenido	Tipo de datos	Referencia
1	ID de mensaje 121	ID de mensaje	
2	Número del puerto lógico	Carácter sin signo	
Octetos 3.. $N + 2$	Datos del mensaje externo G.997.1 (N octetos)		

9.5.5.7.26 Mensaje genérico incapacidad de realizar (UTC, *unable to comply*) (ID 144)

El mensaje genérico UTC debe devolverse a la unidad de procedencia cuando la unidad de destino no pueda satisfacer la petición. En tal caso, la definición de UTC depende del fabricante. Obsérvese que este mensaje no pretende sustituir el bit UTC en los mensajes de respuesta que lo contengan. Véase el cuadro 9-32.

Cuadro 9-32/G.991.2 – Campo de información del mensaje incapacidad de realizar (UTC) genérico

Octeto #	Contenido	Tipo de datos	Referencia
1	ID de mensaje 144 – UTC genérico	ID de mensaje	
2	ID de mensaje de petición	Carácter sin signo	

9.5.6 Ejemplos de funciones de control del terminal virtual

Este cuadro 9-33 informativo presenta ejemplos de secuencias de escape comunes ANSI X3.4-1986 (R1997) [B3] en el apéndice IV.

Cuadro 9-33/G.991.2 – Ejemplos de funciones de control ANSI X3.4-1986 (R1997)

Descripción	Formato	Comentarios
Borrar toda la pantalla (ED)	ESC [2 J	
Situación cursor (CUP)	ESC [RR ; CC H	(Nota)
Situación cursor (en la columna 1)	ESC [RR H	Subconjunto de situar cursor
Cursor en posición de inicio	ESC [H	Subconjunto de situar cursor

NOTA – ESC tiene el valor 1B₁₆. RR es el número de fila y CC es el número de columna expresado como dígitos ASCII. Por ejemplo, la fila 4 columna 12 se codificaría como ESC [4;12H. El equivalente hexadecimal de esta secuencia es 1B₁₆ 5B₁₆ 34₁₆ 3B₁₆ 31₁₆ 32₁₆ 48₁₆. La pantalla empieza en la fila 1, columna 1.

10 Arquitectura del reloj

10.1 Arquitectura del reloj de referencia

La diversidad de aplicaciones y velocidades binarias variables de la SHDSL impone una arquitectura de reloj flexible. Los relojes de símbolos de la STU-C y de la STU-R se describen por las referencias de sincronización permitidas.

La configuración de referencia SHDSL tiene la flexibilidad de proporcionar una referencia de reloj de símbolos basada en las fuentes que muestra la figura 10-1. Esta figura ilustra las opciones de referencia del reloj en el contexto de un modelo de referencia SHDSL simplificado. El cuadro 10-1 contiene las configuraciones de sincronización normativas y algunas aplicaciones de ejemplos.

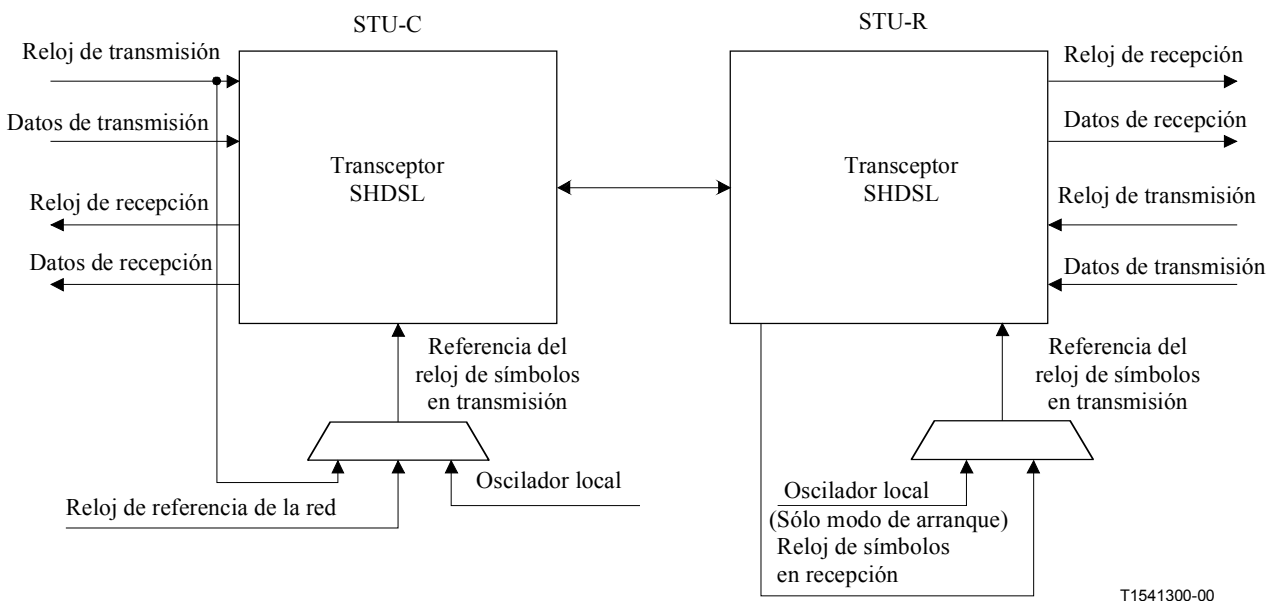


Figura 10-1/G.991.2 – Arquitectura del reloj de referencia

Cuadro 10-1/G.991.2 – Configuraciones de sincronización del reloj

Número del modo	Referencia del reloj de símbolos de la STU-C	Referencia del reloj de símbolos de la STU-R	Aplicación ejemplo	Modo
1	Oscilador local	Reloj de símbolos recibidos	HDSL "tradicional"	Plesiócrono
2	Reloj de referencia de la red	Reloj de símbolos recibidos	HDSL "tradicional" con referencia de temporización integrada	Plesiócrono con referencia de temporización
3a	Reloj de datos de transmisión o reloj de referencia de la red	Reloj de símbolos recibidos	La principal aplicación es el transporte síncrono en ambos sentidos	Síncrono
3b	Reloj de datos en transmisión	Reloj de símbolos recibidos	Transporte síncrono en sentido descendente y relleno de bits en sentido ascendente cuando sea posible	Híbrido: Descendente: síncrono Ascendente: plesiócrono

10.2 Precisión del reloj

Para cualquier velocidad, el reloj de símbolos de transmisión de cualquier dispositivo SHDSL en modo datos deberá tener una precisión superior a ± 32 ppm de la frecuencia nominal. Durante la activación, la STU-C mantendrá una precisión de ± 32 ppm de su reloj de símbolos de transmisión, aunque el reloj de símbolos de transmisión de la STU-R puede variar hasta ± 100 ppm.

10.3 Definición de las fuentes de reloj

Las siguientes definiciones se aplicarán a las fuentes de reloj que muestra la figura 10-1.

10.3.1 referencia del reloj de símbolos de transmisión: Reloj de referencia del que se deriva el reloj de símbolos de transmisión real (o sea, el reloj de símbolos de transmisión de la STU se sincroniza con esta referencia).

10.3.2 oscilador local: Reloj que se deriva de un oscilador de cristal local independiente.

10.3.3 reloj de referencia de la red: Reloj de referencia principal derivado de la red.

10.3.4 reloj de datos de transmisión: Reloj síncrono con los datos transmitidos en la interfaz de la aplicación.

10.3.5 reloj de símbolos recibidos: Reloj síncrono con los símbolos recibidos en sentido descendente en la interfaz de línea SHDSL. Este reloj se utiliza en la STU-R como referencia de reloj de símbolos en transmisión.

10.3.6 reloj en recepción: Reloj síncrono con los datos recibidos en la interfaz de la aplicación.

10.4 Sincronización con las fuentes de reloj

En modo síncrono, la STU-C puede sincronizarse con el reloj de datos de transmisión o con un reloj de referencia de la red. Cuando se utilice un reloj de referencia de red, el reloj de datos transmitidos debe sincronizarse con el reloj de referencia de la red. (Las diversas velocidades de datos de transmisión son independientes de la frecuencia del reloj de referencia.)

El reloj de referencia de red, si existe, deberá consistir en un reloj de red fundamental a 8 kHz o un reloj de referencia relacionado a algún múltiplo de 8 kHz. Estos relojes de referencia suelen ser de 1544 MHz o 2048 MHz, aunque en ciertas aplicaciones puede haber otras frecuencias

como 64 kHz. En estos relojes relacionados hay señales de temporización implícitas de 8 kHz¹. La selección de una referencia de reloj específica de la red dependerá de la aplicación.

11 Características eléctricas

Esta cláusula define las pruebas de conformidad para los equipos SHDSL. Estas pruebas fuera de servicio permiten verificar las características eléctricas de las interfaces metálicas SHDSL.

11.1 Balance longitudinal

El balance longitudinal o Atenuación de conversión longitudinal (LCL, *longitudinal conversion loss*) es un factor de calidad del acoplamiento entre la componente de señal longitudinal V_L (modo común) y la metálica V_M (modo normal). Este término es equivalente a la conocida relación de rechazo en modo común (CMRR, *common mode rejection ratio*) definida del siguiente modo:

$$\text{Balance longitudinal (dB)} = 20 \log \left| \frac{V_L}{V_M} \right|$$

El balance longitudinal en la interfaz del bucle SHDSL se medirá con un circuito de acoplamiento que tenga una terminación metálica de 135 Ω y una terminación longitudinal de 33,8 Ω (figura 11-1). El apéndice I contiene ejemplos de circuitos de acoplamiento. Esta prueba se llevará a cabo con el transmisor objeto de la prueba desconectado (modo silencioso) y con la alimentación del tramo (tanto en las unidades de la central como en las distantes) activada por una fuente/sumidero de c.c. externa a propósito. El requisito de la alimentación de potencia activa puede ignorarse en los sistemas alimentados localmente.

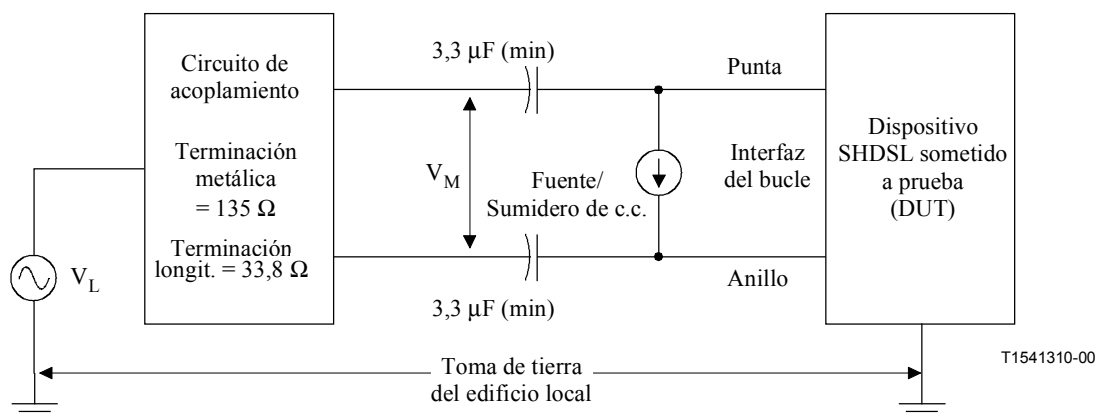


Figura 11-1/G.991.2 – Medición del balance longitudinal

El balance longitudinal medido en la interfaz de bucle SHDSL quedará por encima de la máscara límite especificada en la figura 11.2. Los valores de los parámetros de dicha figura dependen de la región y se especifican en A.5.4 y B.5.4. El circuito de la prueba longitudinal se calibrará de modo tal que al sustituir la resistencia de 135 Ω (entre punta y anillo) por el dispositivo sometido a prueba y desconectar la fuente/sumidero de c.c., el balance longitudinal medido esté al menos 20 dB por

¹ Entre la trama SHDSL de 6 ms para el transporte de datos y el reloj de red de 8 kHz hay una relación fija. Todas las tramas SHDSL contienen $48(1 + i + n \times 8)$ bits ($i = 0..7$ y $n = 3..36$). La citada relación puede calcularse con: $T = 6 \text{ ms}/48 = 125 \mu\text{s}$ y $f = 1/T = 8 \text{ kHz}$. En la STU-R puede derivarse una señal del reloj de 8 kHz a partir de la trama síncrona de 6 ms.

encima de la máscara límite. El balance longitudinal se medirá en el intervalo de frecuencias de 20 kHz a 2 MHz.

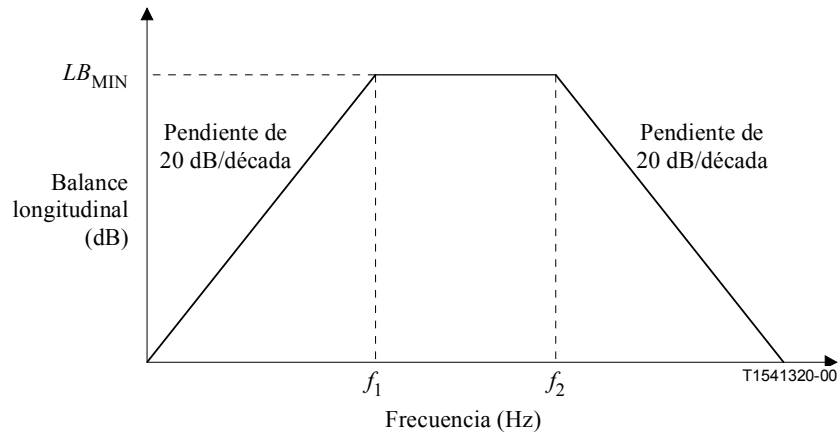


Figura 11-2/G.991.2 – Máscara límite del balance longitudinal

11.2 Tensión de salida longitudinal

La tensión de salida longitudinal en la interfaz del bucle SHDSL se medirá con un circuito de acoplamiento que tenga una terminación metálica de 135 Ω y otra longitudinal de 33,8 Ω como muestra la figura 11-3. El apéndice I contiene ejemplos de circuitos de acoplamiento. Esta prueba se realizará estando el transmisor activo (mientras envía datos aleatoriamente) y la alimentación del tramo (tanto en las unidades de la central como en la de los terminales distantes) activada mediante la adecuada fuente/sumidero externo de c.c. El requisito de la alimentación de potencia activa puede ignorarse en los sistemas alimentados localmente.

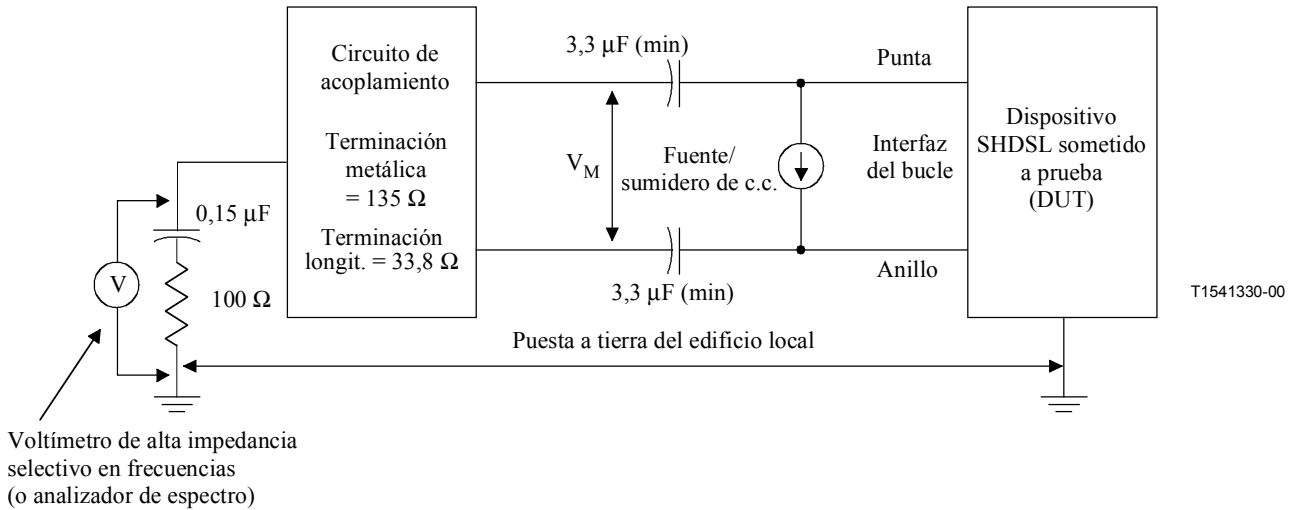


Figura 11-3/G.991.2 – Medición de la tensión de salida longitudinal

La tensión eficaz de salida longitudinal medida en la interfaz del bucle SHDSL deberá ser inferior a -50 dBV en todas las bandas de frecuencia de 4 kHz promediada en periodos de un segundo. La gama de frecuencias de medición depende de la región y se especifica en A.5.5 y B.5.5.

11.3 Pérdidas de retorno

En esta prueba se miden las pérdidas de retorno en la interfaz del bucle SHDSL para una impedancia (línea) de referencia de 135 Ω. En las aplicaciones SHDSL, las pérdidas de retorno se suelen utilizar como medida de la distorsión de impedancia (desviación tanto en magnitud como en fase del valor de impedancia de referencia). Hay que fijar límites para las pérdidas de retorno con objeto de evitar grandes desacoplos de terminación entre equipos de fabricantes homologados. Las pérdidas de retorno pueden medirse directamente mediante un analizador de impedancia o indirectamente como tensión de salida en un circuito puente. Con ambos métodos hay que evitar al máximo los errores de medición procedentes de trayectos de circuito imprevistos entre la tierra común de los instrumentos de medición y la fuente de alimentación del dispositivo sometido a prueba. Además, cuando la medición se efectúe estando el tramo conectado a la alimentación, el instrumento de prueba debe aislarse galvánicamente de la interfaz del bucle para evitar dañar el equipo de prueba con la alimentación de alta tensión de c.c. En las mediciones realizadas con analizador de impedancia, las pérdidas de retorno se definen del siguiente modo:

$$\text{Pérdidas de retorno}(f) = 20 \log \left| \frac{Z_{TEST}(f) + Z_{REF}}{Z_{TEST}(f) - Z_{REF}} \right|$$

siendo:

$Z_{TEST}(f)$ la impedancia compleja medida a la frecuencia f en la interfaz del bucle del dispositivo sometido a prueba y

Z_{REF} la impedancia de referencia (135 Ω).

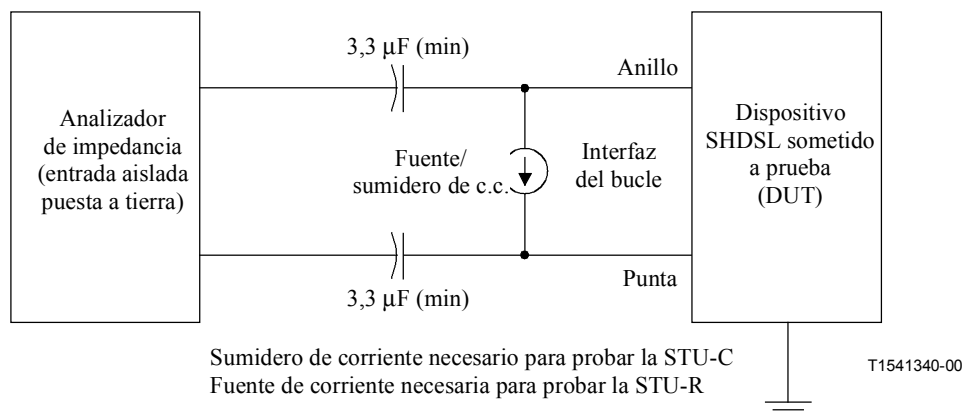


Figura 11-4/G.991.2 – Método de prueba de las pérdidas de retorno con analizador de impedancia

Si la medición se realiza con un puente de prueba las pérdidas de retorno se definen del siguiente modo:

$$\text{Pérdidas de retorno}(f) = 20 \log \left| \frac{V_{IN}(f)}{V_{OUT}(f)} \right|_R$$

El apéndice I contiene un ejemplo del puente de prueba para las pérdidas de retorno.

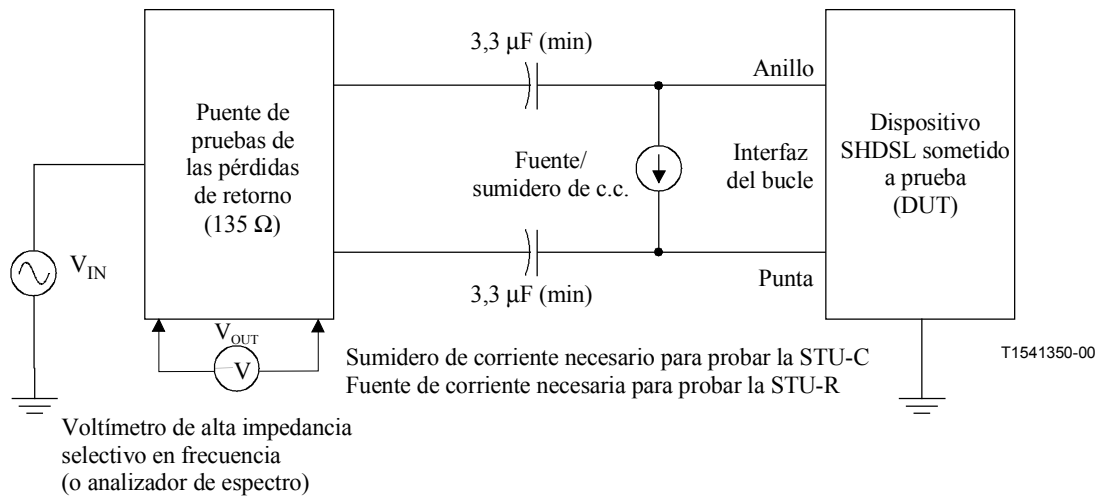


Figura 11-5/G.991.2 – Método de prueba de las pérdidas de retorno mediante puente

Las pruebas de la pérdida de retorno se realizarán con el transmisor sometido a prueba desconectado (en modo silencioso). El DUT puede probarse con alimentación procedente del tramo o con alimentación local en función de la aplicación del DUT. Para las aplicaciones con alimentación por el tramo, si el DUT es la STU-C la prueba se realizará con la alimentación del tramo activada y un sumidero de c.c. adecuado (con alta impedancia para c.a.) conectado al circuito de prueba. Si el DUT es la STU-R la prueba se realizará con la alimentación (tensión c.c.) aplicada a la interfaz del bucle (PUNTA/ANILLO) procedente de una fuente externa de tensión que alimente a través de una impedancia de bloqueo de la c.a. Obsérvese que la fuente/sumidero de c.c. debe presentar una elevada impedancia (a las frecuencias de la señal) a la tierra común.

La impedancia en el punto de excitación nominal de la interfaz del bucle SHDSL será de 135 Ω. Las pérdidas de retorno se medirán o bien con el método del analizador de impedancias de la figura 11-4 o con el método del puente de la figura 11-5. Los valores de las pérdidas de retorno medidos sobre 135 Ω permanecerán por encima de la máscara límite especificada en la figura 11-6. Los valores de los parámetros dependen de la región y se especifican en A.5.2 y B.5.2. Las pérdidas de retorno de la interfaz del bucle deberán medirse en el intervalo de frecuencia comprendido entre 1 kHz y 2 MHz.

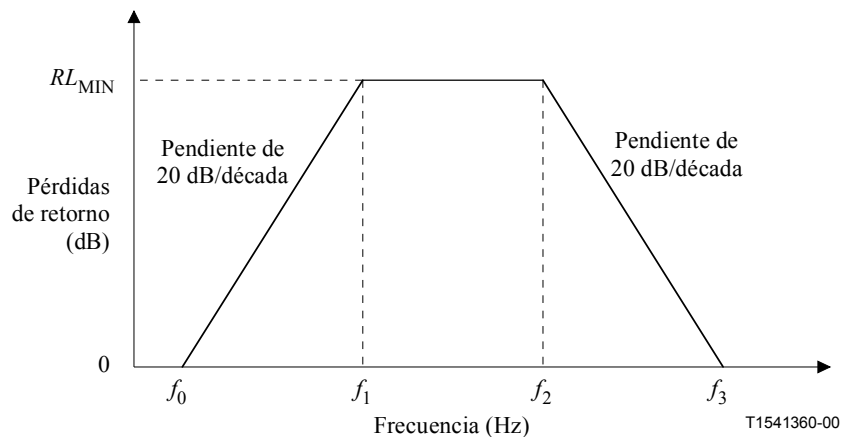


Figura 11-6/G.991.2 – Máscara límite de las pérdidas de retorno

11.4 Prueba de la potencia de transmisión

La potencia de transmisión media total puede medirse con alimentación por el tramo o con alimentación local según lo exija la aplicación del DUT. En las aplicaciones con alimentación por el tramo, si el DUT es la STU-C la prueba se realizará con la alimentación del tramo activada y un sumidero de c.c. adecuado (con alta impedancia a la c.a.) conectado al circuito de prueba. Si el DUT es la STU-R la prueba se realizará con alimentación (tensión c.c.) aplicada a la interfaz del bucle (PUNTA/ANILLO) por parte de una fuente de alimentación externa conectada a través de una impedancia de bloqueo de la c.a. El circuito de prueba debe tener prevista la alimentación en c.c. y eventualmente el aislamiento mediante transformador de los instrumentos de medida. Obsérvese que la fuente/sumidero de c.c. debe presentar una elevada impedancia (a las frecuencias de la señal) a la tierra común. Véase la figura 11-7.

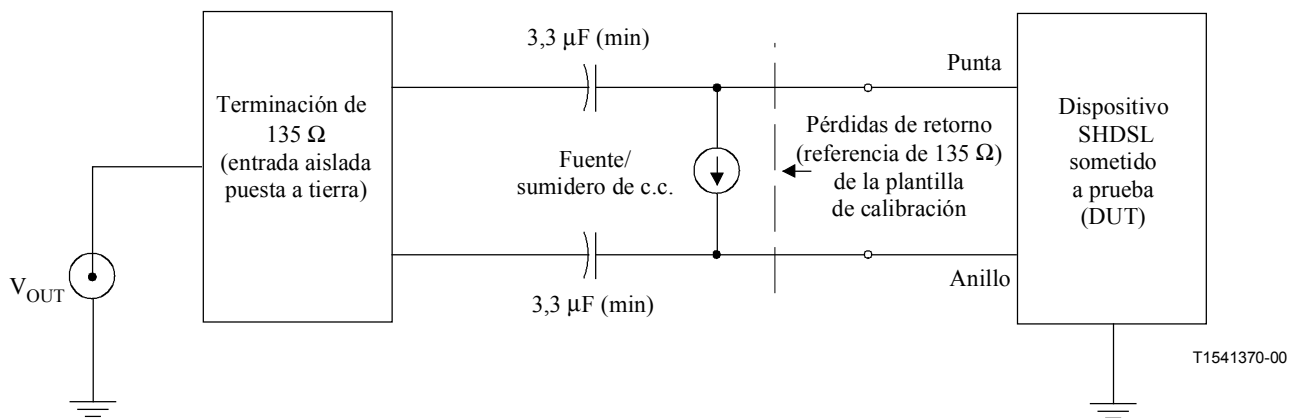


Figura 11-7/G.991.2 – Esquema de medición de la densidad espectral de potencia/potencia total

11.4.1 Circuito de prueba

El circuito de prueba debe prever la alimentación en c.c. y eventualmente el aislamiento mediante transformador de los instrumentos de medida. El aislamiento mediante transformador de la entrada de los instrumentos evita los errores de medición provocados por trayectos imprevistos a través de la tierra común de los instrumentos de medida y de la fuente de alimentación del DUT. Cuando la impedancia del puerto de excitación del circuito de prueba cumpla los requisitos de calibración definidos en 11.4.2 el circuito de prueba no introducirá un error superior a $\pm 0,25$ dB sobre una carga de prueba perfecta de 135Ω . El apéndice I contiene un ejemplo de circuito de prueba. Obsérvese que se puede utilizar el mismo circuito para medir la potencia total transmitida y la densidad espectral de potencia transmitida.

11.4.2 Calibración del circuito de prueba

La impedancia del punto de excitación nominal del circuito de prueba será 135Ω . Las pérdidas de retorno mínimas respecto a 135Ω en la banda de frecuencia comprendida entre 1 kHz y 3 MHz será 35 dB entre 10 kHz y 500 kHz con una pendiente de 20 dB/década por debajo y por encima de estos límites de frecuencia.

NOTA – Las pérdidas de retorno de 35 dB permitirán un error en la medición de $\pm 0,20$ dB con respecto al valor nominal de 135Ω .

11.4.3 Requisito de la potencia total de transmisión

La potencia media de transmisión de la STU-C se medirá transmitiendo ininterrumpidamente la señal S_c (6.2.2.2) con la densidad espectral de potencia (PSD) en transmisión adecuada, especificada

en A.3.3.8 o B.4. La potencia media de transmisión de la STU-R se medirá mientras se envía ininterrumpidamente la señal S_r (6.2.2.3) con la densidad espectral de potencia en transmisión adecuada especificada en A.3.3.8 o B.4. La potencia total medida se ajustará a los requisitos aplicables de A.3.3.8 o B.4. Esta medición de potencia en el modo de activación será 0,2 dB inferior a la potencia de transmisión correspondiente en modo datos debido a la definición de la constelación PAM-2.

11.4.3.1 Procedimiento de medición de la densidad espectral de potencia en transmisión

La densidad espectral de potencia (PSD, *power spectral density*) en transmisión puede medirse con alimentación por el tramo o con alimentación local según lo necesite la aplicación del DUT. Para las aplicaciones alimentadas por el tramo, si el DUT es la STU-C la prueba se realizará con la fuente de alimentación del tramo activada y un sumidero de c.c. adecuado (con alta impedancia en c.a.) conectado al circuito de prueba. Si el DUT es la STU-R la prueba se realizará con alimentación (tensión en c.c.) aplicada a la interfaz del bucle (PUNTA/ANILLO) por parte de una fuente de tensión externa a través de una impedancia de bloqueo de la c.a.

La densidad espectral de potencia en transmisión para la STU-C y la STU-R se medirá con las señales definidas en 11.4.3. La densidad espectral de potencia en transmisión se medirá en el intervalo de frecuencias comprendido entre 1 kHz y 3 MHz. La señal de transmisión de la STU-C se ajustará a los requisitos correspondientes de A.3.3.8 y B.4. La señal de transmisión de la STU-R se ajustará a los requisitos correspondientes de A.3.3.8 y B.4.

11.4.3.2 Circuito de prueba y calibración de la densidad espectral de potencia

El circuito de prueba debe prever la alimentación de c.c. y eventualmente el aislamiento mediante transformador de los instrumentos de medida. El aislamiento mediante transformador de las entradas de los instrumentos evita errores de medición procedentes de trayectos imprevistos a través de la tierra común de los instrumentos de medida y la fuente de alimentación del DUT. El circuito de prueba cumplirá los requisitos de 11.4.2.

11.5 Retardo de transferencia de la señal

La STU deberá poder proporcionar una latencia de tramo único unidireccional en la capa PMD de 500 μ s como máximo para velocidades de datos del usuario de 1,5 Mbit/s como mínimo y 1,25 ms como máximo para velocidades de datos de usuario de 1,5 Mbit/s como máximo medido entre las interfaces α y β .

12 Prueba de conformidad

12.1 Microinterrupciones

La microinterrupción es una interrupción temporal provocada por una acción mecánica exterior sobre los hilos de cobre que forman el segmento de transmisión, por ejemplo un empalme de cable. Los empalmes pueden ser uniones manuales hilo a hilo, y con el tiempo los fenómenos de oxidación y las vibraciones mecánicas pueden provocar microinterrupciones en estos puntos críticos. Como ejemplo de causas que pueden provocar este tipo de degradaciones se puede citar el caso de un vehículo pesado que circule sobre una instalación de cable enterrado o el movimiento aéreo de los cables provocado por la fuerza del viento.

La repercusión de la microinterrupción sobre el sistema de transmisión puede consistir en un fallo del enlace de transmisión digital, junto con un fallo de la fuente de alimentación del tramo (de haberla) durante el tiempo de la microinterrupción. El objetivo operativo es que cuando se produzca una microinterrupción de una duración máxima especificada, el sistema no se desactive, y que el

sistema se reactive automáticamente de acuerdo con un procedimiento de arranque total cuando se produzca una desconexión provocada por interrupción.

La figura 12-1 muestra la configuración de la prueba de susceptibilidad a la microinterrupción. En este esquema una señal activadora periódica S estimula un dispositivo microrrelé que suele estar cerrado, induciendo microinterrupciones periódicas en el enlace de transmisión. Obsérvese que las microinterrupciones sólo se inducen en una terminación en un determinado momento. Los bucles de la prueba estarán integrados por 1,5 km de cable de cobre de 0,4 mm (o 5000' de 26 AWG), y las pruebas se realizarán a la velocidad de datos máxima soportada. Utilizando el esquema de la prueba descrito en la figura 12-1 con alimentación local, los transceptores SHDSL no quedarán desactivados por una microinterrupción de $t = 10$ ms como mínimo cuando se estimulen con una señal con un periodo $T = 5$ s para un intervalo de prueba de 60 s en una sola terminación. Las microinterrupciones se inducirán tanto en las terminaciones de la STU-C como en las de la STU-R. Esta prueba se repetirá con alimentación por el tramo y una microinterrupción de $t = 1$ ms como mínimo.

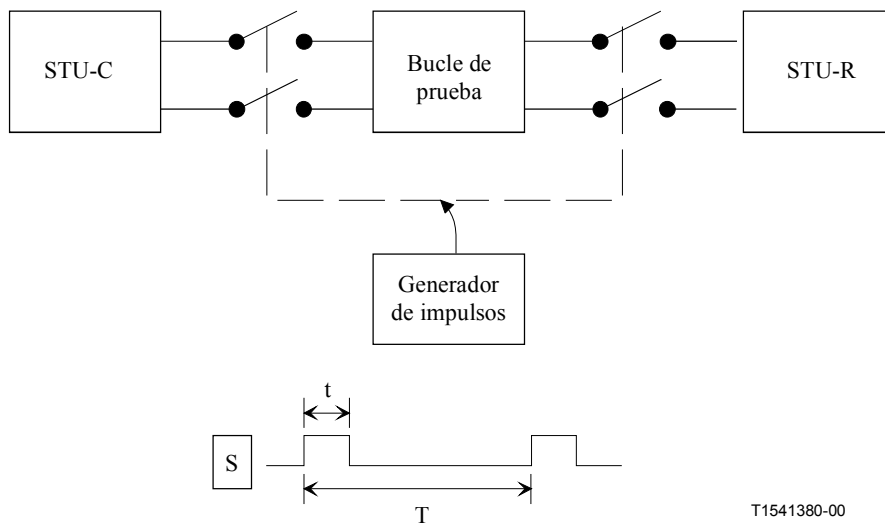


Figura 12-1/G.991.2 – Circuito de prueba de la microinterrupción

ANEXO A

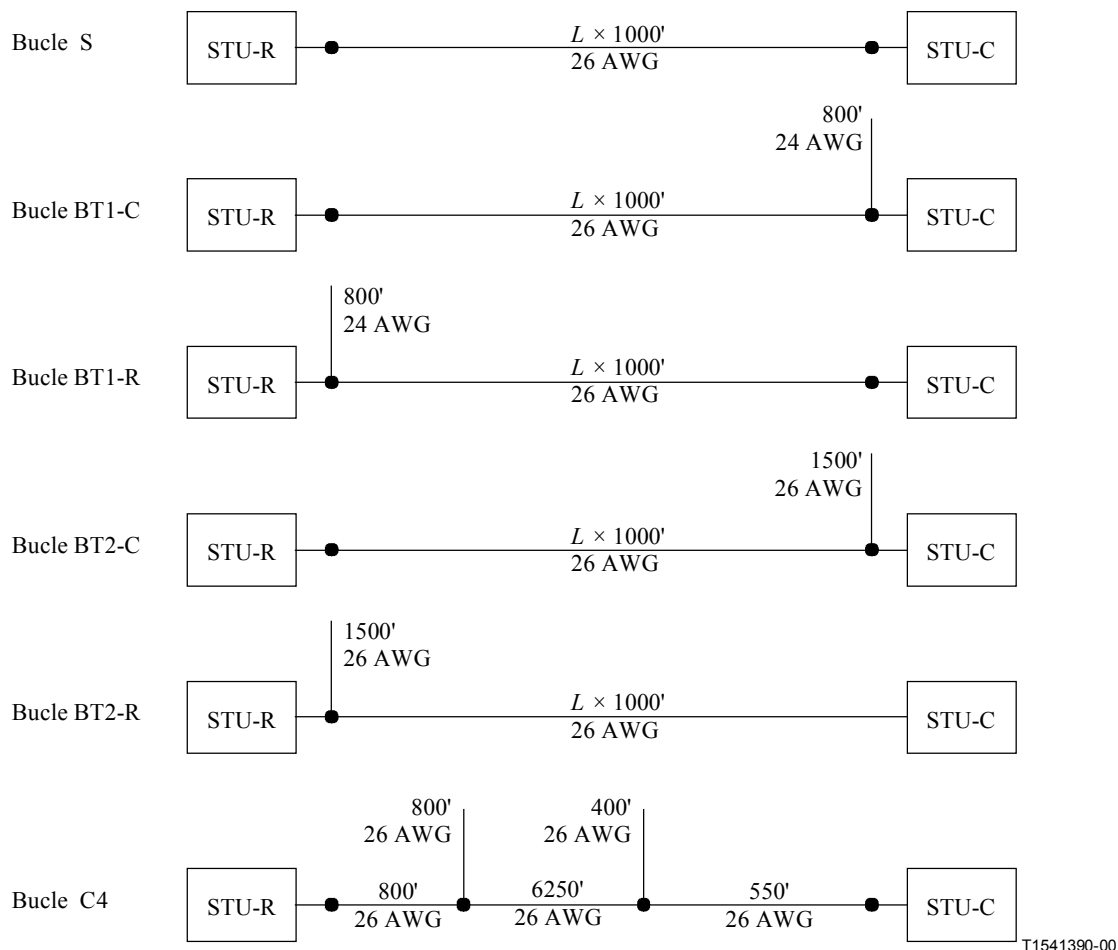
Requisitos específicos de la Región 1

A.1 Objeto

El presente anexo describe especificaciones exclusivas de los sistemas SHDSL que funcionan en condiciones análogas a las que se suelen dar en las redes de Norteamérica. Las cláusulas de este anexo proporcionan adiciones y modificaciones a los correspondientes del cuerpo principal.

A.2 Bucles de prueba

Las principales constantes de los bucles de prueba vienen definidas en el anexo A/G.996.1 [6]. Obsérvese que los bucles de prueba de la figura A.1 están hechos de cables con aislante de plástico y sus especificaciones están definidas a 70° F (21,1° C). El bucle 0 es el bucle nulo: $\leq 10'$ y ≤ 26 AWG.



NOTA – AWG = American Wire Gauge (calibre norteamericano de cable); 26 AWG = 0,4 mm, 24 AWG = 0,5 mm.
 Distancias expresadas en pies ('): 1000' = 0,3048 km.

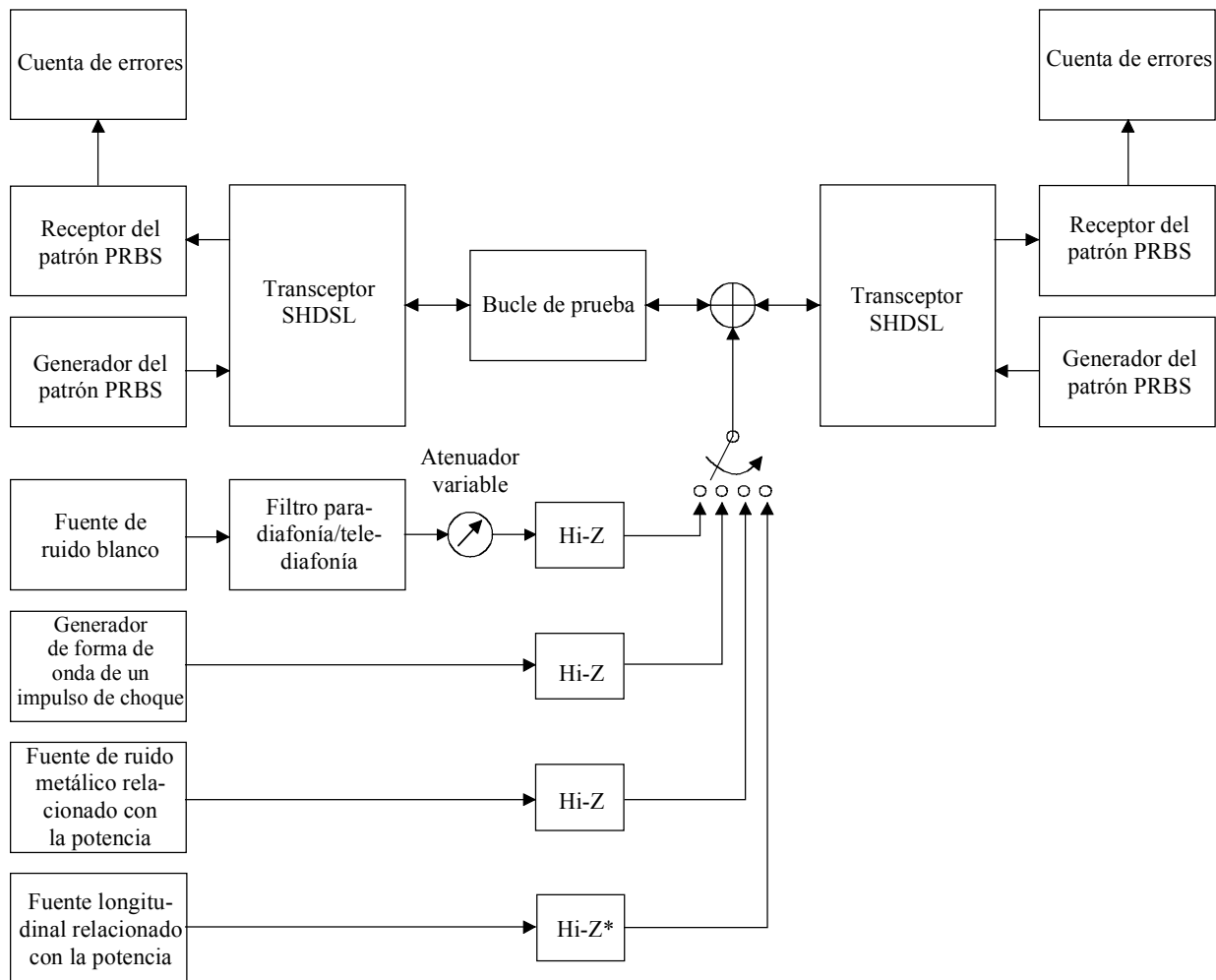
Figura A.1/G.991.2 – Bucles de prueba

A.3 Pruebas de funcionamiento

Esta cláusula especifica las pruebas de funcionamiento para los equipos SHDSL. Estas pruebas se realizan fuera de servicio y verifican la calidad de funcionamiento de la SHDSL en entornos degradados.

La figura A.2 muestra el montaje de la prueba para la medición de la calidad de funcionamiento de los sistemas SHDSL en presencia de degradaciones provocadas por ruido. El sistema de prueba consiste en un tranceptor SHDSL de oficina central (STU-C, *STU at the central office*) y un tranceptor en el extremo distante (STU-R, *STU at the remote end*). Los tranceptores SHDSL se conectan mediante un bucle de prueba. El ruido artificial se inyecta localmente en el bucle de prueba a través del circuito de acoplamiento especificado en el tranceptor de recepción.

La medición de la tasa de errores en los bits (BER, *bit-error ratio*) se realiza aplicando una señal de prueba con una secuencia binaria pseudoaleatoria (PRBS, *pseudo-random binary sequence*) a una entrada del tranceptor y detectando los errores en el tren de datos PRBS recibido en el otro tranceptor. El periodo de la señal PRBS debe ser de $2^{23} - 1$, como mínimo. La medición de la BER se realizará en ambos sentidos de transmisión y las pruebas en cada sentido se realizarán en modo dúplex con transmisión simultánea de datos de ambos tranceptores SHDSL. En todos los casos las pruebas de degradación por ruido se realizarán individualmente en cada unidad (es decir, la STU-C y la STU-R no se degradan simultáneamente) y con ruido procedente exclusivamente de una sola fuente de degradación en cada momento.



T1541400-00

*Circuito de acoplamiento longitudinal

Figura A.2/G.991.2 – Esquema de la prueba de diafonía y del ruido impulsivo

A.3.1 Pruebas del margen de diafonía

A.3.1.1 Inyección del ruido de diafonía

El ruido artificial (paradiafonía y telediafonía) se introduce en el circuito de prueba mediante la inyección de una fuente sonora gaussiana calibrada y filtrada. La diafonía se inyectará localmente en el bucle de prueba del transceptor receptor por medio de una red de excitación equilibrada, de alta impedancia, conectada en paralelo. La red de excitación de alta impedancia conectada en paralelo permite inyectar el nivel de potencia de diafonía deseado sin perturbar las características de transmisión ni la impedancia en el punto de excitación del bucle de prueba. El circuito de inyección tendrá una impedancia de salida de Thevenin de 4 kΩ como mínimo. La figura I.1 muestra un ejemplo de circuito de inyección de la señal de diafonía.

A.3.1.2 Precisión de la calibración del generador de diafonía

La diafonía artificial deberá tener la potencia total y la densidad espectral de potencia (PSD) definidas en A.3.3. Sin embargo, cuando el método de generación de la diafonía artificial sea el definido en la figura A.2, el nivel de potencia y la precisión de la PSD dependerán de la precisión de los filtros destinados a conformar el ruido blanco para cada fuente de diafonía inyectada. El máximo nivel de precisión debe darse en la banda (o bandas) de frecuencias correspondientes a los valores máximos de la PSD para cada fuente de diafonía.

Para cada fuente de diafonía especificada, la precisión de la PSD artificial obtenida deberá estar $\pm 1,0$ dB dentro de la plantilla ideal de la PSD (definida por las ecuaciones de A.3.3) en las bandas de frecuencias en las que la plantilla ideal de la PSD esté dentro de 30 dB de su valor máximo. La potencia media (integral de la función PSD de diafonía) medida para cada fuente de diafonía especificada deberá estar a menos de $\pm 0,25$ dB de la potencia integrada de la plantilla de la PSD de diafonía ideal especificada (A.3.3).

La fuente de ruido blanco de la figura A.2 cubrirá la banda de frecuencias desde c.c. hasta 1,5 MHz y tendrá una distribución de amplitud gaussiana con un factor de pico de 5,0 como mínimo.

A.3.1.3 Calibración del generador de diafonía

En todas las pruebas de diafonía, la potencia media y la PSD se calibrarán midiendo la salida del circuito de inyección de diafonía, sustituyendo el bucle de prueba por una carga formada por dos resistencias de 135 Ω en paralelo (67,5 Ω) y sin que haya ningún equipo terminal conectado. Las dos resistencias de 135 Ω en paralelo simulan la carga de terminación de un bucle de longitud 0. Deberá medirse la tensión de la señal de diafonía con un voltímetro de alta impedancia selectivo en frecuencia (o sea un analizador de espectro) y calcular el nivel de potencia equivalente suponiendo una impedancia de referencia de 135 Ω . Este procedimiento mide efectivamente la potencia de diafonía aplicada a una sola resistencia (sólo un lado del bucle). La PSD y la potencia de diafonía media medidas sobre la carga de calibración deben quedar dentro de los límites definidos por A.3.1.2 para cada una de los casos particulares de diafonía definidos en A.3.1.6.

A.3.1.4 Calibración del simulador de bucle

Hay una variación considerable de las pérdidas de inserción para el mismo modelo de bucle entre los simuladores de distintos fabricantes. Los simuladores de bucle típicos pueden presentar variaciones en las pérdidas de inserción superiores a $\pm 1,0$ dB respecto al modelo de bucle ideal en la banda de señal SHDSL. La variación de las pérdidas de inserción de los simuladores de bucle puede provocar variaciones significativas en el margen de ruido del sistema. Para reducir al mínimo la variación de la medida imputable al simulador de bucle, la potencia de salida del generador de diafonía puede ajustarse para mantener una SNR coherente en la entrada del receptor. El procedimiento de calibración es el siguiente:

1) Dada la forma discreta de la fórmula de la SNR basada en el DFE, SNR_{dB} , a saber:

$$SNR_{dB} = \frac{1}{M} \sum_{k=1}^M 10 \log_{10} \left(1 + \frac{S(f_{sym} - f_k) |H(f_{sym} - f_k)|^2}{N(f_{sym} - f_k)} + \frac{S(f_k) |H(f_k)|^2}{N(f_k)} + \frac{S(2f_{sym} - f_k) |H(2f_{sym} - f_k)|^2}{N(2f_{sym} - f_k)} + \frac{S(f_{sym} + f_k) |H(f_{sym} + f_k)|^2}{N(f_{sym} + f_k)} \right)$$

Calcular $SNRI$, relación señal-ruido ideal del receptor, haciendo $SNRI$ igual a SNR_{dB} siendo $S(f)$ la densidad espectral de potencia de la señal de transmisión en el extremo distante ($NominalPSD(f)$ en A.4), $|H(f)|^2$ el cuadrado de la función de ganancia de inserción del bucle ideal, $N(f)$ la densidad espectral de potencia del ruido de diafonía inyectado ($PSD_{Case-n}(f)$ en A.3.3.9), y f_{sym} la velocidad de símbolos de transmisión. En esta aplicación deberá utilizarse $f_k = k \times 1000$, $k = 1 \dots M$, siendo M el valor máximo de k de modo que $M \times 1000 < f_{sym} \leq (M + 1) \times 1000$. La función de ganancia de inserción del bucle ideal se calculará a partir de las constantes primarias del cobre del par trenzado definido en el anexo A/G.996.1 [6].

- 2) Medir las pérdidas de inserción del simulador de bucle con terminaciones de 135Ω en los puntos f_k definidos en el paso 1. Obsérvese que las pérdidas de retorno de la terminación relativas a 135Ω deben superar los 35 dB desde 20 kHz hasta f_{sym} . para que la precisión de la medida de las pérdidas de inserción sea superior a 0,25 dB en la mayor parte de la banda de la señal SHDSL. La figura A.3 muestra un ejemplo de esquema de medición de las pérdidas de inserción. Las pérdidas del bucle medidas en dB para cada frecuencia deberán estar a menos del 5% (en dB) de la función de pérdidas de inserción del bucle teórico calculada en el paso 1. Como es fácil cometer errores en el procedimiento de calibración, el instrumento de medición empleado para verificar las pérdidas de retorno de 35 dB de las terminaciones del montaje de la prueba se calibrará con una carga de prueba de pérdidas de retorno conocida, de 55 dB como mínimo en el intervalo entre 20 kHz y 500 kHz. Por otra parte, el simulador de línea debe mostrar un balance longitudinal de 35 dB como mínimo para las frecuencias del intervalo 0 a f_{sym} .

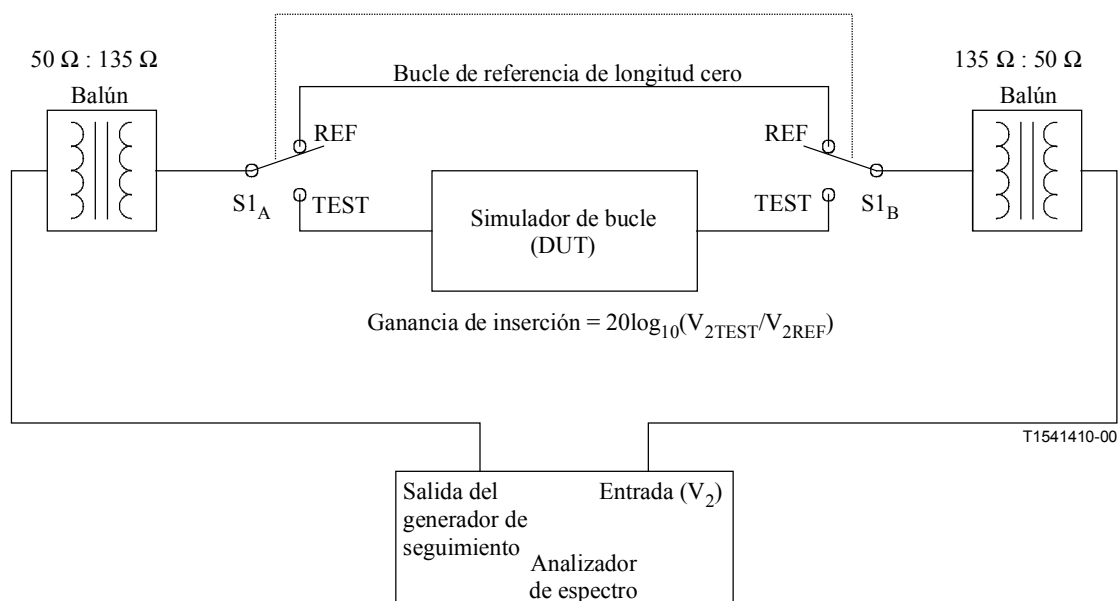


Figura A.3/G.991.2 – Ejemplo de montaje para la medición de las pérdidas de inserción del bucle

- 3) Calcular SNR2, relación señal-ruido en recepción, haciendo $SNR2$ igual a SNR_{dB} del paso 1, siendo $|H(f)|^2$ el cuadrado de la función de ganancia de inserción medida en el bucle del paso 2, y $S(f)$, $N(f)$, f_{sym} , y f_k los mismos del anterior paso 1.
- 4) Ajustar el margen de ruido objetivo del cuadro A.1 en $\Delta = (SNR2 - SNR1)$ dB. Obsérvese que una diferencia negativa correspondería a una disminución de la potencia del generador de diafonía. Obsérvese asimismo que este procedimiento supone que el generador de diafonía se ha calibrado anterior con arreglo a A.3.1.2 y A.3.1.3. Todos los ajustes de la potencia de diafonía se limitarán a 3,0 dB como máximo. Los montajes de prueba que necesiten un ajuste de potencia de diafonía superior a 3,0 dB no serán válidos.

A.3.1.5 Procedimiento de conformidad del margen de diafonía

Los transceptores SHDSL deberán tener márgenes de ruido que cumplan o superen los valores del cuadro A.1 para las combinaciones de bucle de prueba y diafonía especificadas. Las definiciones de los bucles de prueba se encuentran en la figura A.1 y las especificaciones de la PSD de diafonía se

encuentran en A.3.3. La prueba de la conformidad del margen de ruido se ejecutará del siguiente modo:

- 1) Calibrar el circuito de inyección de diafonía (utilizando la carga de calibración de 67,5 Ω) a la PSD correspondiente y al valor de potencia total especificado en A.3.3.
- 2) Aumentar la potencia de diafonía inyectada en el valor del margen de diafonía correspondiente especificado en el cuadro A.1.
- 3) Utilizando el montaje de prueba de la figura A.2, activar los transeptores SHDSL permitiendo un periodo de sintonía fina de 5 minutos como mínimo.
- 4) Medir la BER para 10^9 bits como mínimo.
- 5) La BER medida en cada extremo deberá ser inferior a 10^{-7} .

A.3.1.6 Requisitos para la interferencia de diafonía

El cuadro A.1 muestra el conjunto mínimo de combinaciones de bucles de prueba y diafonía necesarios para probar los márgenes SHDSL. Las unidades conformes deberán superar la prueba de la BER descrita en A.3.1.5 para todos los escenarios de diafonía y bucles de prueba definidos en el cuadro A.1. La reducción de potencia será de 0 dB tanto en la STU-C como en la STU-R.

Cuadro A.1/G.991.2 – Escenarios de diafonía y márgenes de ruido de la SHDSL exigidos (nota)

Prueba	Bucle de prueba (de la figura A.1)	L ($\times 1000'$)	Unidad de prueba	Velocidad de datos útiles (kbit/s)	PSD	Combinación de interferentes	Margen exigido (dB)
1	C4	–	STU-C	1544	asimétrica	24T1 + 24 SHDSL	5 + Δ^*
2	C4	–	STU-C	1544	asimétrica	39 SHDSL	5 + Δ^*
3	C4	–	STU-C	1544	asimétrica	24 FDD ADSL + 24 HDSL	5 + Δ^*
4	S	9,0	STU-C	1544	asimétrica	24T1 + 24 SHDSL	5 + Δ^*
5	S	9,0	STU-C	1544	asimétrica	39 SHDSL	5 + Δ^*
6	S	9,0	STU-C	1544	asimétrica	24 FDD ADSL + 24 HDSL	5 + Δ^*
7	C4	–	STU-R	1544	asimétrica	24T1 + 24 SHDSL	5 + Δ^*
8	S	9,0	STU-R	1544	asimétrica	24T1 + 24 SHDSL	5 + Δ^*
9	S	6,3	STU-C	2304	simétrica	24-T1 + 24 SHDSL asim 1544	5 + Δ^*
10	BT1-C	5,2	STU-C	2304	simétrica	24-T1 + 24 SHDSL asim 1544	5 + Δ^*
11	BT1-C	5,2	STU-C	2304	simétrica	49-SHDSL	5 + Δ^*
12	S	6,3	STU-R	2304	simétrica	49-SHDSL	5 + Δ^*
13	BT1-R	5,2	STU-R	2304	simétrica	49-SHDSL	5 + Δ^*
14	BT1-R	5,2	STU-R	2304	simétrica	24-T1 + 24 SHDSL asim 1544	5 + Δ^*
15	S	6,8	STU-C	2048	simétrica	24-SHDSL + 24-FDD ADSL	5 + Δ^*
16	BT1-C	5,6	STU-C	2048	simétrica	49-SHDSL	5 + Δ^*
17	BT1-C	5,6	STU-C	2048	simétrica	24-T1 + 24 SHDSL asim 1544	5 + Δ^*
18	S	6,8	STU-R	2048	simétrica	49-SHDSL	5 + Δ^*
19	BT1-R	5,6	STU-R	2048	simétrica	49-SHDSL	5 + Δ^*
20	BT1-R	5,6	STU-R	2048	simétrica	24-T1 + 24 SHDSL asim 1544	5 + Δ^*

Cuadro A.1/G.991.2 – Escenarios de diafonía y márgenes de ruido de la SHDSL exigidos (nota)

Prueba	Bucle de prueba (de la figura A.1)	L ($\times 1000'$)	Unidad de prueba	Velocidad de datos útiles (kbit/s)	PSD	Combinación de interferentes	Margen exigido (dB)
21	S	7,9	STU-C	1544	simétrica	39-SHDSL asim 1544	$5 + \Delta^*$
22	BT1-C	6,4	STU-C	1544	simétrica	24-FDD ADSL + 24 SHDSL asim 1544	$5 + \Delta^*$
23	BT1-C	6,4	STU-C	1544	simétrica	24-SHDSL + 24-FDD ADSL	$5 + \Delta^*$
24	S	7,9	STU-R	1544	simétrica	49-SHDSL	$5 + \Delta^*$
25	BT1-R	6,4	STU-R	1544	simétrica	24-T1 + 24 SHDSL asim 1544	$5 + \Delta^*$
26	BT1-R	6,4	STU-R	1544	simétrica	49-SHDSL	$5 + \Delta^*$
27	S	11,0	STU-C	768	simétrica	49-HDSL	$5 + \Delta^*$
28	BT1-C	10,2	STU-C	768	simétrica	49-SHDSL	$5 + \Delta^*$
29	BT1-C	10,2	STU-C	768	simétrica	49-HDSL	$5 + \Delta^*$
30	S	11,0	STU-R	768	simétrica	49-HDSL	$5 + \Delta^*$
31	BT1-R	10,2	STU-R	768	simétrica	49-SHDSL	$5 + \Delta^*$
32	BT1-R	10,2	STU-R	768	simétrica	49-HDSL	$5 + \Delta^*$
33	S	11,2	STU-C	768	asimétrica	49-HDSL	$5 + \Delta^*$
34	BT1-C	10,4	STU-C	768	asimétrica	49-HDSL	$5 + \Delta^*$
35	BT1-C	10,4	STU-C	768	asimétrica	24-FDD ADSL + 24-HDSL	$5 + \Delta^*$
36	S	11,2	STU-R	768	asimétrica	24-T1 + 24 HDSL	$5 + \Delta^*$
37	BT1-R	10,4	STU-R	768	asimétrica	24-T1 + 24-SHDSL	$5 + \Delta^*$
38	BT1-R	10,4	STU-R	768	asimétrica	39-FDD ADSL	$5 + \Delta^*$
39	S	14,8	STU-C	384	simétrica	24-SHDSL + 24-DSL	$5 + \Delta^*$
40	BT2-C	13,8	STU-C	384	simétrica	24-SHDSL + 24-DSL	$5 + \Delta^*$
41	BT2-C	13,8	STU-C	384	simétrica	49-SHDSL	$5 + \Delta^*$
42	S	14,8	STU-R	384	simétrica	24-SHDSL + 24-DSL	$5 + \Delta^*$
43	BT2-R	13,8	STU-R	384	simétrica	24-SHDSL + 24-DSL	$5 + \Delta^*$
44	BT2-R	13,8	STU-R	384	simétrica	49-SHDSL	$5 + \Delta^*$
45	S	17,2	STU-C	256	simétrica	49-DSL	$5 + \Delta^*$
46	BT2-C	16,4	STU-C	256	simétrica	49-DSL	$5 + \Delta^*$
47	BT2-C	16,4	STU-C	256	simétrica	24-SHDSL + 24-DSL	$5 + \Delta^*$
48	S	17,2	STU-R	256	simétrica	49-DSL	$5 + \Delta^*$
49	BT2-R	16,4	STU-R	256	simétrica	49-DSL	$5 + \Delta^*$
50	BT2-R	16,4	STU-R	256	simétrica	24-SHDSL + 24-DSL	$5 + \Delta^*$
51	S	19,8	STU-C	192	simétrica	49-DSL	$5 + \Delta^*$
52	BT2-C	19,1	STU-C	192	simétrica	49-DSL	$5 + \Delta^*$
53	BT2-C	19,1	STU-C	192	simétrica	24-DSL + 24 SHDSL	$5 + \Delta^*$
54	S	19,8	STU-R	192	simétrica	49-DSL	$5 + \Delta^*$
55	BT2-R	19,1	STU-R	192	simétrica	49-DSL	$5 + \Delta^*$
56	BT2-R	19,1	STU-R	192	simétrica	24-DSL + 24 SHDSL	$5 + \Delta^*$

* Los márgenes de ruido indicados en el cuadro A.1 deberán tener una tolerancia de 1,25 dB por el efecto agregado de la tolerancia del generador de diafonía y del simulador de bucle calibrado. El desplazamiento Δ se define en A.3.1.4.

NOTA – Los escenarios de diafonía que recoge este cuadro se establecieron de acuerdo con la hipótesis de mazos de cable de 50 pares. Los mazos de cable de otros tamaños quedan en estudio.

Se supone que todos los interferentes están en el mismo sitio. La anotación 24 ó 49 SHDSL se refiere a la SHDSL de la misma velocidad y PSD que el sistema objeto de la prueba. Las PSD de los interferentes se describen en A.3.3.9.

El proceso de seleccionar los ensayos a los que se debe someter un determinado dispositivo G.991.2 sometido a prueba (DUT) se determina de acuerdo con el siguiente procedimiento cuyos 6 pasos deberán ejecutarse en el orden indicado:

- 1) Determinar el conjunto de velocidades comunes entre el conjunto de velocidades de datos útiles soportado y el siguiente conjunto de velocidades de datos útiles: (PSD simétrica: 192, 256, 384, 768, 1544, 2048, 2304 kbit/s; PSD asimétrica: 768, 1544 kbit/s). La lista de velocidades comunes resultante se denominará lista de intersección.
- 2) Si en la lista de intersección se encuentra 1544 kbit/s asimétrica, someter el DUT a las pruebas 1-8 del cuadro A.1.
- 3) Si en la lista de intersección se encuentra 768 kbit/s asimétrica, someter el DUT a las pruebas 33-38 del cuadro A.1.
- 4) Si en la lista de intersección se encuentra 1544 kbit/s, someter el DUT a las pruebas 21-26.
- 5) Para las velocidades máxima y mínima de la PSD simétrica de la lista de intersección, someter el DUT a las seis pruebas asociadas a dichas velocidades. Por ejemplo, si la velocidad mínima es 192 kbit/s y la máxima es 2304 kbit/s simétrica, someter el dispositivo a las pruebas 51-56 y 9-14 del cuadro A.1.
- 6) Las restantes velocidades de la lista de intersección que no hayan sido ensayadas, deben utilizarse solamente en las pruebas que contengan el bucle S. Por ejemplo, si las velocidades restantes son 256, 384, 768 y 2048 kbit/s simétricas, ensáyense las pruebas adicionales 48, 45, 42, 39, 30, 27, 18 y 15.

Si se utilizan todas las velocidades del DUT el número total de pruebas será de 40.

A.3.2 Pruebas de ruido impulsivo

A.3.2.1 Procedimiento de prueba del ruido impulsivo

La forma de onda $V(t)$ del ruido impulsivo (en adelante denominado "el impulso de prueba") se define como:

$$V(t) = \begin{cases} K|t|^{-3/4} & t > 0 \\ 0 & t = 0 \\ -K|t|^{-3/4} & t < 0 \end{cases}$$

siendo t el tiempo en segundos y K una constante numérica definida en el cuadro A.2. Si el impulso se genera mediante muestras discretas de $V(t)$, la forma de onda debe muestrearse en $t = (2n-1)\frac{T}{2}$,

siendo T el periodo de muestreo y $(1/T)$ el doble como mínimo de la velocidad de signos del sistema sometido a prueba. La amplitud muestreada pico a pico variará con la velocidad de muestreo

pudiendo calcularse mediante la fórmula: $V_{p-p} = 2K \left| \frac{T}{2} \right|^{-3/4}$.

Cuadro A.2/G.991.2 – Requisito para la tensión cresta a cresta del ruido impulsivo

K	V_{p-p} del impulso de prueba muestreado a 2 Mmuestras/s
$1,775 \times 10^{-6}$	320 mV

Para la velocidad de muestreo de 2 Mmuestras/s, se necesita como mínimo 8000 muestras con una precisión en amplitud de 12 bits como mínimo. La figura A.4 presenta el impulso de prueba muestreado a 2 Mmuestras/s. El circuito de inyección será idéntico al descrito en A.3.1.

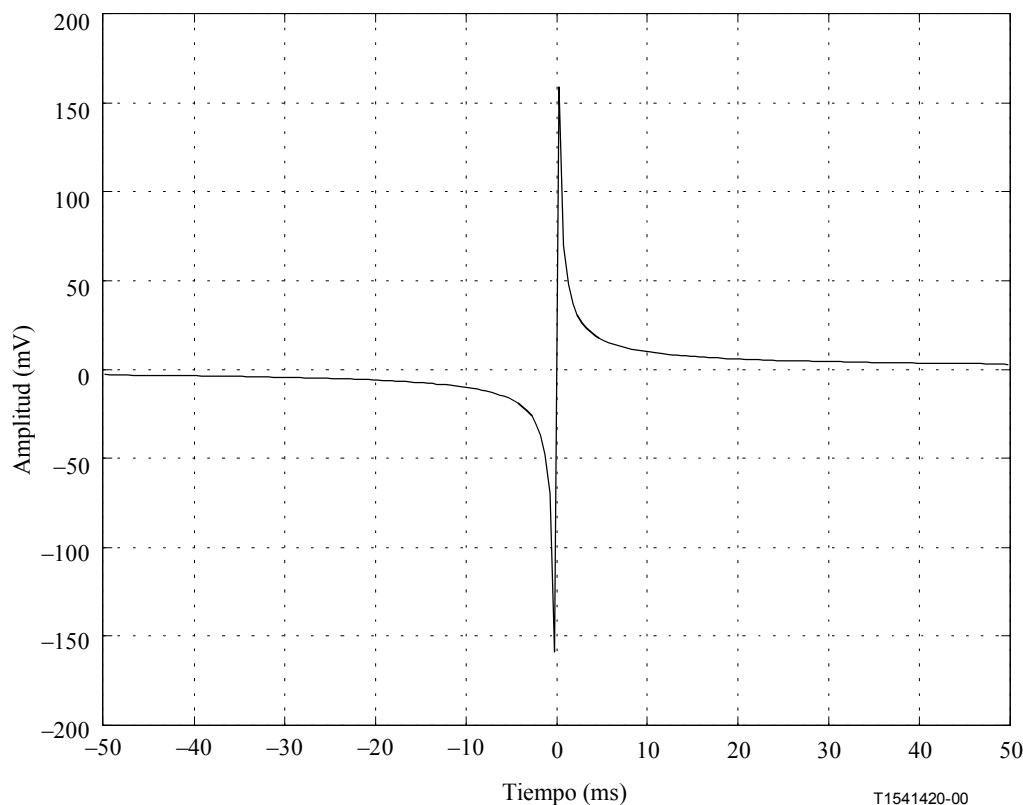


Figura A.4/G.991.2 – Representación del impulso de prueba muestreado a 2 Mmuestras/s, en el dominio del tiempo

A.3.2.2 Realización de la prueba del ruido impulsivo

Las unidades conformes superarán la prueba de ruido impulsivo especificado en el cuadro A.3. El periodo mínimo de prueba será de 10 s. Las terminaciones SHDSL se probarán independientemente, o sea la forma de onda del ruido impulsivo no se inyectará en ambas terminaciones simultáneamente.

Cuadro A.3/G.991.2 – Criterios de prueba del ruido impulsivo

Bucle de prueba	V _{p-p} del impulso de prueba muestreado a 2 muestras/s	Velocidad de repetición del impulso de prueba	Límite superior de la BER
Bucle C4	320 mV	10 Hz	$5,0 \times 10^{-4}$
Bucle S, L = 9000'	320 mV	10 Hz	$5,0 \times 10^{-4}$

NOTA – Los elementos de este cuadro sólo son aplicables con propiedad al caso de 1544 kbit/s asimétrico. Los valores adecuados para otras velocidades y PSD quedan en estudio.

A.3.3 Densidad espectral de potencia de los perturbadores de diafonía

A.3.3.1 PSD artificial de la HDSL

La PSD de los perturbadores de la HDSL se expresará del siguiente modo:

$$PSD_{HDSL} = K_{HDSL} \times \frac{2}{f_0} \times \left[\frac{\text{sen}\left(\frac{\pi f}{f_0}\right)}{\left(\frac{\pi f}{f_0}\right)} \right]^2 \times \frac{1}{1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^8}, \quad f_{3dB} = 196 \text{ kHz}, 0 \leq f < \infty$$

siendo:

$$f_0 = 392 \text{ kHz}, K_{HDSL} = \frac{5}{9} \times \frac{V_p^2}{R}, V_p = 2,70 \text{ V y } R = 135 \Omega$$

Esta ecuación corresponde a la PSD unilateral, o sea a la integral de la PSD con respecto a f , desde 0 hasta el infinito, y da la potencia en vatios. PSD_{HDSL} es la PSD de una señal 2B1Q de 392 ksimbolos/s con niveles aleatorios equiprobables, impulsos de perfil rectangular de banda completa y filtrado de Butterworth de cuarto orden ($f_{3dB} = 196 \text{ kHz}$).

A.3.3.2 PSD artificial de la línea T1

La PSD del perturbador de la línea T1 corresponde a un código aleatorio de inversión de marcas alternada (AMI, *alternate mark inversion*) a 1,544 Mbit/s con un ciclo de trabajo del 50%. La PSD unilateral se expresará del siguiente modo:

$$PSD_{T1} = \frac{V_p^2}{R_L} \times \frac{2}{f_0} \times \left[\frac{\text{sen}\left(\frac{\pi f}{f_0}\right)}{\left(\frac{\pi f}{f_0}\right)} \right]^2 \text{sen}^2\left(\frac{\pi f}{2f_0}\right) \times \frac{1}{1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^6} \times \frac{f^2}{f^2 + f_c^2}, \quad 0 \leq f < \infty$$

siendo:

$$V_p = 3,6 \text{ V}, R_L = 100 \Omega, \text{ y } f_0 = 1,544 \text{ MHz}$$

En esta fórmula se supone que los impulsos transmitidos atraviesan un filtro paso bajo de conformación. Se escoge un filtro Butterworth de paso bajo de tercer orden con el punto de 3 dB situado a 3,0 MHz. El cuadrado de la función de transferencia del filtro es:

$$\left| H_{shaping}(f) \right|^2 = \frac{1}{1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^6}$$

Así mismo la fórmula modela el transformador de acoplamiento como un filtro paso alto con un punto de 3 dB a 40 KHz mediante:

$$\left| H_{Transformer}(f) \right|^2 = \frac{f^2}{f^2 + f_c^2}$$

A.3.3.3 PSD artificial del dúplex por división de frecuencia (FDD, *frequency division duplex*) en sentido descendente de la ADSL

La PSD del FDD en sentido descendente de la ADSL se basa en la máscara de PSD del transmisor de la ATU-C correspondiente a la paradiafonía reducida definida en la figura A.2/G.992.1 [1]. La

PSD artificial utilizada en el ensayo de la calidad de funcionamiento de la SHDSL se definirá de acuerdo con dicha máscara UIT-T G.992.1 reducida en 3,5 dBm/Hz en todas las frecuencias.

A.3.3.4 PSD artificial en sentido ascendente de la ADSL

La PSD en sentido ascendente de la ADSL se basa en la máscara de PSD del transmisor de la ATU-R definida en la figura A.3/G.992.1 [1]. La PSD artificial utilizada para el ensayo de la calidad de funcionamiento de la SHDSL se definirá con arreglo a la máscara UIT-T G.992.1 reducida en 3,5 dBm/Hz en todas las frecuencias.

A.3.3.5 PSD artificial en sentido ascendente de la SHDSL

Las máscaras de la PSD en sentido ascendente de la SHDSL se definen en A.4. La PSD artificial utilizada en el ensayo de la calidad de funcionamiento de la SHDSL consistirá en la suma global, en el caso más desfavorable, de las PSD nominales en sentido ascendente de A.4, con 0 dB de PBO. La PSD nominal viene dada por la expresión $NominalPSD(f)$ de A.4.1, A.4.2 y A.4.3.

A.3.3.6 PSD artificial en sentido descendente de la SHDSL

Las máscaras de la PSD en sentido descendente de la SHDSL se definen en A.4. La PSD artificial utilizada en el ensayo de la calidad de funcionamiento de la SHDSL será la suma total en el caso más desfavorable de las PSD nominales en sentido descendente de A.4, con 0 dB de PBO. La PSD nominal viene dada por la expresión $NominalPSD(f)$ de A.4.1, A.4.2 y A.4.3.

A.3.3.7 PSD artificial de la DSL

La densidad espectral de potencia (PSD) de los perturbadores DSL del acceso básico se expresa del siguiente modo:

$$PSD_{DSL-Disturber} = K_{DSL} \times \frac{2}{f_0} \times \left[\frac{\text{sen}\left(\frac{\pi f}{f_0}\right)}{\left(\frac{\pi f}{f_0}\right)} \right]^2 \times \frac{1}{1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^4}, \quad f_{3dB} = 80 \text{ kHz}, \quad 0 \leq f < \infty$$

siendo:

$$f_0 = 80 \text{ kHz}, \quad K_{DSL} = \frac{5}{9} \times \frac{V_p^2}{R}, \quad V_p = 2,50 \text{ V} \text{ y } R = 135 \Omega$$

Esta ecuación corresponde a la PSD unilateral, o sea la integral de la PSD respecto a f , desde 0 a infinito y da la potencia en vatios. $PSD_{DSL-Disturber}$ corresponde a la PSD de una señal 2B1Q de 80 ksímbolos/s con niveles aleatorios equiprobables, e impulsos rectangulares de banda completa con un filtrado de Butterworth de segundo orden ($f_{3dB} = 80 \text{ kHz}$).

A.3.3.8 Paradiafonía (NEXT)

La función de transferencia de potencia de la paradiafonía (NEXT) utiliza el modelo Unger de dos piezas con una potencia de 14 dB/década para frecuencias superiores a 20 kHz y de 4 dB/década para frecuencias iguales o inferiores a 20 kHz. Esto se define del siguiente modo, siendo N el número total de perturbadores de paradiafonía:

$$|H_{NEXT-2-Piece}(f, N)|^2 = \begin{cases} 4,6288 \times 10^{-10} \times f^{0,4} \times N^{0,6}, & f \leq 20 \text{ kHz} \\ 2,3144 \times 10^{-14} \times f^{1,4} \times N^{0,6}, & f > 20 \text{ kHz} \end{cases}$$

El modelo Unger de dos piezas deberá utilizarse para modelar la diafonía en el ensayo de la calidad de funcionamiento de la PSD asimétrica a 1,536 ó 1,544 Mbit/s.

El modelo de una pieza para la función de transferencia de potencia de la paradiafonía se define del siguiente modo siendo N el número total de perturbadores de paradiafonía:

$$|H_{NEXT-1-Piece}(f, N)|^2 = 0,8538 \times 10^{-14} \times f^{1,5} \times N^{0,6}$$

El modelo de una pieza se utilizará para modelar la diafonía en el ensayo de la calidad de funcionamiento para todas las velocidades y PSD excepto la PSD asimétrica a 1,536 ó 1,544 Mbit/s.

El modelo de la función de transferencia de potencia de la telediafonía (FEXT) se define del siguiente modo, siendo N el número total de perturbadores de telediafonía:

$$|H_{FEXT}(f, N, L, D)|^2 = |L(f)|^2 \times D \times 7,744 \times 10^{-21} \times f^2 \times N^{0,6}$$

Siendo $L(f)$ las pérdidas de inserción del bucle por el que pasa el interferente, siendo éste y la señal sometida a prueba adyacentes en el mismo mazo y D la longitud del bucle en pies. El modelo de telediafonía (FEXT) se utilizará para modelar la diafonía procedente de interferentes asimétricos (especialmente 1,544 Mbit/s asimétrico y ADSL).

A.3.3.9 Definición de las PSD de diafonía

Las siguientes definiciones de la PSD se utilizan para generar combinaciones de interferentes de diafonía para el ensayo de la calidad de funcionamiento del cuadro A.1:

$$PSD_{Case-1} = \frac{24 \times PSD_{T1}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-1544-Asym-Down}(f)}{48} \times |H_{NEXT-2-Piece}(f, 48)|^2 +$$

$$PSD_{SHDSL-1544-Asym-Up}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{C4}, 7600)|^2$$

$$PSD_{Case-2} = PSD_{SHDSL-1544-Asym-Down}(f) \times |H_{NEXT-2-Piece}(f, 39)|^2 +$$

$$PSD_{SHDSL-1544-Asym-Up}(f) \times |H_{FEXT}(f, 39, L_{C4}, 7600)|^2$$

$$PSD_{Case-3} = \frac{24 \times PSD_{ADSL-Down}(f) + 24 \times PSD_{HDSL}(f)}{48} \times |H_{NEXT-2-Piece}(f, 48)|^2 +$$

$$PSD_{ADSL-Up}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{C4}, 7600)|^2$$

$$PSD_{Case-4} = \frac{24 \times PSD_{T1}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-1544-Asym-Down}(f)}{48} \times |H_{NEXT-2-Piece}(f, 48)|^2 +$$

$$PSD_{ADSL-1544-Asym-Up}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{S9,0}, 9000)|^2$$

$$PSD_{Case-5} = PSD_{SHDSL-1544-Asym-Down}(f) \times |H_{NEXT-2-Piece}(f, 39)|^2 +$$

$$PSD_{SHDSL-1544-Asym-Up}(f) \times |H_{FEXT}(f, 39, L_{S9,0}, 9000)|^2$$

$$PSD_{Case-6} = \frac{24 \times PSD_{ADSL-Down}(f) + 24 \times PSD_{HDSL}(f)}{48} \times |H_{NEXT-2-Piece}(f, 48)|^2 +$$

$$PSD_{ADSL-Up}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{S9,0}, 9000)|^2$$

$$PSD_{Case-7} = \frac{24 \times PSD_{T1}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-1544-Asym-Up}(f)}{48} \times |H_{NEXT-2-Piece}(f, 48)|^2 +$$

$$PSD_{SHDSL-1544-Asym-Down}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{C4}, 7600)|^2$$

$$\begin{aligned}
PSD_{Case-8} &= \frac{24 \times PSD_{T1}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-1544-Asym-Up}(f)}{48} \times |H_{NEXT-2-Piece}(f, 48)|^2 + \\
&\quad PSD_{SHDSL-1544-Asym-Down}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{S9,0}, 9000)|^2 \\
PSD_{Case-9} &= \frac{24 \times PSD_{T1}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-1544-Asym-Down}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 + \\
&\quad PSD_{SHDSL-1544-Asym-Up}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{S6,3}, 6300)|^2 \\
PSD_{Case-10} &= \frac{24 \times PSD_{T1}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-1544-Asym-Down}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 + \\
&\quad PSD_{SHDSL-1544-Asym-Up}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{BT1-C5,2}, 5200)|^2 \\
PSD_{Case-11} &= PSD_{SHDSL-2304-Sym}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-12} &= PSD_{SHDSL-2304-Sym}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-13} &= PSD_{SHDSL-2304-Sym}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-14} &= \frac{24 \times PSD_{T1}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-1544-Asym-Up}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 + \\
&\quad PSD_{SHDSL-1544-Asym-Down}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{BT1-R5,2}, 5200)|^2 \\
PSD_{Case-15} &= \frac{24 \times PSD_{ADSL-Down}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-2048-Sym}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 + \\
&\quad PSD_{ADSL-Up}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{S6,8}, 6800)|^2 \\
PSD_{Case-16} &= PSD_{SHDSL-2048-Sym}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-17} &= \frac{24 \times PSD_{T1}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-1544-Asym-Down}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 + \\
&\quad PSD_{SHDSL-1544-Asym-Up}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{BT1-C5,6}, 5600)|^2 \\
PSD_{Case-18} &= PSD_{SHDSL-2048-Sym}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-19} &= PSD_{SHDSL-2048-Sym}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-20} &= \frac{24 \times PSD_{T1}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-1544-Asym-Up}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 + \\
&\quad PSD_{SHDSL-1544-Asym-Down}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{BT1-R5,6}, 5600)|^2 \\
PSD_{Case-21} &= PSD_{SHDSL-1544-Asym-Down}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 39)|^2 + \\
&\quad PSD_{SHDSL-1544-Asym-Up}(f) \times |H_{FEXT}(f, 39, L_{S7,9}, 7900)|^2
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
PSD_{Case-22} &= \frac{24 \times PSD_{ADSL-Down}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-1544-Asym-Down}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 \\
&+ \frac{24 \times PSD_{ADSL-Up}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-1544-Asym-Up}(f)}{48} \times |H_{FEXT}(f, 48, L_{BT1-C6,4}, 6400)|^2 \\
PSD_{Case-23} &= \frac{24 \times PSD_{ADSL-Down}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-1544-Sym}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 + \\
&PSD_{ADSL-Up}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{BT1-C6,4}, 6400)|^2 \\
PSD_{Case-24} &= PSD_{SHDSL-1544-Sym}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-25} &= \frac{24 \times PSD_{T1}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-1544-Asym-Up}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 + \\
&PSD_{SHDSL-1544-Asym-Down}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{BT1-R6,4}, 6400)|^2 \\
PSD_{Case-26} &= PSD_{SHDSL-1544-Sym}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-27} &= PSD_{HDSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-28} &= PSD_{SHDSL-768-Sym}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-29} &= PSD_{HDSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-30} &= PSD_{HDSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-31} &= PSD_{SHDSL-768-Sym}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-32} &= PSD_{HDSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-33} &= PSD_{HDSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-34} &= PSD_{HDSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-35} &= \frac{24 \times PSD_{ADSL-Down}(f) + 24 \times PSD_{HDSL}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 + \\
&PSD_{ADSL-Up}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{BT1-C10,4}, 10400)|^2 \\
PSD_{Case-36} &= \frac{24 \times PSD_{T1}(f) + 24 \times PSD_{HDSL}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 \\
PSD_{Case-37} &= \frac{24 \times PSD_{T1}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-768-Asym-Up}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 + \\
&PSD_{SHDSL-768-Asym-Down}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{BT1-R10,4}, 10400)|^2 \\
PSD_{Case-38} &= PSD_{ADSL-Up}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 39)|^2 + \\
&PSD_{ADSL-Down}(f) \times |H_{FEXT}(f, 39, L_{BT1-R10,4}, 10400)|^2
\end{aligned}$$

$$PSD_{Case-39} = \frac{24 \times PSD_{DSL}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-384-Sym}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2$$

$$PSD_{Case-40} = \frac{24 \times PSD_{DSL}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-384-Sym}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2$$

$$PSD_{Case-41} = PSD_{SHDSL-384-Sym}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2$$

$$PSD_{Case-42} = \frac{24 \times PSD_{DSL}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-384-Sym}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2$$

$$PSD_{Case-43} = \frac{24 \times PSD_{DSL}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-384-Sym}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2$$

$$PSD_{Case-44} = PSD_{SHDSL-384-Sym}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2$$

$$PSD_{Case-45} = PSD_{DSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2$$

$$PSD_{Case-46} = PSD_{DSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2$$

$$PSD_{Case-47} = \frac{24 \times PSD_{DSL}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-256-Sym}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2$$

$$PSD_{Case-48} = PSD_{DSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2$$

$$PSD_{Case-49} = PSD_{DSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2$$

$$PSD_{Case-50} = \frac{24 \times PSD_{DSL}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-256-Sym}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2$$

$$PSD_{Case-51} = PSD_{DSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2$$

$$PSD_{Case-52} = PSD_{DSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2$$

$$PSD_{Case-53} = \frac{24 \times PSD_{DSL}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-192-Sym}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2$$

$$PSD_{Case-54} = PSD_{DSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2$$

$$PSD_{Case-55} = PSD_{DSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2$$

$$PSD_{Case-56} = \frac{24 \times PSD_{DSL}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-192-Sym}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2$$

A.4 Máscaras de la PSD

Para cualquier velocidad de datos la PSD de transmisión de cada STU no superará las máscaras de la PSD especificadas en esta cláusula ($PSDMASK_{SHDSL}(f)$), y la potencia total medida sobre 135 Ω deberá quedar en el intervalo especificado en esta cláusula ($P_{SHDSL} \pm 0,5$ dB).

El soporte de las PSD simétricas especificado en A.4.1 será obligatorio para todas las velocidades de datos soportadas. El soporte de las PSD asimétricas especificadas en A.4.2 y A.4.3 será opcional.

A.4.1 Máscaras de la PSD simétrica

Para todos los valores de velocidades de datos en trama disponibles en la STU, se podrán escoger las siguientes máscaras de PSD ($PSDMASK_{SHDSL}(f)$):

$$PSDMASK_{SHDSL}(f) = \begin{cases} 10^{\frac{-PBO}{10}} \times \frac{K_{SHDSL}}{135} \times \frac{1}{f_{sym}} \times \frac{\left[\text{sen}\left(\frac{\pi f}{Nf_{sym}}\right) \right]^2}{\left(\frac{\pi f}{Nf_{sym}}\right)^2} \times \frac{10^{\frac{MaskedOffsetdB(f)}{10}}}{1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^{2 \times Order}} & , f < f_{int} \\ 0,5683 \times 10^{-4} \times f^{-1.5} & , f_{int} \leq f \leq 1,1 \text{ MHz} \end{cases}$$

con $MaskOffsetdB(f)$ definida como:

$$MaskOffsetdB(f) = \begin{cases} 1 + 0,4 \times \frac{f_{3dB} - f}{f_{3dB}} & , f < f_{3dB} \\ 1 & , f \geq f_{3dB} \end{cases}$$

Siendo f_{int} la frecuencia a la que se cruzan dos frecuencias que controlan $PSDMASK_{SHDSL}(f)$ en el intervalo 0 a f_{sym} y PBO el valor de la reducción de potencia en dB. K_{SHDSL} , $Order$, N , f_{sym} , f_{3dB} , y P_{SHDSL} se definen en el cuadro A.4. P_{SHDSL} es el intervalo de potencia de la PSD de transmisión con 0 dB de reducción de potencia y R la velocidad de datos de cabida útil.

Cuadro A.4/G.991.2 – Parámetros de la PSD simétrica

Velocidad de datos de cabida útil, R (kbit/s)	K_{SHDSL}	$Orden$	N	f_{sym} (ksímbolos/s)	f_{3dB}	P_{SHDSL} (dBm)
$R < 1536$	7,86	6	1	$(R + 8)/3$	$1,0 \times f_{sym}/2$	$P1(R) \leq P_{SHDSL} \leq 13,5$
1536 ó 1544	8,32	6	1	$(R + 8)/3$	$0,9 \times f_{sym}/2$	13,5
$R > 1544$	7,86	6	1	$(R + 8)/3$	$1,0 \times f_{sym}/2$	13,5

$P1(R)$ se define como sigue:

$$P1(R) = 0,3486 \log_2 (R \times 1000 + 8000) + 6,06 \text{ dBm}$$

Cuando la reducción de potencia sea 0 dB, la potencia de transmisión medida sobre 135 Ω quedará dentro del intervalo $P_{SHDSL} \pm 0,5$ dB. Para valores de reducción de potencia distintos de 0 dB, la potencia de transmisión medida sobre 135 Ω quedará dentro del intervalo $P_{SHDSL} \pm 0,5$ dB menos el valor de la reducción de potencia en dB. La PSD de transmisión medida sobre 135 Ω quedará por debajo de $PSDMASK_{SHDSL}(f)$.

La figura A.5 muestra las máscaras de la PSD con 0 dB de reducción de potencia para velocidades de datos de cabida útil de 256, 512, 768, 1536, 2048 y 2304 kbit/s.

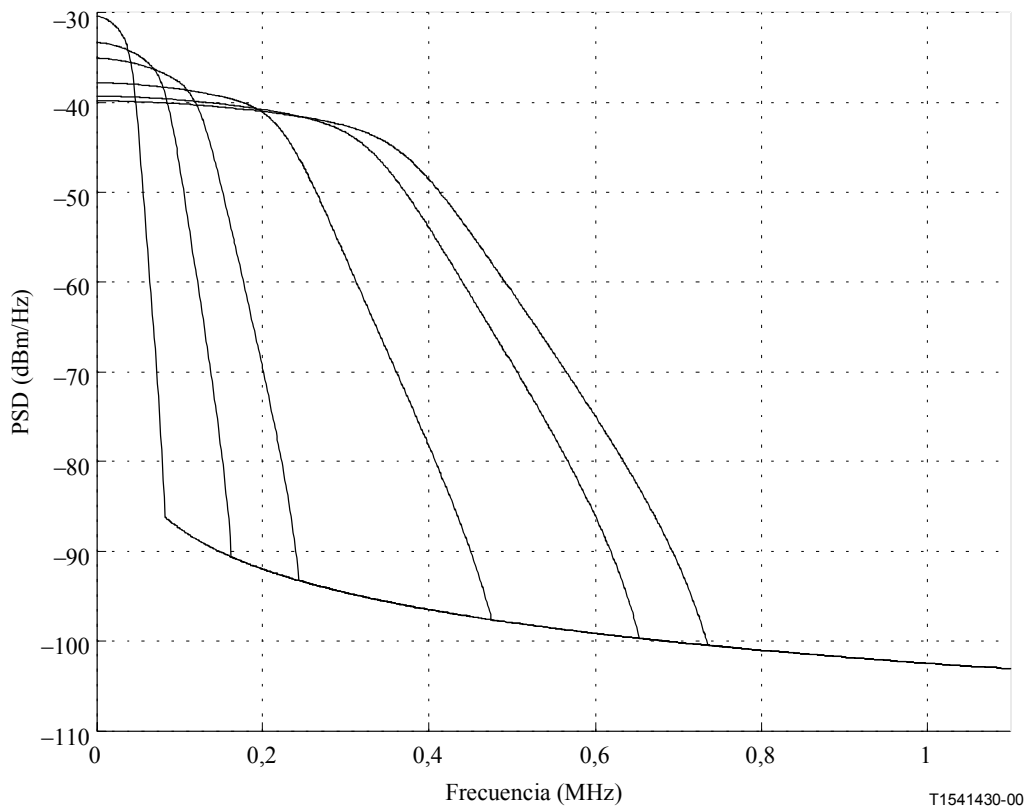


Figura A.5/G.991.2 – Máscaras de la PSD con 0 dB de reducción de potencia

La ecuación de la PSD nominal medida en el terminal es:

$$NominalPSD(f) = \begin{cases} 10^{\frac{-PBO}{10}} \times \frac{K_{SHDSL}}{135} \times \frac{1}{f_{sym}} \times \frac{\left[\sin\left(\frac{\pi f}{Nf_{sym}}\right) \right]^2}{\left(\frac{\pi f}{Nf_{sym}}\right)^2} \times \frac{f^2}{f^2 + f_c^2} \times \frac{1}{1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^{2 \times Order}} & , f < f_{int} \\ 0,5683 \times 10^{-4} \times f^{-1,5} & , f_{int} \leq f \leq 1,1 MHz \end{cases}$$

siendo f_c la frecuencia de corte del transformador, que se supone es de 5 kHz. La figura A.6 muestra las PSD nominales de transmisión con 13,5 dBm de potencia para velocidades de datos de cabida útil de 256, 512, 768, 1536, 2048 y 2304 kbit/s.

NOTA 1 – La PSD nominal tiene carácter informativo; sin embargo se utiliza para calcular la diafonía (véanse A.3.3.5 y A.3.3.6) como representativa de implementaciones típicas.

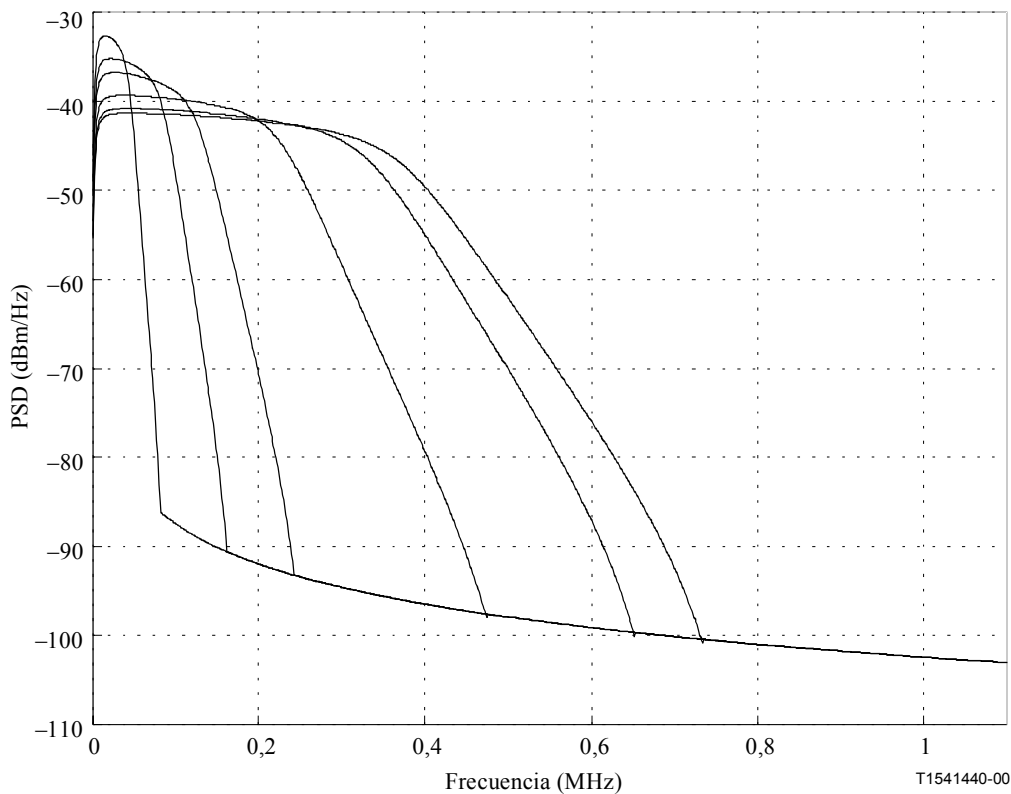


Figura A.6/G.991.2 – PSD nominales con 0 dB de reducción de potencia

NOTA 2 – En esta cláusula $PSDMASK(f)$ y $NominalPSD(f)$ se expresan en unidades de W/Hz, y f en unidades de Hz.

A.4.2 Máscara de PSD asimétrica de 1,536 ó 1,544 Mbit/s

El conjunto de máscaras de PSD asimétrica especificado en A.4.2.1 y A.4.2.2 deberá opcionalmente ser soportado para velocidades de datos útiles de 1,536 y 1,544 Mbit/s (velocidades de datos en trama de 1,544 y 1,552 Mbit/s) en Norteamérica. Las máscaras de la PSD corresponden a 0 dB de reducción de potencia. Para otros valores de reducción de potencia, las máscaras de la PSD en la banda de paso quedarán desplazadas, aunque la máscara fuera de la banda permanecerá constante. La potencia y la densidad espectral de potencia se mide sobre una impedancia de carga de 135 Ω .

A.4.2.1 Máscara de PSD de la STU-C

Para 0 dB de reducción de potencia, la potencia de salida de la STU-C en modo datos deberá ser $(16,8 \pm 0,5)$ dBm en la banda de frecuencias comprendida entre 0 y 440 kHz y estará limitada por la máscara de la figura A.7. El cuadro A.5 contiene los valores numéricos de la máscara de la figura A.7. La máscara de PSD se genera interpolando linealmente las entradas de frecuencia y potencia (dBm/Hz) del cuadro A.5.

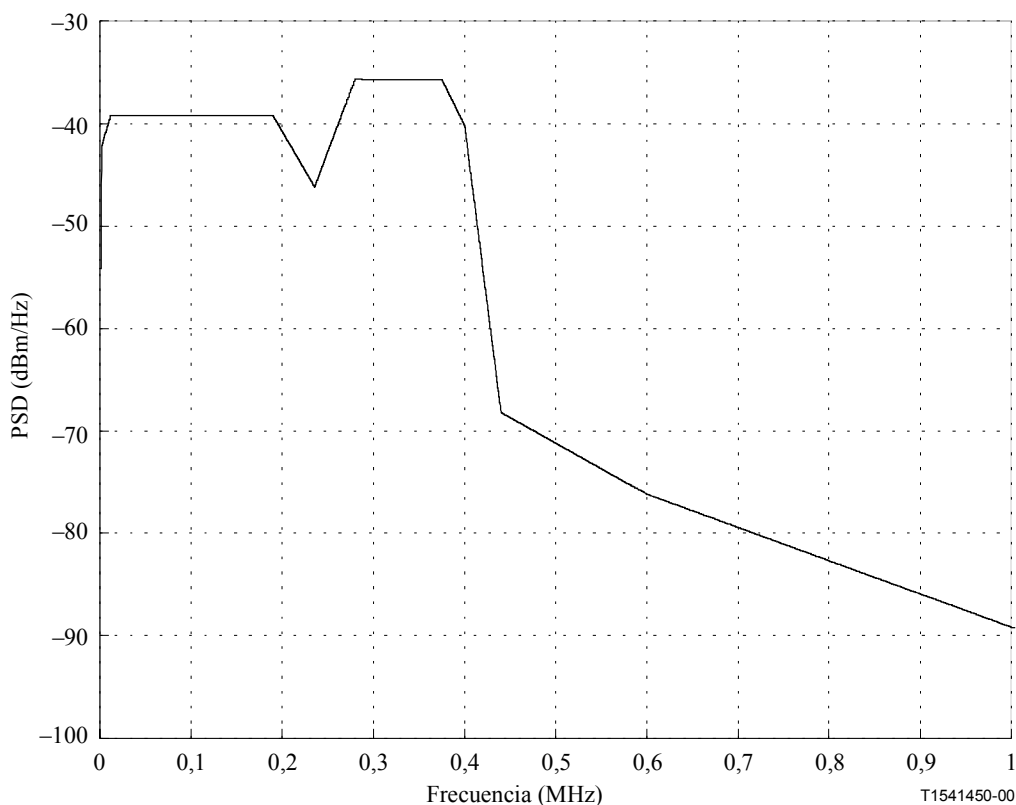


Figura A.7/G.991.2 – Máscara de PSD de la STU-C para 1,536 ó 1,544 Mbit/s con 0 dB de reducción de potencia

Cuadro A.5/G.991.2 – Valores de la máscara de PSD de la STU-C para 1,536 ó 1,544 Mbit/s con 0 dB de reducción de potencia

Frecuencia (kHz)	Potencia máxima (dBm/Hz)	Frecuencia (kHz)	Potencia máxima (dBm/Hz)	Frecuencia (kHz)	Potencia máxima (dBm/Hz)
≤1	-54,2 – PBO	280	-35,7 – PBO	1000	-89,2
2	-42,2 – PBO	375	-35,7 – PBO	2000	-99,7
12	-39,2 – PBO	400	-40,2 – PBO	≥3000	-108
190	-39,2 – PBO	440	-68,2		
236	-46,2 – PBO	600	-76,2		

La máscara de PSD de la STU-C se calculará restando a los valores de la PSD del cuadro A.5 la *PBO* (valor de la reducción de potencia en dB) para frecuencias iguales o inferiores a 400 kHz, e interpolando linealmente la frecuencia y la potencia (dBm/Hz) para todas las frecuencias. La potencia de salida para la STU-C durante el modo datos deberá ser $(16,8 - PBO \pm 0,5)$ dBm en la banda de frecuencias comprendida entre 0 y 440 kHz. El nivel de potencia durante el arranque deberá ser $(16,6 - PBO \pm 0,5)$ dBm. La PSD nominal [*NominalPSD(f)*] se define como la máscara de PSD con *PBO* de 1 dB.

NOTA – La PSD nominal tiene carácter informativo; sin embargo se utiliza para calcular la diafonía (véanse A.3.3.5 y A.3.3.6) como representativa de implementaciones normales.

A.4.2.2 Máscara de PSD de la STU-R

Con 0 dB de reducción de potencia, la potencia de salida de la STU-R en modo datos deberá ser $(16,5 \pm 0,5)$ dBm en la banda de frecuencias comprendida entre 0 y 300 kHz y deberá estar limitada por la máscara de la figura A.8. El cuadro A.6 contiene los valores numéricos correspondientes a la máscara de la figura A.8. La máscara de PSD se genera interpolando linealmente las entradas de frecuencia y potencia (dBm/Hz) del cuadro A.6.

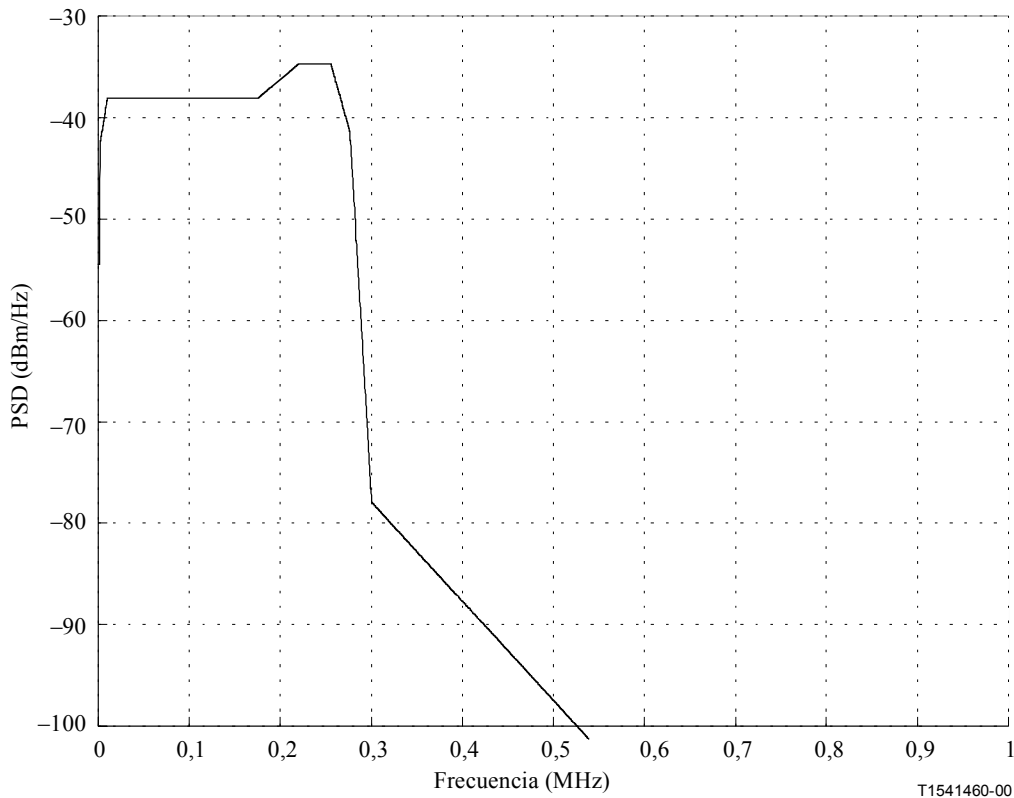


Figura A.8/G.991.2 – Máscara de PSD de la STU-R para 1,536 ó 1,544 Mbit/s con 0 dB de reducción de potencia

Cuadro A.6/G.991.2 – Valores de la máscara de PSD de la STU-R para 1,536 ó 1,544 Mbit/s con reducción de potencia de 0 dB

Frecuencia (kHz)	Potencia máxima (dBm/Hz)	Frecuencia (kHz)	Potencia máxima (dBm/Hz)	Frecuencia (kHz)	Potencia máxima (dBm/Hz)
≤1	-54,2 – PBO	220	-34,4 – PBO	555	-102,6
2	-42,1 – PBO	255	-34,4 – PBO	800	-105,6
10	-37,8 – PBO	276	-41,1 – PBO	1400	-108
175	-37,8 – PBO	300	-77,6	≥2000	-108

La máscara de PSD de la STU-R se calculará restando a los valores de la PSD del cuadro A.6 la *PBO* (el valor de la reducción de potencia en dB) para las frecuencias iguales o menores que 276 kHz, e interpolando linealmente la frecuencia y la potencia (dBm/Hz) en todas las frecuencias. La frecuencia de salida de la STU-R en modo datos deberá ser $(16,5 - PBO \pm 0,5)$ dBm en la banda

de frecuencias comprendida entre 0 y 300 kHz. El nivel de potencia durante el arranque deberá ser $(16,3 - PBO \pm 0,5)$ dBm. La PSD nominal [$NominalPSD(f)$] se define como la máscara de PSD con PBO de 1 dB.

NOTA – La PSD nominal tiene carácter informativo; sin embargo se utiliza para calcular la diafonía (véanse A.3.3.5 y A.3.3.6) como representativa de casos típicos.

A.4.3 Máscaras de PSD asimétrica para velocidades de datos de 768 ó 776 kbit/s

El conjunto de máscaras de PSD asimétrica especificadas en A.4.3.1 y A.4.3.2 se soportará opcionalmente para las velocidades de datos útiles de 768 kbit/s y 776 kbit/s (velocidades de datos en trama de 776 y 784 kbit/s) en Norteamérica. Las máscaras de la PSD se describen para el caso de reducción de potencia igual a 0 dB. Para otros valores de reducción de potencia, las máscaras de la PSD en la banda de paso se desplazarán, aunque la máscara fuera de banda permanecerá constante. La potencia y la densidad espectral de potencia se miden sobre una impedancia de carga de 135 Ω .

A.4.3.1 Máscara de PSD de la STU-C

Para 0 dB de reducción de potencia, la potencia de salida de la STU-C en modo datos deberá ser $(14,1 \pm 0,5)$ dBm en la banda de frecuencias comprendida entre 0 y 600 kHz y estará limitada por la máscara de la figura A.9 El cuadro A.7 proporciona los valores numéricos correspondientes a la máscara de la figura A.9. La máscara de PSD se genera mediante la interpolación lineal de las entradas de frecuencia y potencia (dBm/Hz) del cuadro A.7.

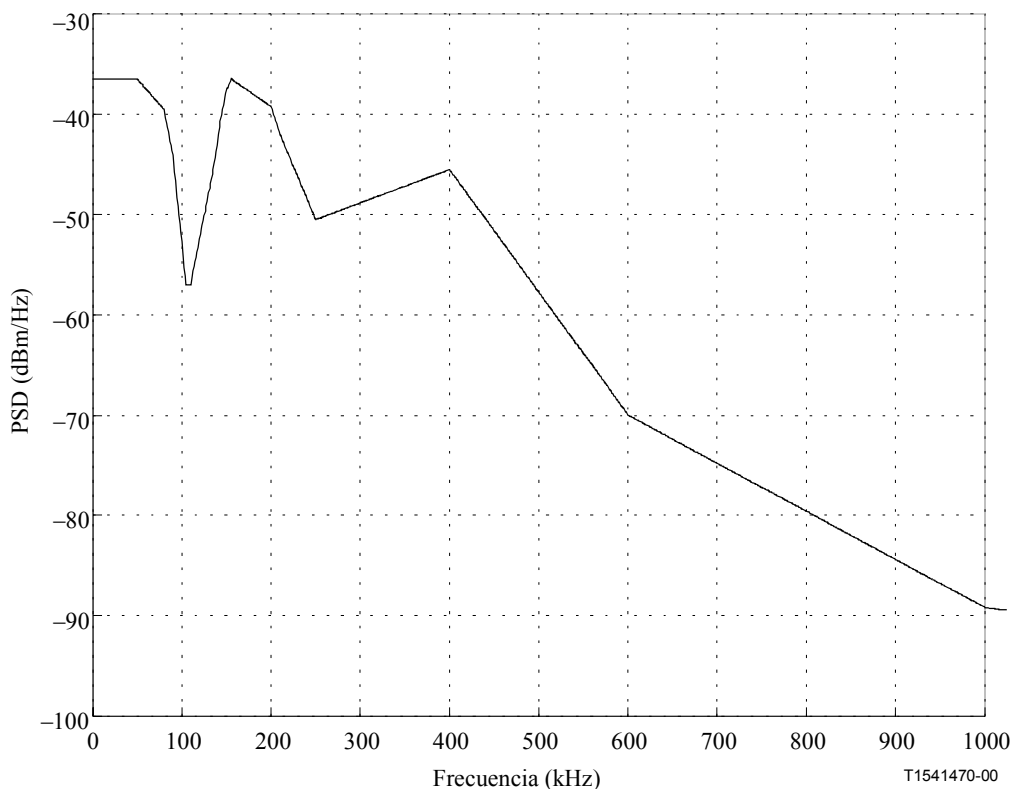


Figura A.9/G.991.2 – Máscara de PSD de la STU-C para 768 ó 776 kbit/s con 0 dB de reducción de potencia

**Cuadro A.7/G.991.2 – Valores de la máscara de PSD de la STU-C
para 768 ó 776 kbit/s con 0 dB de reducción de potencia**

Frecuencia (kHz)	Potencia máxima (dBm/Hz)	Frecuencia (kHz)	Potencia máxima (dBm/Hz)	Frecuencia (kHz)	Potencia máxima (dBm/Hz)
≤50	-36,5 - PBO	135	-45,5 - PBO	250	-50,5 - PBO
80	-39,5 - PBO	145	-39,5 - PBO	400	-45,5 - PBO
90	-44 - PBO	150	-37,5 - PBO	600	-70
105	-57 - PBO	155	-36,5 - PBO	1000	-89,2
110	-57 - PBO	200	-39,25 - PBO	2000	-99,7
		210	-42 - PBO	≥3000	-108

La máscara de PSD de la STU-C se calculará restando a los valores de la PSD del cuadro A.7 la PBO (valor de la reducción de potencia en dB), para frecuencias iguales o inferiores a 400 kHz, e interpolando linealmente la frecuencia y la potencia (dBm/Hz) en todas las frecuencias. La potencia de salida de la STU-C en modo datos deberá ser $(14,1 - PBO \pm 0,5)$ dBm en la banda de frecuencias comprendida entre 0 y 600 kHz. El nivel de potencia durante el arranque deberá ser $(13,9 - PBO \pm 0,5)$ dBm. La PSD nominal [$NominalPSD(f)$] se define como la máscara PSD con 1 dB de PBO, multiplicada por $f^2/(f^2+f_c^2)$ siendo f la frecuencia en Hz y f_c 5 000 Hz, frecuencia de corte nominal del transformador.

NOTA – La PSD nominal tiene carácter informativo; sin embargo se utiliza para calcular la diafonía (véanse A.3.3.5 y A.3.3.6) como representativa de implementaciones típicas.

A.4.3.2 Máscara de PSD de la STU-R

Para 0 dB de reducción de potencia, la potencia de salida de la STU-R en modo datos deberá ser $(14,1 \pm 0,5)$ dBm en la banda de frecuencias comprendida entre 0 y 300 kHz, y deberá estar limitada por la máscara de la figura A.10. El cuadro A.8 contiene las ecuaciones de la máscara de la figura A.10.

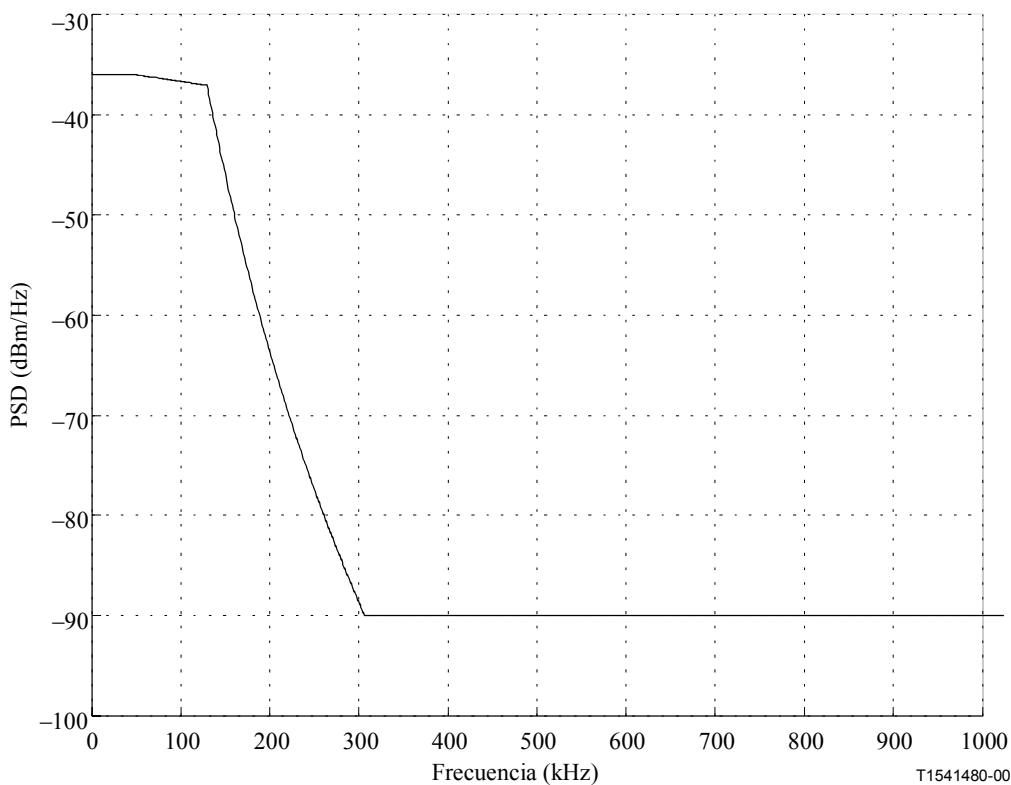


Figura A.10/G.991.2 – Máscara de PSD de la STU-R para 768 ó 776 kbit/s con 0 dB de reducción de potencia

Cuadro A.8/G.991.2 – Valores de la máscara de PSD de la STU-R para 768 ó 776 kbit/s con 0 dB de reducción de potencia

Frecuencia, f (Hz)	Potencia máxima (dBm/Hz)
$0 < f \leq 50\,000$	$-36 - PBO$
$50\,000 < f \leq 125\,000$	$-36 - PBO - ((f - 50\,000)/75\,000)$
$125\,000 < f \leq 130\,000$	$-37 - PBO$
$130\,000 < f \leq 307\,000$	$-37 - PBO - 142 \log_{10}(f/130\,000)$
$307\,000 < f \leq 1\,221\,000$	-90
$1\,221\,000 < f \leq 1\,630\,000$	-90 de pico, con potencia máxima de $(-90 - 48 \log_2(f/1\,221\,000) + 60)$ dBm en la ventana de $[f, f + 1\text{ MHz}]$
$f > 1\,630\,000$	-90 de pico, con potencia máxima de -50 dBm en la ventana de $[f, f + 1\text{ MHz}]$

La máscara de PSD de la STU-R se calculará restando a los valores de la PSD del cuadro A.8 la PBO (valor de la reducción de potencia en dB), para frecuencias iguales o menores que 307 kHz, y resolviendo las ecuaciones de la potencia (dBm/Hz) para todas las frecuencias. La potencia de salida de la STU-R en modo datos deberá ser $(14,1 - PBO \pm 0,5)$ dBm en la banda de frecuencia comprendida entre 0 y 307 kHz. El nivel de potencia en el arranque deberá ser $(13,9 - PBO \pm 0,5)$ dBm. La PSD nominal $[(NominalPSD(f))]$ se define como la máscara PSD con 1 dB de PBO, multiplicada por $f^2/(f^2 + f_c^2)$ siendo f la frecuencia en Hz y f_c 5000 Hz, la frecuencia de corte nominal del transformador.

NOTA – La PSD nominal tiene carácter informativo; sin embargo se utiliza para calcular la diafonía (véanse A.3.3.5 y A.3.3.6) como representativa de casos típicos.

A.5 Características funcionales específicas de la región

A.5.1 Velocidad de datos

El funcionamiento de la STU en modo datos a la velocidad de información especificada deberá ajustarse al contenido del cuadro A.9.

Cuadro A.9/G.991.2 – Velocidades en modo datos tramados

Velocidad de datos de cabida útil R (kbit/s)	Modulación	Velocidad de símbolos (ksímbolos/s)	K (bits por símbolo)
$R = n \times 64 + (i) \times 8$	16-TCPAM	$(R + 8) \div 3$	3

Los dispositivos que soportan la funcionalidad del anexo A no tienen limitaciones adicionales de las velocidades de datos aparte de las consignadas en la cláusula 5 y repetidas en 7.1.1, 8.1 y 8.2.

A.5.2 Pérdidas de retorno

Para los dispositivos que soportan la funcionalidad del anexo A, las pérdidas de retorno se especificarán con arreglo a la metodología de 11.3 y los límites de la figura 11-6. Las siguientes definiciones deberán aplicarse a las cifras de la figura 11-6:

$$RL_{MIN} = 12 \text{ dB}$$

$$f_0 = 12,56 \text{ kHz}$$

$$f_1 = 50 \text{ kHz}$$

$$f_2 = f_{sym}/2$$

$$f_3 = 1,99f_{sym}$$

siendo f_{sym} la velocidad de símbolos.

A.5.3 Alimentación del tramo

La capacidad de alimentación de la STU-R desde la STU-C por el tramo es opcional. Sin embargo, si existe esta capacidad, la STU-C cumplirá los requisitos de A.5.3.1. La capacidad de alimentar una STU-R (o una SRU) a distancia por el tramo es opcional. Sin embargo, si se proporciona esta capacidad, la STU-R o la SRU cumplirán los requisitos de A.5.3.2. Los segmentos que no soporten la alimentación por el tramo o la tengan desactivada pueden suministrar opcionalmente corriente de humectación definida en A.5.3.3.

La STU-C, la STU-R y la SRU deberán cumplir las normas de seguridad industrial aplicables a su instalación. Concretamente, es muy conveniente que los equipos SHDSL cumplan la Recomendación UIT-T K.50 [B4] en el apéndice IV.

Cuando la STU-R se instale como equipo en las instalaciones del cliente (CPE) se desactivará en la STU-C la alimentación por el tramo. La STU-C puede opcionalmente proporcionar corriente de humectación, como se indica en A.5.3.3.

Cuando en la SHDSL se implemente la alimentación por el tramo, se soportará la alimentación en c.c. de unidades de terminal remoto a través de resistencias de bucle de tramo único entre 0 y 1800 Ω . La máxima resistencia del tramo será la suma de la resistencia del bucle en el caso más

desfavorable más la del cableado en el interior de la oficina central y en el emplazamiento remoto. La fuente de alimentación del tramo de la STU-C se diseñará como fuente de tensión y se considerará como circuito limitado en tensión a efectos de la aplicación de todas las normas de referencia.

Los requisitos de la alimentación por el tramo aquí definidos tienen por objeto utilizar un único segmento desde una STU-C a una STU-R o bien una SRU. La aplicación de estos requisitos en el caso de la STU-C hacia la SRU provocarán la terminación de las tensiones de alimentación del tramo en la SRU. Los segmentos subsiguientes pueden soportar opcionalmente corriente de humectación. Aunque la alimentación a lo largo de múltiples planos no está prohibida, sus requisitos quedan pendientes de estudio. Opcionalmente la corriente de humectación puede soportarse a través de cualquier segmento (entre STU-R y STU-C, entre STU-C y SRU, entre SRU y STU-R, o entre SRU y SRU-R).

Para garantizar el interfuncionamiento y la fiabilidad de la explotación, la STU-C y la STU-R (o la SRU) deberán cumplir los siguientes requisitos cuando se implemente alimentación por el tramo:

A.5.3.1 Fuente de alimentación del tramo de la STU-C

A.5.3.1.1 Tensión de salida

La tensión máxima entre punta y anillo deberá ser 200 V y la mínima deberá ser 160V.

A.5.3.1.2 Potencia

La capacidad mínima de potencia de salida en régimen permanente deberá ser 15 W.

A.5.3.1.3 Polaridad

El potencial negativo se aplicará al terminal denominado "anillo" o "R". El potencial entre punta y tierra deberá ser 0 o negativo.

A.5.3.1.4 Velocidad de variación

La velocidad de variación de la tensión de alimentación al conectar la interfaz del bucle de la STU-C (tiempo de subida de V_{TEST}) deberá estar comprendida entre 1 V/ms y 30 V/ms cuando se mide en el circuito de prueba de la figura A.11 en todas las condiciones de prueba definidas en el cuadro A.10.

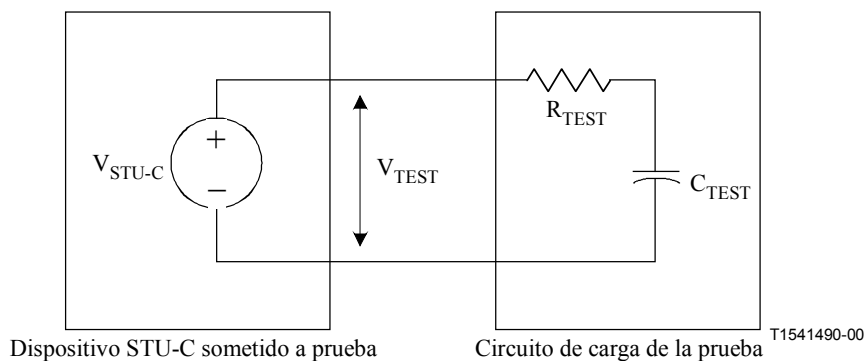


Figura A.11/G.991.2 – Circuito de prueba de la velocidad de variación de la tensión al conectar la STU-C

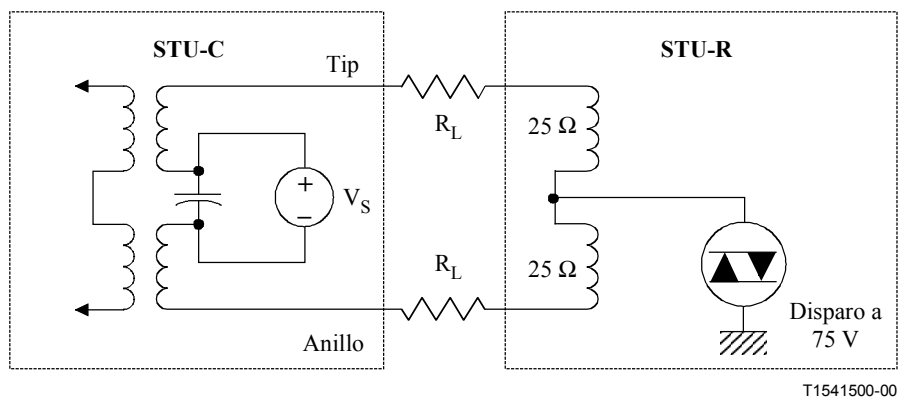
Cuadro A.10/G.991.2 – Condiciones de prueba de la velocidad de variación de la STU-C

C_{TEST} (μF)	R_{TEST} (Ω)
1,0	100
1,0	1800
15	100
15	1800

NOTA (informativa) – Para un bucle de 900Ω , la especificación de la tensión de salida de la STU-C alcanza una carga de potencia remota máxima de 7,1 W.

A.5.3.1.5 Oscilación de la alimentación de energía

La fuente de alimentación de la STU-C debe diseñarse para evitar la oscilación de la alimentación de energía (que podría provocar un ruido excesivo de acoplamiento en otros pares del cable) mediante el circuito de protección cuyas características eléctricas se muestran en la figura A.12.



NOTA (informativa) – Salvando las oportunas restricciones de la corriente (a tierra), estos requisitos no están en conflicto con los criterios de los límites de la tensión clase 2 contenidos en [B5] en el apéndice IV.

Figura A.12/G.991.2 – Ejemplo de circuito de protección contra la oscilación de potencia

A.5.3.2 Alimentación de la STU-R (y de la SRU)

A.5.3.2.1 Tensión de entrada

La STU-R (o la SRU) deberán funcionar correctamente en el intervalo de tensiones de entrada comprendidos entre 80 V y 200 V. La STU-R (o la SRU) pueden funcionar con tensiones de entrada inferiores a 80 V.

A.5.3.2.2 Polaridad

Las STU-R (o las SRU) deberán funcionar con normalidad, independientemente de la polaridad de la tensión de entrada de alimentación de la línea. Obsérvese que la inversión de punta/anillo se indica por el EOC mediante el mensaje de respuesta estado de mantenimiento (9.5.5.7.20).

A.5.3.2.3 Capacidad

La capacidad de la STU-R (o la SRU) deberá ser igual o inferior a $15 \mu F$.

A.5.3.2.4 Características de la carga

Con objeto de garantizar la estabilidad del sistema de potencia durante la conexión y el régimen permanente, la STU-R (o la SRU) deberán presentar una característica de carga que produzca la siguiente medición observable cuando se inserte el circuito de prueba de la figura A.13.

Durante la velocidad de subida de V_{LINE} desde 0 V hasta la tensión máxima especificada, a la velocidad de variación especificada, se observarán y registrarán los valores de V_{LINE} y V_{LOAD} . Si se define t_0 como el instante de la secuencia de conexión en que $V_{LOAD} = V_{LINE}/2$, la característica de carga del dispositivo STU-R (o SRU) objeto de la prueba deberá ser tal que en cada momento $t > t_0$, $V_{LOAD} > V_{LINE}/2$. Este criterio deberá cumplirse para todas las condiciones de prueba definidas en el cuadro A.11.

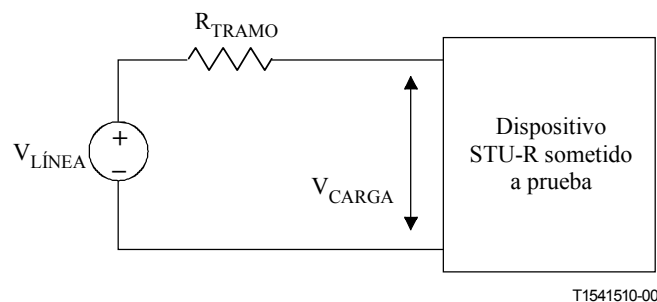


Figura A.13/G.991.2 – Circuito de prueba de la característica de carga de conexión de la STU-R

Cuadro A.11/G.991.2 – Condiciones de prueba de las características de carga de conexión de la STU-R

Velocidad de variación de V_{LINE} (V/ms)	Tensión máxima V_{LINE}	R_{TRAMO} (Ω)
1,0	200	100
1,0	160	1800
30,0	200	100
30,0	160	1800

La fuente de alimentación de la prueba utilizada para generar V_{LINE} debe tener una capacidad de carga mínima de 20 W para todas las tensiones de salida hasta 200 V. La fuente de alimentación de prueba debe regular la tensión linealmente para reducir al mínimo los efectos de las tensiones de salidas transitorias (observados en V_{LINE}) en presencia de variaciones de la carga de prueba.

A.5.3.3 Corriente de humectación

La STU-R (o la SRU-R) podrá absorber entre 1,0 y 20 mA de corriente de humectación procedente del circuito de alimentación distante, cuando la alimentación por tramo está inhabilitada o no está soportada. La velocidad máxima de cambio de la corriente de humectación no superará los 20 mA/s.

La STU-C (o la SRU-C) puede opcionalmente suministrar energía como corriente de humectación si la alimentación por tramo está desactivada o no está soportada. Cuando está activada, esta fuente de alimentación debe proporcionar 48 V nominales (medidos entre punta y anillo). La tensión máxima

de la fuente de alimentación (de haberla) debe limitarse a 56,5 V y la tensión mínima debe ser lo suficientemente elevada para garantizar un mínimo de 32 V en las entradas de la STU-R o de la SRU-R. La fuente de la corriente de humectación no deberá aplicar en ningún caso una tensión superior a 72 V medidos entre anillo y punta. La tensión entre punta y tierra debe ser 0 o negativa.

A.5.3.4 Terminación metálica

Se proporcionará una terminación metálica en la STU-R en conjunción con la corriente de humectación (A.5.3.3). La SRU-R deberá cumplir los mismos requisitos especificados en esta cláusula para la STU-R.

El cuadro A.12 y la figura A.14 contienen las características aplicables a la terminación metálica en c.c. de la STU-R. La terminación metálica proporciona un trayecto para la c.c. entre punta y anillo y protege de dicha corriente. Gracias a las funciones no lineales de la terminación metálica, un sistema de prueba en el lado red puede establecer la presencia de una STU-R conforme, en el lado cliente de la interfaz. Las características de la terminación metálica no se verán afectadas por el estado de conexión o desconexión de la alimentación de la STU-R.

La terminación metálica en c.c. tiene dos estados operativos:

- a) el estado de conducción u ON; y
- b) el estado de no conducción u OFF.

A.5.3.4.1 El estado ON

La aplicación, a través de la terminación metálica, de una tensión superior a V_{AN} , tensión de activación/desactivación, durante un periodo superior al tiempo de activación, provocará la transición de la terminación al estado ON. La tensión de activación/desactivación deberá estar comprendida entre 30,0 y 39,0 V. El tiempo de activación deberá estar comprendido entre 3,0 y 50,0 ms. Si ha de producirse un cambio de estado, la transición deberá completarse antes de que transcurran 50 ms desde el momento en que la tensión aplicada a la terminación sobrepase V_{AN} . La aplicación de una tensión superior a V_{AN} con una duración inferior a 3,0 ms no deberá provocar la transición de la terminación al estado ON. Véanse el cuadro A.12 y la figura A.14.

En el estado ON y con 15 V de tensión en la terminación, la corriente deberá ser igual o mayor que 20 mA. La terminación metálica permanecerá en el estado ON mientras la corriente supere el valor umbral I_{HR} (véanse el cuadro A.12 y la figura A.14) cuyo valor se encontrará en el intervalo de 0,1 a 1,0 mA. La aplicación de 90,0 V sobre 200 a 4000 Ω con una duración máxima de 2 s) deberá generar una corriente superior a 9,0 mA.

A.5.3.4.2 El estado OFF

La terminación metálica pasará al estado OFF cuando la corriente caiga por debajo del umbral I_{HR} cuyo valor se encontrará en el intervalo de 0,1 a 1,0 mA con una duración superior al "tiempo de liberación garantizado" (100 ms) (véanse el cuadro A.12 y la figura A.14). Si ha de producirse un cambio de estado, la transición deberá completarse antes de que transcurran 100 ms desde el primer instante en que la corriente caiga por debajo del valor I_{HR} . Si la corriente cae por debajo de I_{HR} durante menos de 3,0 ms, la terminación no sufrirá la transición al estado OFF. En el estado OFF, la corriente deberá ser inferior a 5,0 μ A siempre que la tensión no supere 20,0 V. La corriente no deberá sobrepasar 1,0 mA si la tensión en la terminación es menor que la de activación.

En el cuadro A.12 y en la figura A.14 puede encontrarse información detallada al respecto.

A.5.3.4.3 Capacidad de la STU-R

Estando en OFF la terminación metálica, la capacidad entre punta y anillo de la STU-R medida a una frecuencia inferior a 100 Hz deberá ser 1,0 μ F \pm 10%.

A.5.3.4.4 Comportamiento de la STU-R durante la prueba metálica

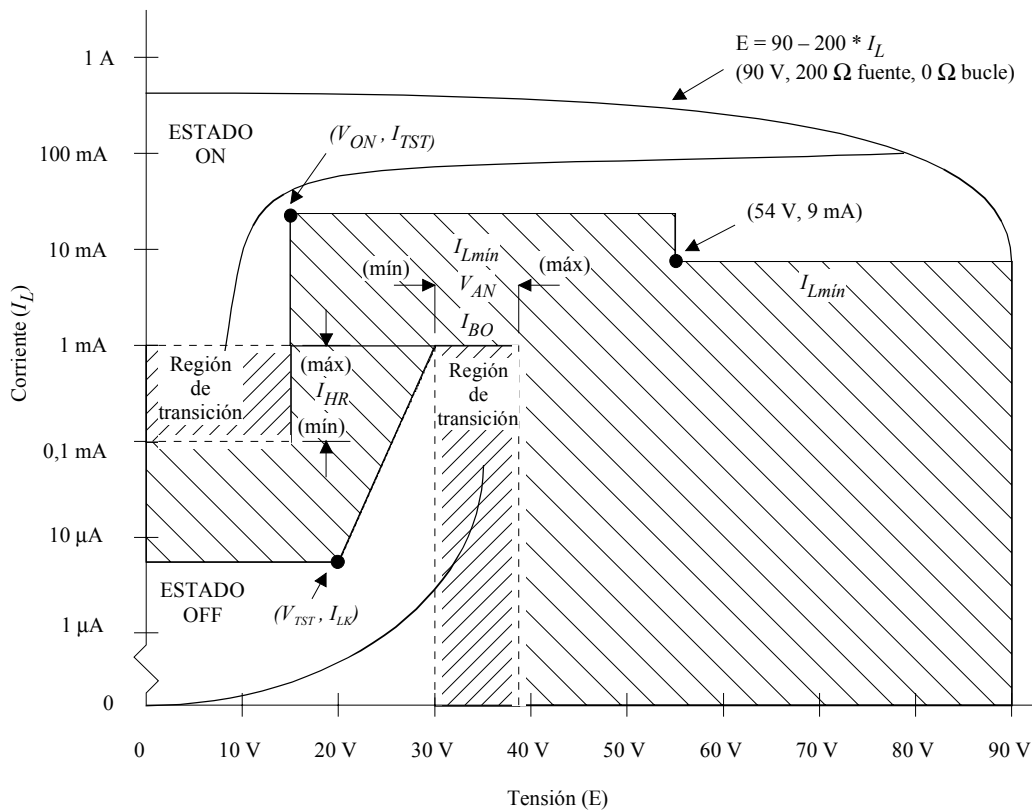
Durante la prueba metálica, la STU-R se comportará del siguiente modo:

- a) cuando se aplique una tensión de 90 V² como máximo al bucle objeto de la prueba, la STU-R presentará su terminación metálica en c.c. de acuerdo con lo definido en A.5.3.4, el cuadro A.12 y la figura A.14, sin desactivar dispositivo de protección alguno que enmascare esta signatura. La resistencia serie (sistema de prueba + troncal de prueba + bucle + margen) puede estar entre 200 y 4000 Ω (equilibrada entre ambos conductores);
- b) la STU-R puede opcionalmente limitar la corriente a 25 mA (corriente máxima de sellado 20 mA + margen de implementación 5 mA).

Cuadro A.12/G.991.2 – Características de la terminación metálica de c.c. de la STU-R

Tipo de operación	Normalmente terminación en c.c. OFF. Se activa a ON aplicando una tensión metálica. Se mantiene en ON por flujo de corriente en el bucle. Cambia a OFF al cesar el flujo de corriente del bucle.
Corriente en el estado ON, a 15 V	≥ 20 mA
Caída de tensión en c.c. (cuando está en ON) para una corriente de 20 mA	≤ 15 V
Corriente en c.c. al aplicar 90 V sobre 4000 Ω durante un máximo de 2 s	Mínimo 9 mA (nota). Véase la figura A.14.
Corriente de fuga en c.c. (estando en OFF) a 20 V	≤ 5,0 μA
Tensión de activación/desactivación	30,0 V c.c. ≤ V _{AN} ≤ 39,0 V c.c.
Corriente de activación (disparo) a V _{AN}	≤ 1,0 mA
Tiempo de activación para tensión ≥ V _{AN}	3 ms a 50 ms
Corriente de retención/liberación	0,1 mA ≤ I _{HR} ≤ 1,0 mA
Tiempo de liberación/no liberación para corriente ≤ I _{HR}	3 ms a 100 ms
NOTA – Este requisito tiene por objeto garantizar la coherencia de la terminación con el funcionamiento del sistema en pruebas.	

² Uno de los sistemas de prueba más difundidos actualmente aplica 70 V c.c. más 10 Vrms c.a. (84,4 V de pico) a un conductor del bucle, poniendo a tierra el otro.



Características en c.c. (AMBAS POLARIDADES)

Parámetro	Significado	Límite	Condición	Significado
I_{LK}	Corriente de fugas	$I_{LT} \leq 5 \mu A$	$V_{TST} = 20 V$	Tensión de prueba
V_{AN}	Tensión de activación/desactivación	$30 V \leq V_{AN} \leq 39 V$		
I_{BO}	Corriente de disparo	$I_{BO} \leq 1,0 mA$		
I_{HR}	Corriente de retención/liberación	$0,1 mA \leq I_{HR} \leq 1,0 mA$		
V_{ON}	Tensión ON	$V_{ON} \leq 15 V$	$I_{TST} = 20 VmA$	Corriente de prueba
I_{Lmin}	Corriente mínima en ON	9 mA	54 V	T1541520-00

Figura A.14/G.991.2 – Características en c.c. de la STU-R (conmutación bilateral y corriente de retención)

A.5.4 Balance longitudinal

Para los dispositivos que soporten la funcionalidad del anexo A, la especificación del balance longitudinal se basará en la metodología de 11.1 y las limitaciones de la figura 11-2. Los parámetros de dicha figura se definen con los siguientes valores:

$$LB_{MÍN} = 40 \text{ dB}$$

$$f_1 = 20 \text{ kHz}$$

$$f_2 = f_{sym}/2$$

donde f_{sym} es la velocidad de símbolos.

A.5.5 Tensión de salida longitudinal

Para los dispositivos que soportan la funcionalidad del anexo A, la especificación de la tensión de salida longitudinal se basará en la metodología de 11.2. La gama de frecuencias de medición será de 20 kHz y 450 kHz.

A.5.6 Margen deseado PMMS

Si se selecciona la sonda de línea opcional durante una sesión G.994.1, el receptor utilizará el margen negociado. Si se selecciona el margen deseado PMMS del caso más desfavorable, el receptor supondrá que están presentes las fuentes de perturbación indicadas en el cuadro A.13, para determinar si puede soportarse una velocidad dada. La diafonía de referencia se calculará de acuerdo con A.3.3 sin tener en cuenta los componentes de telediafonía indicados en A.3.3.9. La diafonía de referencia especificada en esta cláusula puede no ser representativa de las condiciones del caso más desfavorable en todas las redes. Las diferencias entre los entornos de diafonía pueden compensarse ajustando el margen deseado.

Cuadro A.13/G.991.2 – Fuentes de perturbación de referencia utilizadas durante la PMMS para el margen deseado del caso más desfavorable

Velocidad (kbit/s)	PSD (sentido de transmisión)	Fuente de perturbación de referencia
todas	simétrica (asc./desc.)	49 SHDSL
768/776	asimétrica (asc.)	49 HDSL
768/776	asimétrica (desc.)	24 T1+24 HDSL
1536/1544	asimétrica (asc.)	39 SHDSL (sólo paradiafonía)
1536/1544	asimétrica (desc.)	24 T1+24 SHDSL (sólo paradiafonía)

ANEXO B

Requisitos específicos de la Región 2

B.1 Objeto

El presente anexo describe las especificaciones peculiares de los sistemas SHDSL que funcionan en condiciones tales como las que se suelen encontrar en las redes europeas. Las cláusulas de este anexo proporcionan adiciones y modificaciones a los correspondientes del cuerpo principal.

B.2 Bucles de prueba

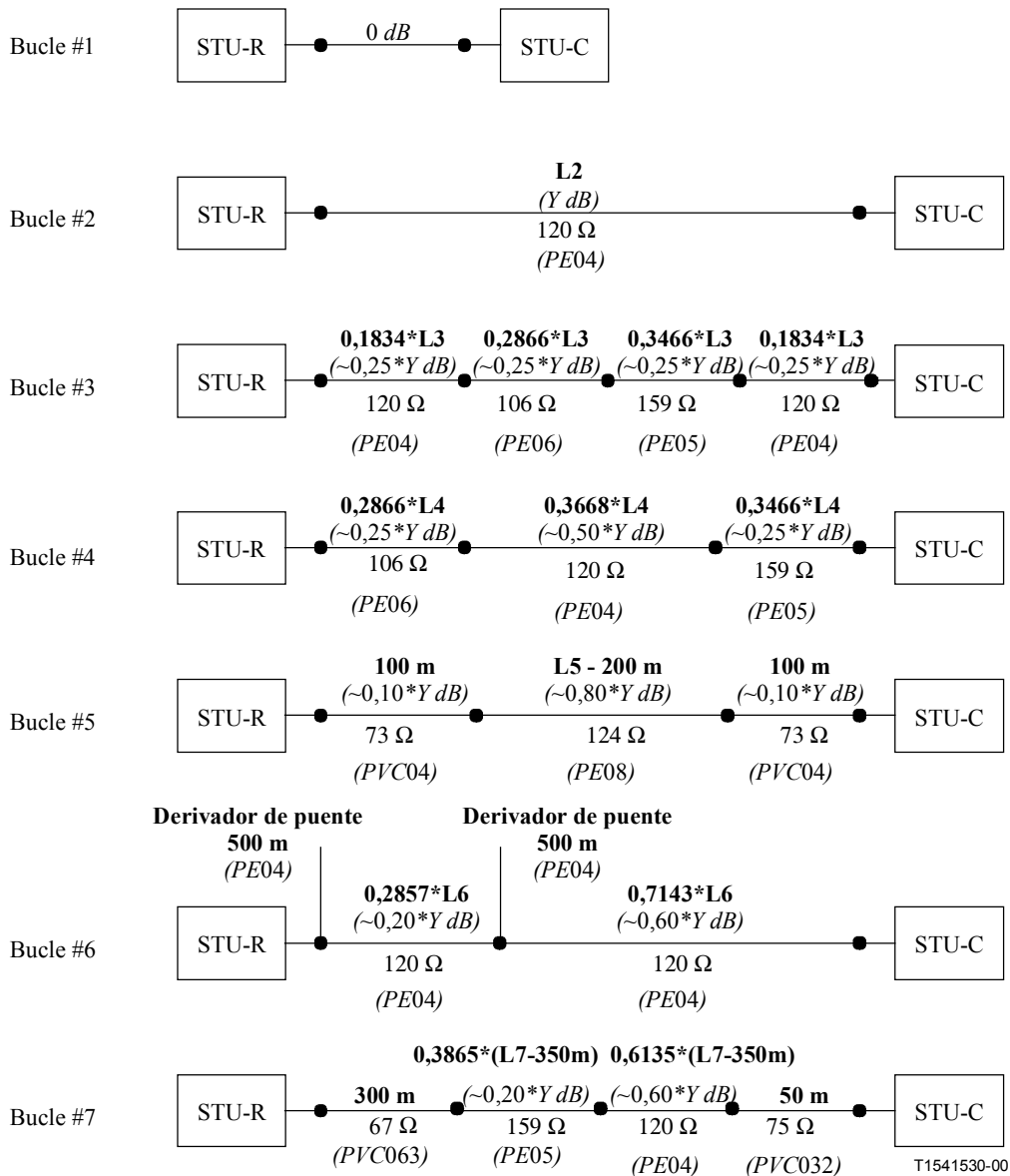
B.2.1 Descripción funcional

Los bucles de prueba de la figura B.1 están basados en los actuales bucles de prueba HDSL. La longitud de los bucles se escoge de tal manera que las características de transmisión de todos los bucles sean comparables. Esto tiene por objeto cargar el ecualizador de la unidad SHDSL objeto de la prueba de modo similar en todos los bucles cuando se prueba la SHDSL a una velocidad binaria específica. La longitud total de cada bucle se describe por su longitud *física*, y la longitud de las secciones individuales como fracción fija de aquella. Si las tolerancias de la implementación de un bucle de prueba implican que la longitud *eléctrica* no cumpla la especificación, la longitud física total deberá modificarse convenientemente para corregir este error. Uno de los bucles de prueba contiene derivadores puenteados para conseguir variaciones rápidas de las características de amplitud y fase de la función de transferencia del cable. Los derivadores de puente ya se utilizaron en ciertas redes de acceso en el pasado, aunque esto afecta al módem SHDSL objeto de la prueba de manera diferente.

El bucle #1 es el nombre simbólico de un bucle de longitud cero (o casi cero), para demostrar que el transceptor SHDSL objeto de la prueba puede manejar niveles de señal potencialmente elevados cuando dos transceptores se conectan directamente entre sí.

B.2.2 Topología del bucle de prueba

La topología de los bucles de prueba se especifica en la figura B.1. Las características básicas del cable de prueba, la función de transferencia de los bucles de prueba especificados utilizando dichos cables y la variación de la impedancia de entrada de los bucles de prueba se muestran en el apéndice II.



NOTA 1 – Los valores de Y y L se encuentran en el cuadro B.1.

NOTA 2 – Debido a los desacoplos y a los derivadores puenteados la atenuación total de los bucles de prueba difiere de la suma de los componentes de atenuación.

NOTA 3 – Las impedancias sólo se designan a efectos informativos. Se refieren a las impedancias características de los cables de prueba definidos en el apéndice II, medidas a 300 kHz.

Figura B.1/G.991.2 – Topología del bucle de prueba

B.2.3 Longitud del bucle de prueba

La longitud de los bucles de prueba de los sistemas de transmisión SHDSL se especifica en el cuadro B.1. Es obligatoria la especificación de las pérdidas de inserción a la frecuencia de prueba medida sobre una terminación de 135 Ω (longitud *eléctrica*). Si las tolerancias de la implementación de un bucle de prueba hacen que la longitud *eléctrica* resultante no cumpla la especificación, debe variarse la longitud *física* total para obviar este error.

En los sistemas SHDSL de largo alcance, la frecuencia de prueba f_T se suele escoger en el centro de la banda del espectro. El valor de la longitud se escoge como un máximo representativo que el transceptor SHDSL objeto de la prueba pueda manejar correctamente. Este valor es función de la velocidad binaria de modo que cuanto mayor sea la velocidad binaria útil, menores serán las pérdidas de inserción que se puedan manejar en la práctica.

Cuadro B.1/G.991.2 – Valor de la longitud eléctrica Y de los bucles de prueba de ruido SDSL, cuando se efectúa la prueba de la SDSL con el modelo de ruido A

Velocidad binaria útil [kbit/s]	f_T [kHz]	Y [dB] @ f_T , @135 Ω	L1 [m]	L2 [m]	L3 [m]	L4 [m]	L5 [m]	L7 [m]	f_T [kHz]	Y [dB] @ f_T , @135 Ω	L6 [m]
384	150	43,0	<3	4106	5563	5568	11 064	4698	115	40,5	3165
512	150	37,0	<3	3535	4787	4789	9 387	3996	115	35,0	2646
768	150	29,0	<3	2773	3747	3753	7 153	3062	275	34,5	1904
1024	150	25,5	<3	2439	3285	3291	6 174	2668	275	30,0	1547
1280	150	22,0	<3	2105	2829	2837	5 193	2266	275	26,0	1284
1536	150	19,0	<3	1820	2453	2455	4 357	1900	250	21,5	1052
2048 (s)	200	17,5	<3	1558	2046	2052	3 285	1550	250	18,5	748
2304 (s)	200	15,5	<3	1381	1815	1820	2 789	1331	250	16,5	583
2048 (a)	250	21,0	<3	1743	2264	2272	3 618	1726	250	21,0	1001
2304 (a)	250	18,0	<3	1494	1927	1937	2 915	1402	250	18,0	702

(s) estas longitudes eléctricas son aplicables a la PSD simétrica.

(a) estas longitudes eléctricas son aplicables a la PSD asimétrica.

NOTA – La longitud eléctrica Y (pérdidas de inserción a la frecuencia especificada f_T) es obligatoria. Las longitudes físicas estimadas L1-L7 tienen carácter informativo.

Cuadro B.2/G.991.2 – Valores de la longitud eléctrica Y de los bucles de prueba de ruido de la SDSL, cuando se prueba la SDSL con los modelos de ruido B, C o D

Velocidad binaria útil [kbit/s]	f_T [kHz]	Y [dB] @ f_T , @135 Ω	L1 [m]	L2 [m]	L3 [m]	L4 [m]	L5 [m]	L7 [m]	f_T [kHz]	Y [dB] @ f_T , @135 Ω	L6 [m]
384	150	50,0	<3	4773	6471	6477	13 021	5508	115	47,5	3859
512	150	44,0	<3	4202	5692	5698	11 344	4814	115	41,5	3261
768	150	35,5	<3	3392	4592	4596	8 970	3815	275	42,0	2536
1024	150	32,0	<3	3058	4135	4141	7 990	3403	275	38,0	2223
1280	150	28,5	<3	2725	3678	3684	7 011	3006	275	33,5	1816
1536	150	25,5	<3	2439	3285	3291	6 174	2673	250	29,0	1680
2048(s)	200	24,0	<3	2135	2812	2820	4 886	2271	250	25,5	1426
2304(s)	200	21,5	<3	1913	2509	2518	4 257	2010	250	23,0	1208
2048(a)	250	28,0	<3	2323	3030	3034	5 189	2389	250	28,0	1607
2304(a)	250	25,0	<3	2075	2699	2705	4 514	2102	250	25,0	1387

(s) estas longitudes eléctricas se aplican a la PSD simétrica.
(a) estas longitudes eléctricas se aplican a la PSD asimétrica.

NOTA – La longitud eléctrica Y (pérdidas de inserción a la frecuencia especificada f_T) es obligatoria. Las longitudes físicas estimadas L1-L7, tienen carácter informativo.

B.3 Prueba de la calidad de funcionamiento

El objeto de las pruebas de la calidad de funcionamiento de la transmisión es cargar los transeceptores SHDSL de modo que sea representativo en el caso de una elevada penetración de sistemas en las redes de acceso operacionales. Este planteamiento de alta penetración permite a los operadores definir reglas de instalación aplicables a la mayor parte de las instalaciones operativas. Esto significa que en una situación real, caracterizada por valores de los niveles de ruido y/o pérdidas de inserción inferiores, el sistema SHDSL objeto de la prueba puede funcionar mejor que durante los ensayos.

La impedancia del diseño R_v es 135 Ω . Todos los espectros representan densidades espectrales de potencia (PSD) unilaterales.

B.3.1 Procedimiento de prueba

El objeto de esta cláusula es especificar con claridad el montaje de la prueba, el trayecto de inserción y la manera de definir los niveles de señal y ruido. Las pruebas se centran en el margen de ruido, respecto a los niveles del ruido de diafonía o del ruido impulsivo cuando las señales SHDSL objeto de la prueba están atenuadas por bucles de prueba normales e interfieren con ruido de diafonía normal o ruido impulsivo. Este margen de ruido indica qué incremento del nivel del ruido de diafonía o del ruido impulsivo se permite en condiciones operativas específicas para garantizar una calidad de transmisión suficiente.

B.3.2 Definición del montaje de la prueba

La figura B.2 ilustra la descripción funcional del montaje de la prueba. Comprende:

- Un conjunto de prueba de la tasa de errores en los bits (BERTS, *bit error ratio test set*) que aplica al transmisor una señal de prueba consistente en una secuencia binaria pseudoaleatoria de $2^{15}-1$ bits (PRBS, *pseudo-random bit sequence*) en el sentido de transmisión que se prueba, a la velocidad binaria requerida. El transmisor en sentido opuesto se alimentará con una señal PRBS similar, aunque la señal reconstruida en este trayecto no necesita ser supervisada.

- Los bucles de prueba especificados en B.2.
- Un elemento sumador para insertar el ruido (una mezcla de ruido aleatorio, impulsivo y armónico) que constituye el factor de degradación (modo común y modo diferencial) como se especifica en B.3.5.
- Un generador de señales perturbadoras, como se especifica en B.3.5, para generar los ruidos perturbadores de modo común y modo diferencial, que son introducidos en el elemento sumador.
- Una sonda de tensión diferencial de modo común de alta impedancia y bien equilibrada (por ejemplo, superior a 60 dB en toda la banda del sistema SHDSL sometido a prueba) conectada a detectores de nivel tales como un analizador de espectro o un voltímetro de valor eficaz verdadero.
- Una sonda de tensión de modo común de alta impedancia y bien equilibrada (por ejemplo, superior a 60 dB en toda la banda del sistema SHDSL sometido a prueba) conectada a detectores de nivel tales como un analizador de espectro o un voltímetro de valor eficaz verdadero.

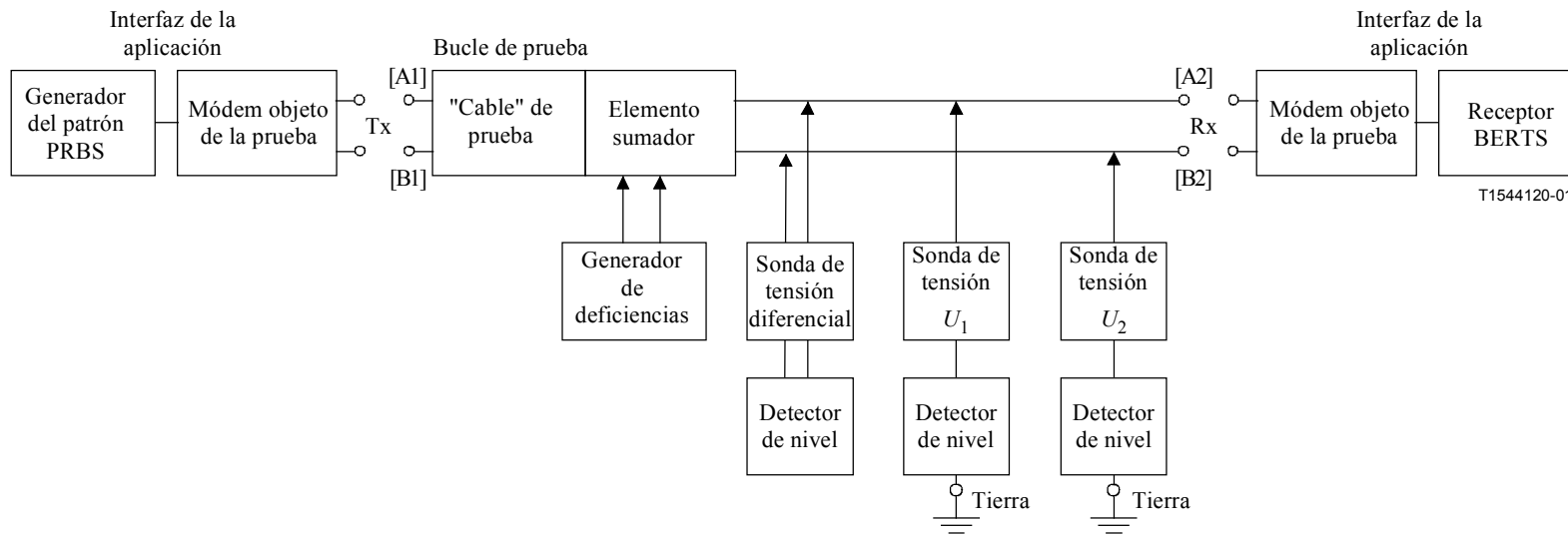


Figura B.2/G.991.2 – Descripción funcional del montaje de las pruebas de la calidad de funcionamiento

Las características bipuerta (función de transferencia, impedancia) del bucle de prueba especificadas en B.2, se definen entre el puerto Tx (pares de nodos A1, B1) y el puerto Rx (pares de nodos A2, B2). Esto da lugar a que las características bipuerta del "cable" de prueba de la figura B.2 deban ajustarse adecuadamente para tener en cuenta las pérdidas de inserción no nulas y las impedancias shunt finitas del elemento sumador y del generador de señales perturbadoras. Esto tiene por objeto evitar que la inserción de las señales perturbadoras generadas no cargue demasiado la línea.

El balance respecto a tierra observado en los puertos Tx y Rx y en las puntas de la sonda de tensión presentará un valor superior en 10 dB al del transceptor objeto de la prueba. Esto tiene por objeto que el generador de señales perturbadoras y la función de supervisión no deterioren sensiblemente el balance respecto a tierra del transceptor objeto de la prueba.

El flujo de la señal a través del montaje de la prueba, se dirige del puerto Tx al puerto Rx, lo que significa que la medición de la calidad de funcionamiento en sentido ascendente y descendente exige cambiar la posición del transceptor y los extremos del "cable" de la prueba.

El nivel de la señal recibida en el puerto Rx es el nivel, medido entre los nodos A2 y B2, cuando los puertos Tx y Rx se terminan con los transceptores SHDSL objeto de la prueba. El generador de deficiencias está desconectado durante esta medición.

El bucle de prueba #1, especificado en B.2, se utilizará siempre para la calibración y verificación de los valores correctos de los generadores G1-G7, especificados en B.3.5, al realizar las pruebas de la calidad de funcionamiento.

El nivel de la señal transmitida en el puerto Tx es el nivel, medido entre los nodos A1 y B1, en las mismas condiciones.

El ruido perturbador estará formado por una mezcla de ruido aleatorio, impulsivo y armónico, tal como lo define B.3.5. El nivel especificado en B.3.3 es el nivel en el puerto Rx medido entre los nodos A2 y B2 (e incluye los factores de degradación de modo diferencial y modo común), estando los puertos Tx y Rx terminados con la impedancia de diseño R_V . Estas impedancias serán pasivas cuando la impedancia del transceptor en el modo desconectado sea distinta de este valor.

B.3.3 Definiciones de los niveles de señal y ruido

Los niveles de la señal de modo diferencial y del ruido se miden con una sonda de tensión diferencial equilibrada ($U_1 - U_2$). La impedancia diferencial entre las puntas de dicha sonda deberá ser mayor que la impedancia shunt de 100 k Ω en paralelo con 10 pF. La figura B.2 muestra la posición de la sonda en la medición del nivel de la señal Rx del receptor STU-C o STU-R. La medición del nivel de la señal Tx exige la conexión de las puntas al par de nodos [A1, B1].

Los niveles de señal de modo común y ruido son detectados con una sonda de tensión de modo común bien equilibrada entre los nodos A2, B2 y la tierra. En la figura 10-1 se muestra la posición de las dos sondas de tensión durante la medición de la señal de modo común. La tensión de modo común se define como $(U_1 + U_2)/2$.

NOTA – Los diversos niveles (o máscaras espectrales) de la señal y del ruido especificado en este anexo se definen en el lado Tx o Rx de este establecimiento. Los diversos niveles se definen cuando el establecimiento se ha terminado, como se ha explicado anteriormente, con la impedancia de diseño R_V o con los transceptores SHDSL objeto de la prueba.

La tensión eficaz U_{rms} [V] medida en toda la banda de la señal, en este establecimiento, equivale a un nivel de potencia P [dBm] definido por:

$$P = 10 \times \log_{10} \left(\frac{U_{rms}^2}{R_V} \times 1000 \right) [\text{dBm}]$$

La tensión eficaz U_{rms} [V] medida en una pequeña banda de frecuencias Δf [Hz], en este establecimiento, equivale a un nivel de la densidad espectral media de P [dBm/Hz] dentro de dicha banda filtrada definido por:

$$P = 10 \times \log_{10} \left(\frac{U_{rms}^2}{R_V} \times \frac{1000}{\Delta f} \right) [\text{dBm/Hz}]$$

Siendo Δf la anchura de banda del filtro y no la anchura de banda de -3dB .

B.3.4 Procedimiento de prueba de la calidad de funcionamiento

La prueba de la calidad de funcionamiento del transceptor SHDSL será tal que la tasa de errores en los bits (BER) del sistema perturbado sea inferior a 10^{-7} mientras se transmite una secuencia binaria pseudoaleatoria. La BER debe medirse después de haber transmitido 10^9 bits.

Las pruebas se realizan con un margen que indica la posibilidad de aumentar el ruido para garantizar la suficiente calidad de la transmisión. Los operadores de red pueden calcular sus propios márgenes a efectos de planificación en base al conocimiento de la relación entre este equipo de prueba normalizado y las características de sus redes.

Se llevará a cabo una secuencia de prueba como la especificada en el cuadro B.3. Los bucles de prueba citados son los especificados en la figura B.1. Los bucles de prueba se caracterizan por las pérdidas de inserción Y y/o la longitud de cable L que dependen de la velocidad de los datos a transportar y tienen que ajustarse convenientemente.

Cuadro B.3/G.991.2 – Secuencia de prueba de la calidad de funcionamiento

N.º	Trayecto de prueba	Sentido (Nota 6)	Comentarios
1	#1 (nota 1)	Ascendente	$Y = 0 \text{ dB}$; Ruido de prueba A (notas 5, 7)
2	#2	Ascendente	$Y = Y1$ (nota 2); Ruido de prueba A, C, y D (nota 7)
3	#3	Ascendente	$Y = Y1$; Ruido de prueba D (notas 5, 7)
4	#4	Descendente	$Y = Y1$; Ruidos de prueba A y C (notas 5, 7)
5	#5	Ascendente	$Y = Y1$; Ruido de prueba B (notas 5, 7)
6	#6	Descendente	$Y = Y1$; Ruidos de prueba A y C (notas 5, 7)
7	#7	Descendente	$Y = Y1$; Ruidos de prueba A, B, C, y D (notas 5, 7)
8			Prueba de rechazo en modo común (nota 4)
9	(Nota 3)	(Nota 3)	$Y = Y2$; El ruido de prueba es el ruido en el caso más desfavorable correspondiente al trayecto más desfavorable de las pruebas 1 a 7; $\text{BER} < 10^{-7}$
10	(Nota 3)	(Nota 3)	$Y = Y3$; No se añade degradación; El trayecto más desfavorable de las pruebas 1 a 7; $\text{BER} < 10^{-8}$
11	#2	Ascendente	$Y = Y1$; Prueba del impulso descrito entre <TBD>
12	As <TBD>	<TBD>	Pruebas de microinterrupción descritas en <TBD>

NOTA 1 – El trayecto de la prueba = #1 quiere decir que el trayecto sometido a prueba se conectará al bucle de prueba #1 definido en la figura B.1.

NOTA 2 – $Y1 = Y \text{ dB}$ (como se especifica en el cuadro B.2 para los modelos de ruido B, C y D, y en el cuadro B.1 para el modelo de ruido A), $Y2 = Y1 - 10 \text{ dB}$, $Y3 = Y1 + 3 \text{ dB}$.

Cuadro B.3/G.991.2 – Secuencia de prueba de la calidad de funcionamiento

NOTA 3 – Las pruebas se realizan en el bucle más desfavorable de los casos 1 a 7. Si no hay errores se toma el bucle #3 en sentido ascendente como defecto.

NOTA 4 – El sistema de medición para esta prueba se especifica en UIT-T O.9.

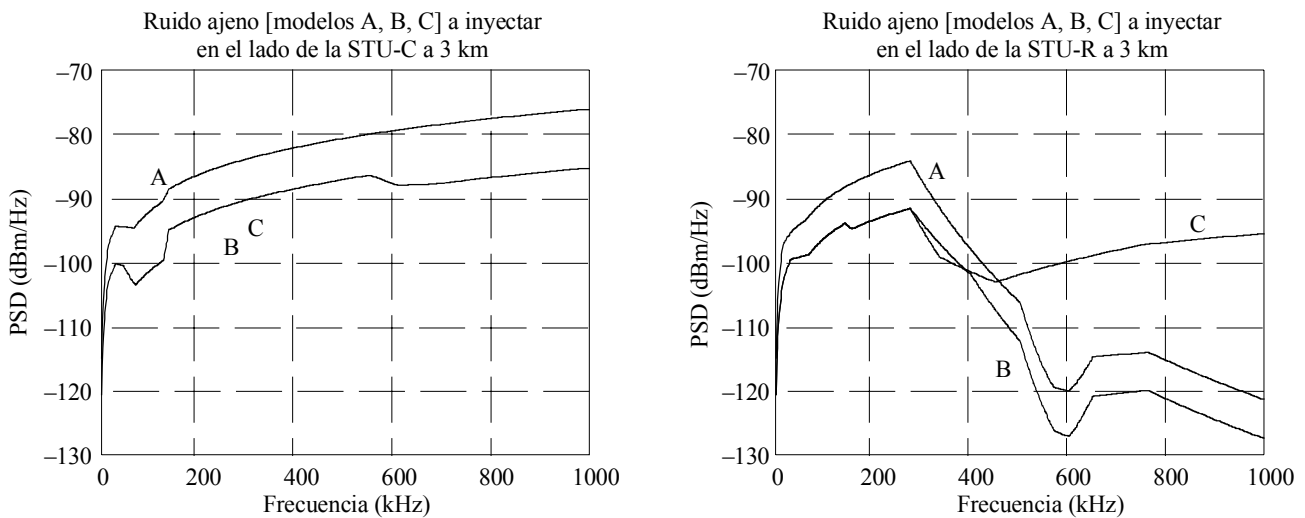
NOTA 5 – Sólo se prueba para las velocidades de datos máxima y mínima (soportadas por el equipo) de los cuadros B.1 o B.2 y para las PSD asimétricas cuando se soportan.

NOTA 6 – Sentido ascendente quiere decir que la unidad sometida a prueba está conectada al extremo de la STU-C del bucle de prueba y sentido descendente quiere decir que la unidad sometida a prueba está conectada al extremo de la unidad STU-R del bucle de prueba.

NOTA 7 – La BER deberá ser inferior a 10^{-7} cuando el ruido de prueba se incremente en 6 dB (esto equivale a 6 dB de margen).

B.3.5 El generador de deficiencias

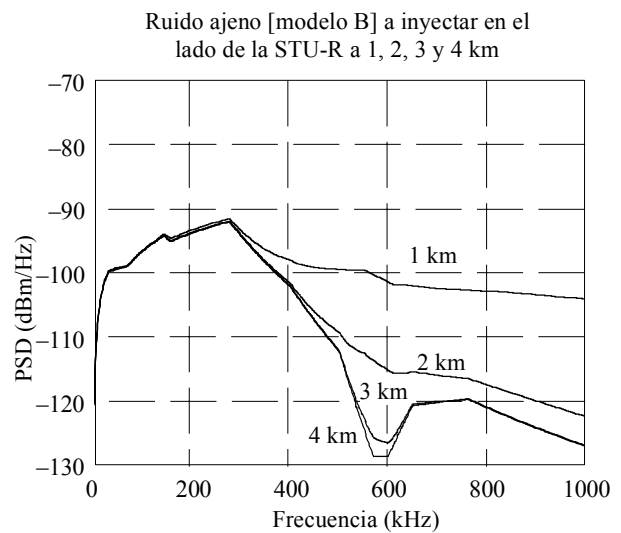
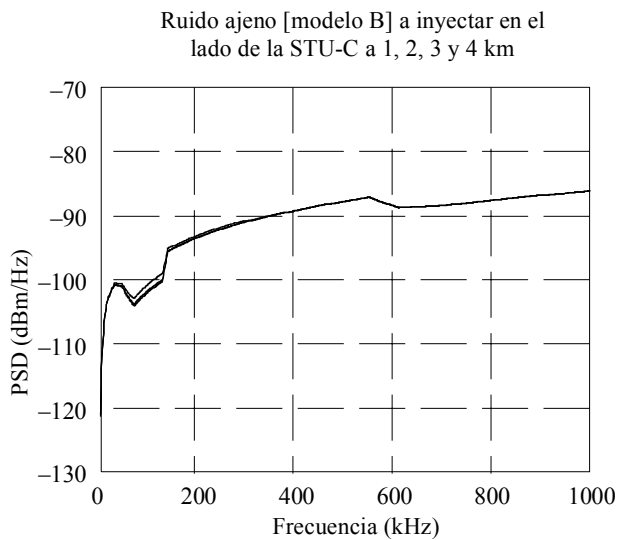
El ruido que el generador de deficiencias inyecta en el establecimiento de la prueba depende de la frecuencia, depende asimismo de la longitud del bucle de pruebas y es distinto para las pruebas de la calidad de funcionamiento en sentido ascendente y descendente. La figura B.3 ilustra esto para el ruido *ajeno* (distinto del modelo SHDSL sometido a prueba), descrito en B.3.5.4.1, para el caso en que la longitud del bucle de prueba #1 se fije en 3 km, utilizando los modelos de diafonía descritos en B.3.5.2. La figura B.4 ilustra esto con diferentes longitudes del bucle para el caso de aplicación del modelo "B" del ruido *ajeno*. Estas figuras se refieren exclusivamente al ruido ajeno. El ruido propio (de la SHDSL) se combinará con este ruido ajeno.



T1541550-00

NOTA – Este es el ruido que resulta de los tres o cuatro modelos de ruido para la SHDSL en el caso de que la longitud del bucle de prueba #2 se fije en 3 km.

Figura B.3/G.991.2 – Ejemplo de espectros de ruido ajeno a inyectar en el establecimiento de prueba, durante los ensayos de los sistemas SHDSL



T1541560-00

NOTA – Este es el ruido ajeno que resulta del modelo B de ruido para SHDSL, en el caso de que la longitud del bucle de prueba de #2 varíe de 1 a 4 km. Esto pone de manifiesto que el ruido de prueba depende de la longitud, para representar la telediafonía en cables de redes de acceso reales.

Figura B.4/G.991.2 – Ejemplos de espectro de ruido ajeno a inyectar en el establecimiento de la prueba, durante los ensayos de los sistemas SHDSL

La definición del ruido de degradación para las pruebas de la calidad de funcionamiento de la SHDSL es bastante compleja por lo que a los efectos de la presente Recomendación se ha dividido en varios componentes más fáciles de especificar. Estos "generadores" de señales perturbadoras, individuales y no correlacionados pueden por consiguiente aislarle y sumarse para formar el generador de deficiencias para el sistema SHDSL sometido a prueba. En esta cláusula se facilitan las especificaciones detalladas para los componentes del modelo o modelos de ruido, junto con una breve explicación.

B.3.5.1 Descripción funcional

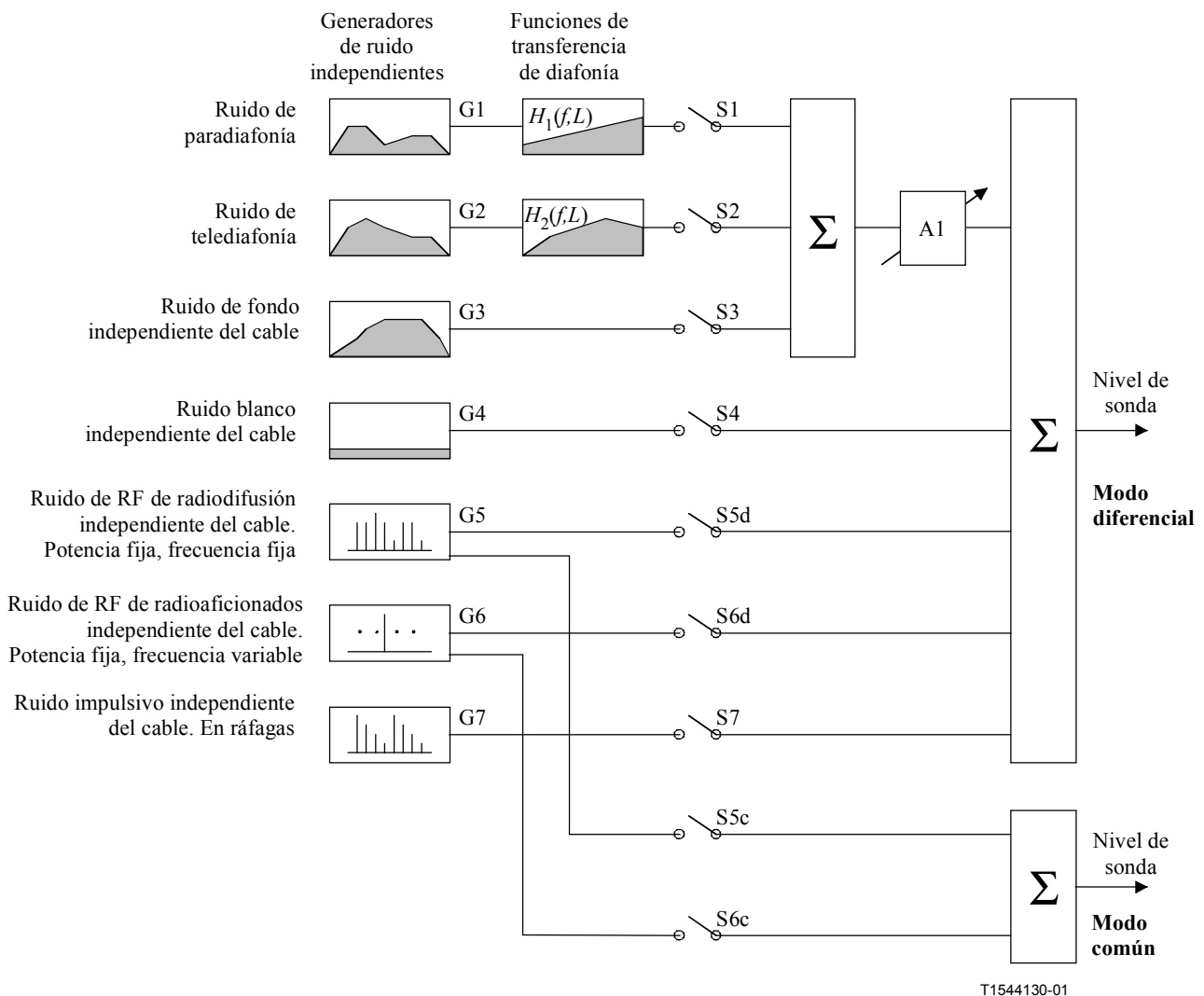
La figura B.5 define el diagrama funcional del ruido perturbador compuesto. Se trata de una descripción funcional del ruido perturbador combinado que debe medirse a la entrada receptora del transceptor SHDSL objeto de la prueba. La medición se describe en B.3.3.

El diagrama funcional consta de los siguientes elementos:

- Los siete "generadores" de señales perturbadoras G1 a G7 generan ruido tal como se ha definido en B.3.5.3.1 a B.3.5.3.7. Sus características de ruido son independientes de los bucles de prueba y de las velocidades binarias.
- La función de transferencia $H_1(f,L)$ modela la dependencia del factor de degradación paradiafonía con respecto a la longitud y la frecuencia, como se especifica en B.3.5.3.1. Esta función de transferencia es independiente de los bucles de prueba aunque varía con la longitud eléctrica del bucle. La variación de la función de transferencia con la frecuencia f corresponde aproximadamente a $f^{0,75}$.
- La función de transferencia $H_2(f,L)$ modela la dependencia del factor de degradación telediafonía con respecto a la longitud y la frecuencia, como se especifica en B.3.5.3.2. Esta función de transferencia es independiente de los bucles de prueba aunque varía con la longitud eléctrica del bucle de prueba. La variación de esta función de transferencia con la frecuencia f corresponde aproximadamente a f veces la función de transferencia del cable.

- Los conmutadores S1-S7 determinan si un determinado generador de señales perturbadoras contribuye o no a la degradación total durante una prueba.
- El amplificador A1 modela la propiedad de aumentar simultáneamente el nivel de algunos generadores para realizar las pruebas del margen de ruido. Un valor de x dB significa un aumento del nivel en x dB, independiente de la frecuencia en toda la banda del sistema SHDSL objeto de la prueba, entre f_L y f_H . Salvo que se especifique otra cosa, su ganancia se fija en 0 dB.

En una implementación práctica del montaje de la prueba no es necesario dar acceso a ninguna de las señales internas del diagrama de la figura B.5. Estos bloques funcionales junto con el bucle de prueba y el elemento sumador pueden integrarse en una sola construcción.



NOTA 1 – El generador G7 es el único que se ha representado simbólicamente en el dominio del tiempo.

NOTA 2 – La definición precisa del margen de ruido impulsivo queda en estudio.

Figura B.5/G.991.2 – Diagrama funcional de la composición del ruido perturbador

Este diagrama funcional se utilizará en las pruebas de degradación en los sentidos ascendente y descendente. Se han establecido varias situaciones aplicables a las pruebas SHDSL. Estas situaciones pretenden ser representativas de los factores de degradación que aparecen en las redes de acceso metálicas.

Cada situación (o modelo de ruido) corresponde a una descripción del ruido con su PSD dependiente de la longitud. Cada modelo de ruido se divide en dos partes: una a inyectar en el lado de la STU-C y otra a inyectar en el lado de la STU-R del enlace SHDSL sometido a prueba. Por consiguiente, algunos de los siete "generadores" de señales perturbadoras individuales G1 a G7 se definen en más de un modelo de ruido.

Cada una de las pruebas tienen su propia especificación de los factores de degradación. El ruido perturbador total se caracterizará por la suma de las componentes individuales especificadas en las subcláusulas correspondientes. El ruido perturbador combinado se aplica al receptor sometido a prueba ya sea en los extremos del bucle de prueba de la STU-C (en sentido ascendente) o de la STU-R (en sentido descendente).

B.3.5.2 Modelos de diafonía de cable

El objeto de los modelos de diafonía de cable es modelar la dependencia, con respecto a la longitud y la frecuencia, de la diafonía medida en los cables reales. Las funciones de transferencia de la diafonía ajustan el nivel de los generadores de ruido de la figura B.5 cuando varía la longitud eléctrica de los bucles de prueba. La dependencia de estas funciones con respecto a la frecuencia y la longitud se ajusta a las observaciones realizadas en los cables reales. Esta especificación se basa en las siguientes constantes, parámetros y funciones:

- La variable f corresponde a la frecuencia en Hz.
- La constante f_0 corresponde a la frecuencia de referencia escogida, que se fijó en 1 MHz.
- La variable L corresponde a la longitud física media en metros. Esta longitud física se calcula a partir de la longitud eléctrica de los modelos de cable especificados en el apéndice II. Los valores se resumen en el cuadro B.1 para cada combinación de velocidad binaria de cabida útil, modelo de ruido y bucle de prueba.
- La constante L_0 corresponde a la longitud de referencia escogida, fijada en 1 km.
- La función $s_{T0}(f,L)$ representa la dependencia de la amplitud con respecto a la frecuencia y la longitud de la pérdida de inserción del bucle de prueba real terminada en 135Ω .
- La constante K_{xn} corresponde a un número obtenido empíricamente que modifica la función de transferencia de la paradiafonía $H_1(f,L)$. La función de transferencia resultante representa un modelo de diafonía de suma de potencias correspondiente a lo observado en el cable de la prueba. Aunque se utilizan varios pares de cables y fuentes de perturbación, esta función $H_1(f,L)$ se transforma en escala descendente como si correspondiese a una sola fuente de perturbación en un sólo par de cables.
- La constante K_{xf} corresponde a un número obtenido empíricamente que modifica la función de transferencia de telediafonía $H_2(f,L)$. La función de transferencia resultante representa un modelo de telediafonía de potencia suma, correspondiente a lo observado en el cable de la prueba. Aunque se utilizan varias fuentes de perturbación y pares de cables, esta función $H_2(f,L)$ se transforma en escala descendente como si correspondiese a una sola fuente de perturbación en un sólo par de cables.

Las funciones de transferencia del cuadro B.4 se utilizarán como funciones de transferencia de diafonía en el generador de señales perturbadoras.

Cuadro B.4/G.991.2 – Definición de las funciones de transferencia y de diafonía

$H_1(f, L) = K_{xn} \times \left(\frac{f}{f_0}\right)^{0,75} \times \sqrt{1 - s_{T0}(f, L) ^4}$
$H_2(f, L) = K_{xf} \times \left(\frac{f}{f_0}\right) \times \sqrt{\frac{L}{L_0}} \times s_{T0}(f, L) $
$K_{xn} = 10^{(-50/20)} \approx 0,0032, \quad f_0 = 1 \text{ MHz}$
$K_{xf} = 10^{(-45/20)} \approx 0,0056, \quad L_0 = 1 \text{ km}$
$s_{T0}(f, L) = \text{función de inserción del bucle de prueba}$

B.3.5.3 Generadores de señales perturbadoras individuales

B.3.5.3.1 El generador de perturbación equivalente de paradiafonía [G1.xx]

El generador de ruido de paradiafonía representa la perturbación equivalente de toda la degradación identificada como ruido de diafonía procedente de un extremo fundamentalmente próximo. Este ruido filtrado por la función de acoplamiento de paradiafonía de B.3.5.2 representa la contribución de toda la paradiafonía al ruido perturbador compuesto de la prueba.

La PSD de este generador de ruido corresponde a uno de los perfiles de la PSD especificados en B.3.5.4. Para las pruebas de la calidad de funcionamiento en sentido ascendente y descendente se deberán utilizar distintos perfiles de la PSD, como se especifica a continuación.

$$\mathbf{G1.C.\#} = \text{X.C.\#}$$

$$\mathbf{G1.R.\#} = \text{X.R.\#}$$

Los símbolos de esta expresión tienen el siguiente significado:

- El símbolo "#" es el campo del modelo de ruido "A", "B", "C" o "D".
- El símbolo "X.C.#" y "X.R.#" se refiere a los perfiles de diafonía definidos en B.3.5.4.

Esta PSD no guarda relación con el cable porque la porción del cable se modela independientemente como función de transferencia $H_1(f,L)$, especificada en B.2.2.

El ruido de este generador de ruido no deberá guardar ninguna relación con todas las demás fuentes de ruido del generador de señales perturbadoras ni con el sistema SHDSL objeto de la prueba. El ruido será de carácter aleatorio y de distribución casi gaussiana, como se especifica en B.3.5.4.2.

B.3.5.3.2 Generador de perturbación equivalente de telediafonía [G2.xx]

El generador de ruido de telediafonía representa la perturbación equivalente de toda la degradación que se identifica como ruido de diafonía de origen fundamentalmente distante. Este ruido, filtrado por la función de acoplamiento de telediafonía de B.3.5.2, representa la contribución de toda la telediafonía al ruido perturbador compuesto de la prueba.

La PSD de este generador de ruido corresponde a uno de los perfiles PSD especificados en B.3.5.4.1. En las pruebas de la calidad de funcionamiento en sentido ascendente y descendente, se deberán utilizar perfiles distintos de la PSD como se especifica más adelante.

$$\mathbf{G2.C.\#} = \text{X.R.\#}$$

$$\mathbf{G2.R.\#} = \text{X.C.\#}$$

Los símbolos de esta expresión tienen el siguiente significado:

- El símbolo "#" representa el lugar que ocupará el modelo de ruido "A", "B", "C" o "D".
- Los símbolos "X.C.#" y "X.R.#" se refieren a los perfiles de diafonía definidos en B.3.5.4.

Esta PSD no guarda relación con el cable porque la porción del cable se modela independientemente como función de transferencia $H_2(f, L)$, especificada en B.2.2.

El ruido de este generador de ruido no guardará relación con ninguna otra fuente de ruido del generador de señales perturbadoras ni con el sistema SHDSL objeto de la prueba. El ruido será de carácter aleatorio y con distribución casi gaussiana, como se especifica en B.3.5.4.2.

B.3.5.3.3 Generador de ruido de fondo [G3]

El generador de ruido de fondo está inactivo y puesto a cero.

B.3.5.3.4 Generador de ruido blanco [G4]

El generador de ruido blanco tiene un valor fijo independiente de la frecuencia y se pone a -140 dBm/Hz, sobre 135Ω . La señal de salida de este generador de ruido no guardará relación con otras fuentes de ruido del generador de señales perturbadoras ni con el sistema SHDSL sometido a prueba. El ruido deberá ser de carácter aleatorio y con distribución casi gaussiana, tal como lo especifica B.3.5.4.2.

B.3.5.3.5 Generador de ruido de RF de radiodifusión [G5]

El generador de ruido RF de radiodifusión representa la interferencia en la línea de tonos discretos procedentes de las emisiones de radiodifusión en las bandas de onda decamétricas (SW, *short wave*), hectométricas (MW, *medium wave*) y kilométricas (LW, *long wave*) que afectan al modo diferencial o de transmisión del par de hilos. Estas fuentes de interferencia son más estables en el tiempo que las interferencias de los radioaficionados, por la presencia de la portadora. El índice de modulación (MI, *modulation index*) suele alcanzar el 80%. Estas señales se detectan por medio de un analizador de espectro y aparecen como líneas espectrales de amplitud variable en la banda de frecuencias del sistema SHDSL sometido a prueba. Pueden aparecer niveles de potencia máximos de hasta TBD dBm en líneas telefónicas próximas a emisores de radiodifusión de AM. El ruido suele deberse fundamentalmente a los diez transmisores más próximos al par de hilos en cuestión, aproximadamente.

En esta subcláusula se especifican varios modelos de ruido. La potencia mínima promedio de cada frecuencia portadora se especifica en el cuadro B.5 para cada modelo, sin embargo estos valores quedan en estudio.

Cuadro B.5/G.991.2 – Potencia mínima promedio de ruido RFI en función de la frecuencia

Frecuencia (kHz)	99	207	333	387	531	603	711	801	909	981
Potencia (dBm)	-70	-40	-60	-60	-40	-50	-40	-50	-60	-60

B.3.5.3.6 Generador de ruido de RF de radioaficionados [G6]

El generador de ruido RF de radioaficionados es idéntico al radiogenerador de ruido de RF de radiodifusión con diferentes valores de frecuencia y potencia. Estos valores quedan en estudio.

B.3.5.3.7 Generador de ruido impulsivo [G7]

Debe efectuarse una prueba con este generador de ruido para demostrar la inmunidad al ruido en ráfagas del transeptor SHDSL. Esta inmunidad deberá probarse en bucles cortos y largos, debiendo el ruido modelar la diafonía y la RFI.

B.3.5.4 Perfiles de los generadores de señales perturbadoras

El ruido de diafonía representa cualquier degradación que tenga origen en sistemas conectados a cables de pares adyacentes del mismo mazo. Sus cables se acoplan a los del sistema xDSL sometido a prueba. El espectro del ruido de diafonía varía con la longitud eléctrica del bucle de prueba.

Para facilitar las cosas, la definición de ruido de diafonía se ha subdividido en componentes más fáciles de definir. Los dos generadores G1 y G2 representan la "perturbación equivalente". Su nivel de ruido procede de una mezcla de varias fuentes de perturbación reales, como si todas las fuentes de perturbación se encontraran en los extremos de los bucles de prueba.

La perturbación equivalente, filtrada por las funciones de acoplamiento de paradiafonía (NEXT) y telediafonía (FEXT), representará el ruido de diafonía que ha de inyectarse en el establecimiento de la prueba. Esta solución se define a partir de las funciones de acoplamiento de paradiafonía (NEXT) y telediafonía (FEXT) del cable. El ruido que generan estos perturbadores equivalentes se especifica en esta cláusula en el dominio de la frecuencia y en el del tiempo.

Las características en el dominio de frecuencia de cada generador G1 y G2 se definen por su perfil espectral, de modo que cada nivel de ruido tiene su propio par de perfiles espectrales.

- En esta cláusula, los perfiles X.C.# describen la perturbación equivalente total de un conjunto de tecnologías virtualmente coincidentes en el extremo STU-C del bucle de prueba. Este ruido se representa por el generador de perturbación equivalente G1, cuando se trata de señales en sentido ascendente y por el generador de perturbación equivalente G2 cuando se trata de señales en sentido descendente.
- En esta cláusula, los perfiles X.R.# describen la perturbación total equivalente del conjunto tecnológico que se encuentra virtualmente en el extremo STU-R del bucle de prueba. Este ruido se representa por el generador de perturbación equivalente G2, cuando las señales son en sentido ascendente y por el generador de perturbación equivalente G1 cuando las señales son en sentido descendente.

Obsérvese que los niveles de la PSD de los generadores de perturbación equivalente G1 y G2 se intercambian al pasar del ensayo en sentido ascendente al ensayo en sentido descendente.

B.3.5.4.1 Perfiles de la SHDSL en el dominio de frecuencias

Esta cláusula especifica los perfiles de la PSD, X.R.# y X.C.# aplicables a los perturbadores G1 y G2 en las pruebas de los sistemas SHDSL. De acuerdo con esta nomenclatura, "#" representa el lugar que ocupará el modelo de ruido "A", "B", "C" y "D".

Se han definido cuatro modelos de ruido para la SHDSL:

- **Los modelos tipo "A"** pretenden representar una situación de alta penetración en la que el sistema SHDSL sometido a prueba se encuentra en un cable de distribución (con hasta 200 pares de hilos) coexistiendo con muchos otros sistemas de transmisión (potencialmente incompatibles).
- **Los modelos tipo "B"** pretenden representar una situación de penetración mediana en la que el sistema SHDSL sometido a prueba se encuentra en un cable de distribución (con hasta decenas de cables de hilos) ocupado con muchos otros sistemas de transmisión (potencialmente incompatibles).

- **Los modelos tipo "C"** tienen por objeto representar una situación tradicional como la de los sistemas RDSI-PRI (HDB3), además de la situación de penetración mediana del modelo "B".
- **Los modelos tipo "D"** se proponen como situación de referencia para poner de manifiesto la diferencia entre un cable en el que sólo hay SHDSL y otro con una diversidad de técnicas SHDSL.

Los perfiles de la PSD para cada modelo de ruido se construyen a partir de la suma ponderada de los perfiles definidos individualmente: los perfiles de diafonía propio y ajeno.

$$X.C.\# = (XS.C.\# \blacklozenge XA.C.\#)$$

$$X.R.\# = (XS.R.\# \blacklozenge XA.R.\#)$$

Los símbolos de esta expresión, se refieren a lo siguiente:

- El símbolo "#" representa el lugar que ocupará el modelo de ruido "A", "B", "C" o "D".
- Los símbolos "XS.C.#" y "XS.R.#" se refieren a los perfiles de diafonía propia, definidos en B.3.5.4.1.1.
- Los símbolos n"XA.C.#" y "XA.R.#" se refiere a los perfiles de diafonía ajena, definidos en B.3.5.4.1.2.
- El símbolo "◆" se refiere a la suma de las dos PSD de diafonía, definida como, $P_X = \left(P_{XS}^{K_n} + P_{XA}^{K_n} \right)^{1/K_n}$, siendo P la PSD en W/Hz y $K_n = 1/0,6$.

Estos perfiles son aplicables a cualquier frecuencia entre 1 kHz y 1 MHz.

B.3.5.4.1.1 Perfiles de diafonía propia

Los perfiles de ruido XS.C:# y XS.R.# representan la perturbación equivalente de la diafonía propia, y son específicos de la implementación del sistema SHDSL sometido a prueba. Corresponde a los fabricantes del transceptor la determinación de estos niveles. Para cumplir los requisitos de la presente Recomendación, el fabricante del transceptor determinará el espectro de la señal del sistema SHDSL objeto de la prueba, observable en la puerta Tx del montaje de la prueba descrito en B.3.2. La anchura de banda de la medición de la PSD deberá ser de 1 kHz como máximo.

Para probar la SHDSL, se han definido cuatro modelos de ruido de diafonía propia. Los perfiles de la STU-R y de la STU-C se especifican en el cuadro B.6.

De acuerdo con esta nomenclatura, "#" representa el lugar que ocupará el modelo "A", "B", "C" o "D". "SHDSL.dn" es el espectro de señal que transmite la SHDSL en sentido descendente, y "SHDSL.up" lo es en sentido ascendente.

Cuadro B.6/G.991.2 – Definición de la prueba de la diafonía propia en la SHDSL

	Modelo A (XS.#.A)	Modelo B (XS.#.B)	Modelo C (XS.#.C)	Modelo D (XS.#.D)
XS.C.#:	"SHDSL.dn" + 11,7 dB	"SHDSL,dn" + 7,1 dB	"SHDSL,dn" + 7,1 dB	"SHDSL,dn" + 10,1 dB
XS.R.#:	"SHDSL.up" + 11,7 dB	"SHDSL.up" + 7,1 dB	"SHDSL.up" + 7,1 dB	"SHDSL.up" + 10,1 dB
NOTA – Los diversos modelos de ruido utilizan factores de ganancia diferente.				

B.3.5.4.1.2 Perfiles de diafonía ajena

Los perfiles de ruido XA.C.# y XA.R.# representan la perturbación equivalente de la diafonía ajena, y son específicos de la implementación del sistema SHDSL sometido a prueba. Para la prueba de la SHDSL, se han definido cuatro modelos de diafonía ajena. Los perfiles de la STU-C se especifican en el cuadro B.7 y los de la STU-R en el cuadro B.8. Cada perfil de PSD procede de un conjunto de

fuentes de perturbación (perturbadores). El ruido ajeno en el modelo D se desactiva, con objeto de crear una situación en la que haya exclusivamente diafonía propia.

**Cuadro B.7/G.991.2 – Frecuencias de corte de los perfiles de la PSD "XA.C.#"
que especifican el espectro de perturbación equivalente
de los perturbadores ajenos**

XA.C.A [Hz]	135 Ω [dBm/Hz]	XA.C.B [Hz]	135 Ω [dBm/Hz]	XA.C.C [Hz]	135 Ω [dBm/Hz]	XA.C.D [Hz]	135 Ω [dBm/Hz]
1	-20,0	1	-25,7	1	-25,7	<i>TODO</i>	$-\infty$
15 k	-20,0	15 k	-25,7	15 k	-25,7		
30 k	-21,5	30 k	-27,4	30 k	-27,4		
67 k	-27,0	45 k	-30,3	45 k	-30,3		
125 k	-27,0	70 k	-36,3	70 k	-36,3		
138 k	-25,7	127 k	-36,3	127 k	-36,3		
400 k	-26,1	138 k	-32,1	138 k	-32,1		
1104 k	-26,1	400 k	-32,5	400 k	-32,5		
2,5 M	-66,2	550 k	-32,5	550 k	-32,5		
4,55 M	-96,5	610 k	-34,8	610 k	-34,8		
30 M	-96,5	700 k	-35,4	700 k	-35,3		
		1 104 k	-35,4	1 104 k	-35,3		
		4,55 M	-103,0	1,85 M	-58,5		
		30 M	-103,0	22,4 M	-103,0		
				30 M	-103,0		

NOTA – Los perfiles de la PSD se construyen con líneas rectas entre las frecuencias de corte, cuando se dibujan en una escala de frecuencias *logarítmica* y una escala *lineal* de dBm. Los niveles se definen sobre una carga resistiva de 135 Ω.

Cuadro B.8/G.991.2 – Frecuencias de corte de los perfiles de la PSD "X.A.R.#" que especifican el espectro de perturbación equivalente de los perturbadores ajenos

X.A.R.A	135 Ω	X.A.R.B	135 Ω	X.A.R.C	135 Ω	X.A.R.D	135 Ω
[Hz]	[dBm/Hz]	[Hz]	[dBm/Hz]	[Hz]	[dBm/Hz]	[Hz]	[dBm/Hz]
1	-20,0	1	-25,7	1	-25,7	<i>TODO</i>	-∞
15 k	-20,0	15 k	-25,7	15 k	-25,7		
60 k	-25,2	30 k	-26,8	30 k	-26,8		
276 k	-25,8	67 k	-31,2	67 k	-31,2		
500 k	-51,9	142 k	-31,2	142 k	-31,2		
570 k	-69,5	156 k	-32,7	156 k	-32,7		
600 k	-69,9	276 k	-33,2	276 k	-33,2		
650 k	-62,4	400 k	-46,0	335 k	-42,0		
763 k	-62,4	500 k	-57,9	450 k	-47,9		
1,0 M	-71,5	570 k	-75,7	750 k	-45,4		
2,75 M	-96,5	600 k	-76,0	1040 k	-45,5		
30 M	-96,5	650 k	-68,3	2,46 M	-63,6		
		763 k	-68,3	23,44 M	-103,0		
		1,0 M	-77,5	30 M	-103,0		
		2,8 M	-103,0				
		30 M	-103,0				

NOTA – Los perfiles de la PSD se construyen con líneas rectas entre las frecuencias de corte, cuando se dibujan sobre una escala *logarítmica* de frecuencias y una escala *lineal* de dBm, Los niveles se definen sobre una carga resistiva de 135 Ω.

B.3.5.4.2 Perfiles de los generadores G1-G4 en el dominio del tiempo

El ruido, especificado en el dominio de la frecuencia en B.3.5.3.1 a B.3.5.3.4, tendrá carácter aleatorio y distribución casi gaussiana. Esto significa que la función de distribución de la amplitud del ruido de la degradación combinada inyectado en el elemento sumador estará comprendido entre los límites que se ilustran en la figura B.6, en la que la zona no sombreada es la permitida. Los límites de la máscara se especifican en el cuadro B.9.

La función de distribución de amplitud $F(a)$ del ruido $u(t)$ es la fracción de tiempo que el valor absoluto de $u(t)$ sobrepasa el valor "a". Esta definición permite sacar la conclusión de que $F(0) = 1$ y $F(a)$ disminuye monótonamente hasta el punto en que "a" es igual al valor de cresta de la señal. A partir de ese momento, $F(a)$ se anula:

$$F(a) = 0, \quad \text{para } a \geq |u_{peak}|$$

Los límites de la distribución de amplitud permiten que el ruido quede caracterizado por valores de cresta que ocasionalmente sean sensiblemente superiores al valor eficaz del ruido (hasta 5 veces el valor eficaz).

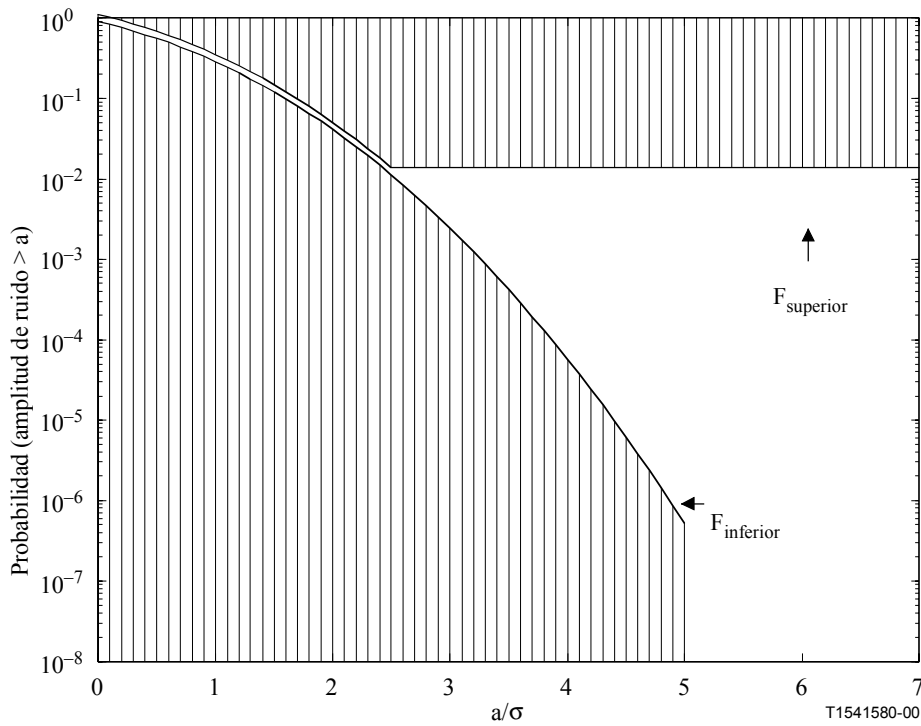


Figura B.6/G.991.2 – Máscara de la función de distribución de amplitud

Cuadro B.9/G.991.2 – Límites superiores e inferiores de la función de distribución de amplitud del ruido

Límite ($\sigma = \text{rms valor eficaz del ruido}$)	Intervalo	Parámetro	Valor
$F_{\text{inferior}}(a) = (1 - \varepsilon) \cdot \{1 - \text{erf}((a/\sigma)/\sqrt{2})\}$	$0 \leq a/\sigma < CF$	Factor de cresta	CF = 5
$F_{\text{inferior}}(a) = 0$	$CF \leq a/\sigma < \infty$		
$F_{\text{superior}}(a) = (1 + \varepsilon) \cdot \{1 - \text{erf}((a/\sigma)/\sqrt{2})\}$	$0 \leq a/\sigma < A$	Precisión gaussiana	$\varepsilon = 0,1$ $A = CF/2 = 2,5$
$F_{\text{superior}}(a) = (1 + \varepsilon) \cdot \{1 - \text{erf}(A/\sqrt{2})\}$	$A \leq a/\sigma < \infty$		

El significado de los parámetros del cuadro B.9 es el siguiente:

- CF representa el factor de cresta mínimo del ruido que caracteriza la relación entre el valor de cresta absoluto y el valor eficaz ($CF = |u_{\text{cresta}}| / u_{\text{eficaz}}$).
- ε representa la precisión gaussiana que indica la proximidad del ruido casi gaussiano a algún ruido auténticamente gaussiano.
- A representa el punto tras el cual se reduce el límite superior para permitir la utilización de señales de ruido de longitud de repetición práctica.

B.3.5.5 Medición del margen del ruido

En el arranque, se ajustan los niveles y formas del ruido de diafonía y del ruido impulsivo, mientras se mide su nivel en la puerta Rx para cumplir la especificación del nivel de degradación de B.3.4. Este nivel de referencia recibe el valor de 0 dB. Acto seguido se activa el enlace del transceptor y se mide la proporción de errores en los bits del enlace.

B.3.5.6 Medición del margen de ruido de diafonía

Para la medición del margen de ruido de diafonía, el nivel de ruido de diafonía del generador de señales perturbadoras definido en los cuadros B.7 y B.8 se incrementará ajustando la ganancia del amplificador A1 de la figura B.2 homogéneamente en toda la banda de frecuencias del sistema SHDSL sometido a prueba, hasta que la proporción de errores en los bits sea superior a 10^{-7} . Esta BER se obtendrá para un aumento de ruido de x dB, con una pequeña incertidumbre de Δx dB. El valor x se define como el margen de ruido de diafonía respecto al modelo de ruido normal.

Los márgenes de ruido se medirán tanto para la transmisión en sentido ascendente como para la transmisión en sentido descendente.

B.3.5.7 Medición del margen de ruido impulsivo

Queda en estudio.

B.4 Máscaras de la PSD

Para cualquier velocidad de datos, la PSD de transmisión medida en una STU no superará las máscaras de la PSD especificadas en esta cláusula [$PSDMASK_{SHDSL}(f)$], y la potencia total medida sobre 135Ω deberá quedar dentro del intervalo especificado en esta cláusula ($P_{SHDSL} \pm 0,5$ dB).

Es obligatorio el soporte de las PSD simétricas especificadas en B.4.1 para todas las velocidades de datos soportadas. El soporte de las PSD asimétricas especificadas en B.4.2 tendrá carácter opcional.

El cuadro B.10 muestra las PSD soportadas y los tamaños de las constelaciones asociadas.

Cuadro B.10/G.991.2 – PSD y tamaño de la constelación

PSD simétricas		PSD asimétricas			
DS	US	DS	US	DS	US
TCPAM-16	TCPAM-16	TCPAM-16	TCPAM-16	TCPAM-8	TCPAM-16
Obligatorio		Opcional		En estudio	

El cuadro B.11 muestra la velocidad binaria de cabida útil, la velocidad de símbolos asociada y la traducción a bits de cada símbolo para las constelaciones de TCPAM-16 indicadas en el cuadro B.10 en sentido ascendente y descendente.

Cuadro B.11/G.991.2 – Velocidades en modo datos tramados

Velocidad de datos de cabida útil R (kbit/s)	Modulación	Velocidad de símbolos (ksímbolos/s)	K (Bits por símbolo)
$R = n \times 64 + (i) \times 8$	16-TCPAM	$(R + 8) \div 3$	3

Las velocidades posibles, especificadas la cláusula 5, vienen dadas por $n \times 64 + i \times 8$ kbit/s, siendo $3 \leq n \leq 36$ y $0 \leq i \leq 7$. Para $n = 36$, i queda limitada a los valores de 0 y 1.

B.4.1 Máscaras de la PSD simétrica

Para cualquier valor de velocidad de datos tramados disponible en la STU se podrá escoger entre el siguiente conjunto de máscaras de la PSD [$PSDMASK_{SHDSL}(f)$]:

$$PSDMASK_{SHDSL}(f) = \begin{cases} 10^{-\frac{PBO}{10}} \times \frac{K_{SHDSL}}{135} \times \frac{1}{f_{sym}} \times \frac{\left[\sin\left(\frac{\pi f}{Nf_{sym}}\right) \right]^2}{\left(\frac{\pi f}{Nf_{sym}}\right)^2} \times \frac{1}{1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^{2 \times Order}} \times 10^{\frac{MaskedOffsetdB(f)}{10}}, & f < f_{int} \\ 0,5683 \times 10^{-4} \times f^{-1,5} & , f_{int} \leq f \leq 1,5 \text{ MHz} \\ -90 \text{ dBm/Hz de cresta con potencia máxima de } -50 \text{ dBm en el intervalo } [f, f + 1 \text{ MHz}] & 1,5 \text{ MHz} < f \leq 11,04 \text{ MHz} \end{cases}$$

Siendo la definición de $MaskOffsetdB(f)$ la siguiente:

$$MaskOffsetdB(f) = \begin{cases} 1 + 0,4 \times \frac{f_{3dB} - f}{f_{3dB}}, & f < f_{3dB} \\ 1 & , f \geq f_{3dB} \end{cases}$$

La PSD dentro de banda para $0 < f < 1,5$ MHz se medirá con una anchura de banda de 10 kHz de resolución.

f_{int} es la frecuencia de cruce de las dos funciones que controlan $PSDMASK_{SHDSL}(f)$ en el intervalo de frecuencias entre 0 y Nf_{sym} . PBO es el valor en dB de la reducción de potencia. K_{SHDSL} , $Orden$, N , f_{sym} , f_{3dB} y P_{SHDSL} se definen en el cuadro B.12. P_{SHDSL} es el intervalo de potencia de la PSD de transmisión con reducción de potencia de 0 dB. R es la velocidad de datos de cabida útil.

Cuadro B.12/G.991.2 – Parámetros de la PSD simétrica

Velocidad binaria de cabida útil, R (kbit/s)	K_{SHDSL}	$Orden$	N	Velocidad de símbolos f_{sym} (ksímbolos/s)	f_{3dB}	P_{SHDSL} (dBm)
$R < 2048$	7,86	6	1	$(R+8)/3$	$1,0 \times f_{sym}/2$	$P1(R) \leq P_{SHDSL} \leq 13,5$
$R \geq 2048$	9,90	6	1	$(R+8)/3$	$1,0 \times f_{sym}/2$	14,5

$P1(R)$ se define del siguiente modo:

$$P1(R) = 0,3486 \log_2(R \times 1000 + 8000) + 6,06 \text{ dBm}$$

Cuando la reducción de potencia es 0 dB, la potencia de transmisión medida sobre 135 Ω deberá quedar dentro del intervalo $P_{SHDSL} \pm 0,5$ dB. Para valores de la reducción de potencia distintos de 0 dB, la potencia de transmisión medida sobre 135 Ω deberá quedar dentro del intervalo $P_{SHDSL} \pm 0,5$ dB menos el valor en dB de la reducción de potencia. La PSD transmitida medida sobre 135 Ω deberá ser inferior a $PSDMASK_{SHDSL}(f)$.

La figura B.7 muestra las máscaras de la PSD con reducción de potencia de 0 dB para velocidades de datos de cabida útil de 256, 512, 768, 1536, 2048 y 2304 kbit/s.

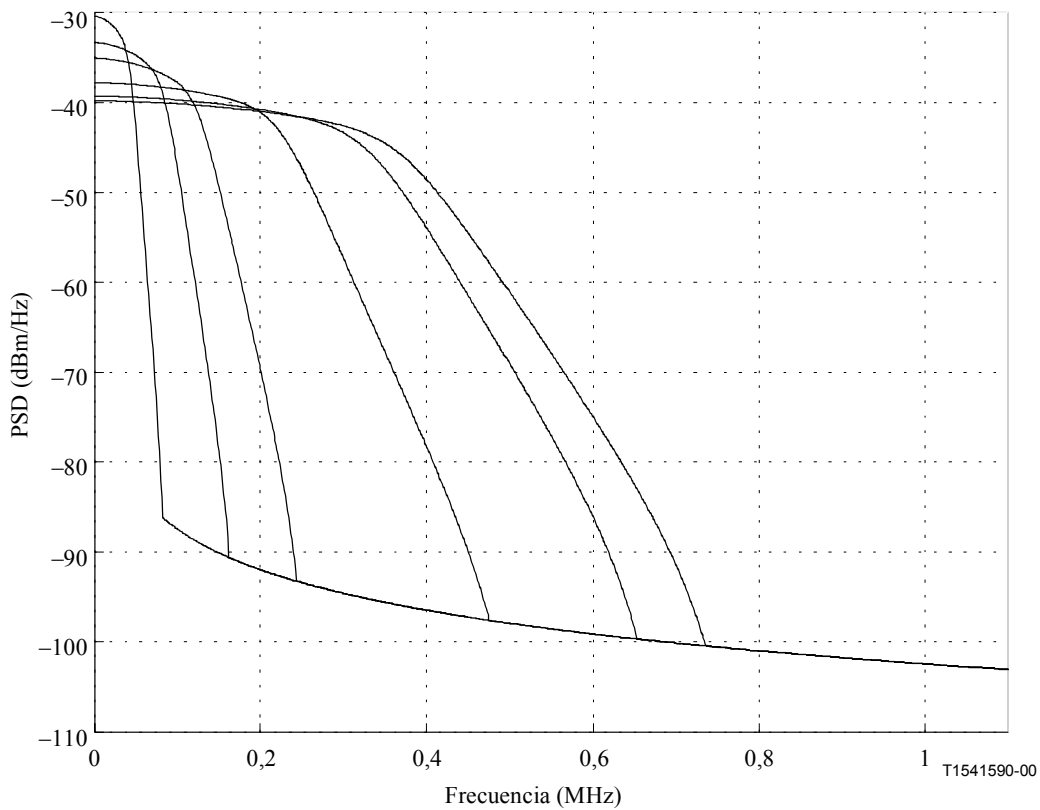


Figura B.7/G.991.2 – Máscaras de la PSD para 0 dB de reducción de potencia

La PSD nominal medida en el terminal viene dada por la siguiente ecuación:

$$NominalPSD(f) = \begin{cases} 10^{\frac{-PBO}{10}} \times \frac{K_{SHDSL}}{135} \times \frac{1}{f_{sym}} \times \frac{\left[\sin\left(\frac{\pi f}{Nf_{sym}}\right) \right]^2}{\left(\frac{\pi f}{Nf_{sym}}\right)^2} \times \frac{1}{1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^{2 \times Order}} \times \frac{f^2}{f^2 + f_c^2} & , f < f_{int} \\ 0,5683 \times 10^{-4} \times f^{-1.5} & , f_{int} \leq f \leq 1,5 \text{ MHz} \\ -90 \text{ dBm/Hz de cresta con potencia máxima de } -50 \text{ dBm en el intervalo } [f, f + 1 \text{ MHz}] & 1,5 \text{ MHz} < f \leq 11,04 \text{ MHz} \end{cases}$$

Siendo f_c la frecuencia de corte del transformador que se supone es de 5 kHz. La figura B.8 muestra las PSD de transmisión nominales para una potencia de 13,5 dBm y velocidades de datos de cabida útil de 256, 512, 768, 1536, 2048 y 2304 kbit/s.

NOTA 1 – La PSD nominal se proporciona a efectos informativos exclusivamente.

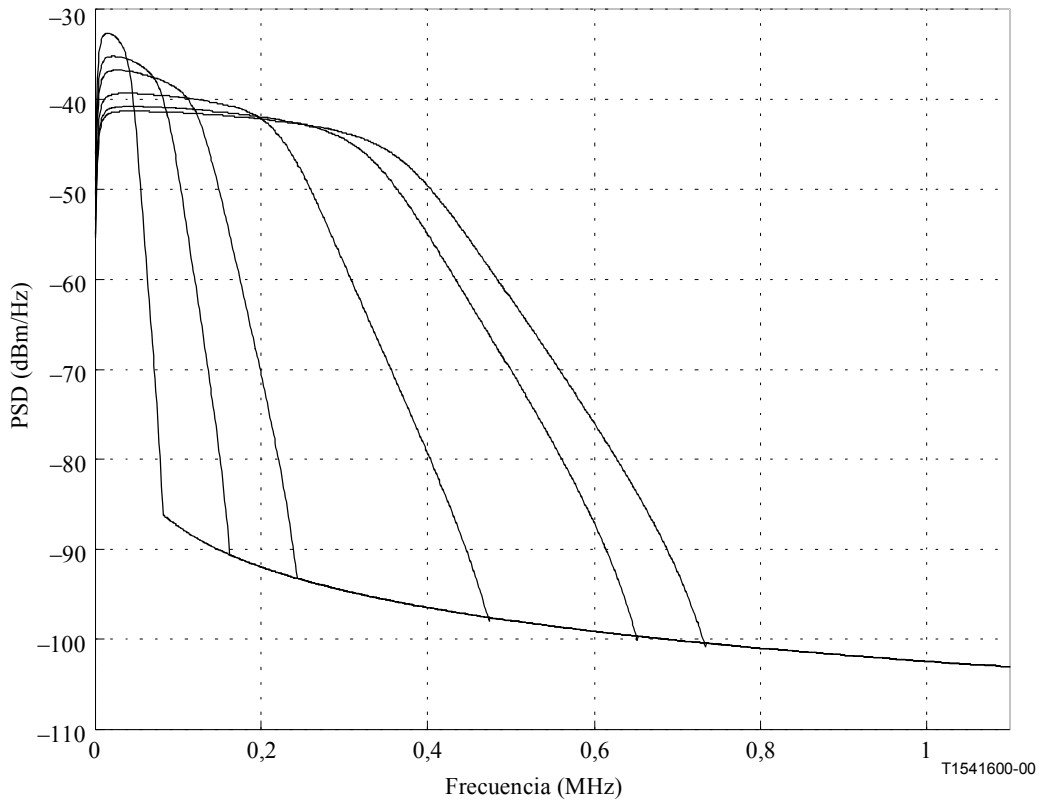


Figura B.8/G.991.2 – PSD Simétricas nominales para 0 dB de reducción de potencia

NOTA 2 – En esta cláusula, $PSDMASK(f)$ y $NominalPSD(f)$ se expresan en unidades de W/Hz a menos que se especifique otra cosa, y f en unidades de Hz.

B.4.2 Máscaras de las PSD asimétricas correspondientes a 2,048 Mbit/s y 2,304 Mbit/s

El conjunto de máscaras de la PSD asimétricas especificado en esta cláusula deberá soportarse opcionalmente para las velocidades de datos de cabida útil de 2,048 Mbit/s y 2,304 Mbit/s. La potencia y la densidad espectral de potencia se miden sobre una impedancia de carga de 135 Ω .

Para las velocidades de datos de cabida útil de 2,048 Mbit/s y 2,304 Mbit/s disponibles en la STU, se podrá escoger entre el siguiente conjunto de máscaras PSD [$PSDMASK_{SHDSL}(f)$]:

$$PSDMASK_{SHDSL}(f) = \begin{cases} 10^{\frac{-PBO}{10}} \times \frac{K_{SHDSL}}{135} \times \frac{1}{f_x} \times \frac{\left[\text{sen}\left(\frac{\pi f}{f_x}\right) \right]^2}{\left(\frac{\pi f}{f_x}\right)^2} \times \frac{1}{1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^{2 \times \text{Order}}} \times 10^{\frac{\text{MaskedOffsetdB}(f)}{10}} & , f < f_{\text{int}} \\ 0,5683 \times 10^{-4} \times f^{-1,5} & , f_{\text{int}} \leq f \leq 1,5 \text{ MHz} \\ -90 \text{ dBm/Hz de cresta con potencia máxima de } -50 \text{ dBm en el intervalo } [f, f + 1 \text{ MHz}] & 1,5 \text{ MHz} < f \leq 11,04 \text{ MHz} \end{cases}$$

siendo la definición de $MaskOffsetdB$ la siguiente:

$$MaskOffsetdB(f) = \begin{cases} 1 + 0,4 \times \frac{f_{3dB} - f}{f_{3dB}} & , f < f_{3dB} \\ 1 & , f \geq f_{3dB} \end{cases}$$

La PSD dentro de banda para $0 < f < 1,5$ MHz se medirá con una anchura de banda de resolución de 10 kHz.

f_{int} es la frecuencia de intersección de las dos funciones que controlan $PSDMASK_{SHDSL}(f)$ en el intervalo de frecuencias comprendido entre 0 y f_x . PBO es el valor de la reducción de potencia en dB. K_{SHDSL} , $Orden$, f_x , f_{3dB} y P_{SHDSL} se definen en el cuadro B.13. P_{SHDSL} es el intervalo de potencia de la PSD de transmisión con 0 dB de reducción de potencia. R es la velocidad de datos de cabida útil.

Cuadro B.13/G.991.2 – Parámetro de la PSD asimétrica

Velocidad binaria de cabida útil (kbit/s)	Transmisor	K_{SHDSL}	$Orden$	f_x (Hz)	f_{3dB} (Hz)	P_{SHDSL} (dBm)
2048	STU-C	16,86	7	1 370 667	548 267	16,25
2048	STU-R	15,66	7	685 333	342 667	16,50
2304	STU-C	12,48	7	1 541 333	578 000	14,75
2304	STU-R	11,74	7	770 667	385 333	15,25

Para una reducción de potencia de 0 dB, la potencia de transmisión medida sobre 135Ω deberá quedar dentro del intervalo $P_{SHDSL} \pm 0,5$ dB. Para valores de la reducción de potencia distintos de 0 dB, la potencia de transmisión medida sobre 135Ω deberá quedar dentro del intervalo de $P_{SHDSL} \pm 0,5$ dB menos el valor en dB de la reducción de potencia. La PSD de transmisión medida sobre 135Ω deberá ser inferior a $PSDMASK_{SHDSL}(f)$.

La figura B.9 muestra las máscaras de la PSD con reducción de potencia de 0 dB para velocidades de datos de cabida útil de 2048 y 2304 kbit/s.

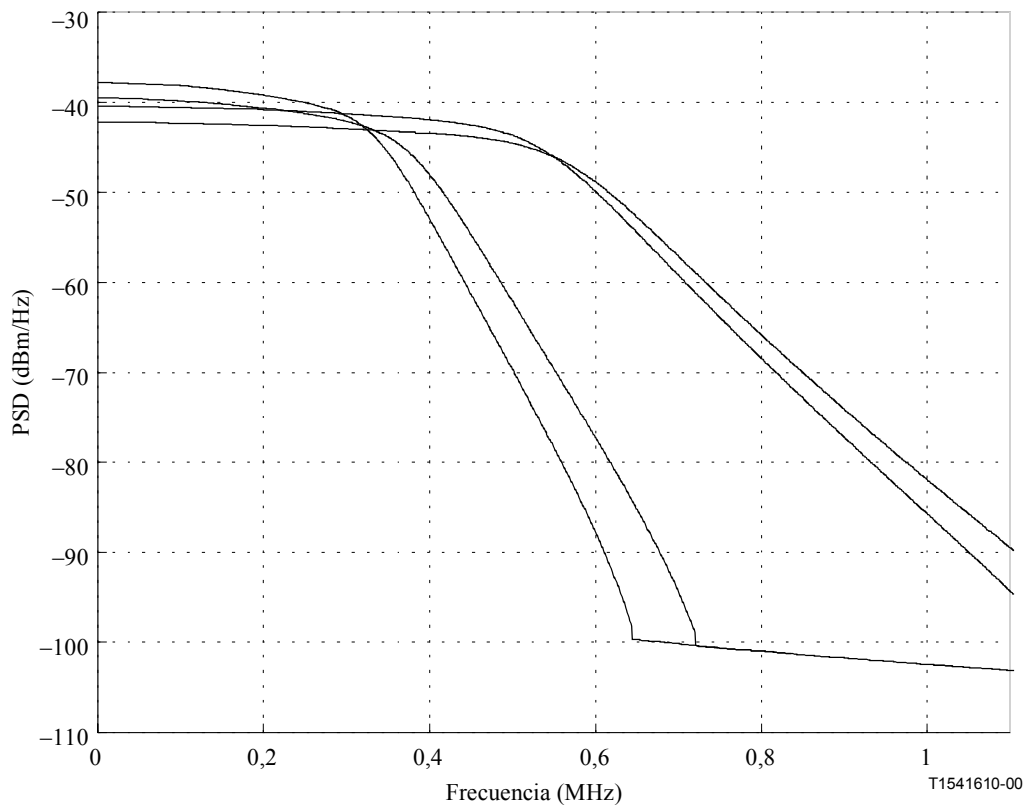


Figura B.9/G.991.2 – Máscaras de la PSD para 0 dB de reducción de potencia

La PSD nominal medida en el terminal viene dada por la ecuación:

$$NominalPSD(f) = \begin{cases} 10^{\frac{-PBO}{10}} \times \frac{K_{SHDSL}}{135} \times \frac{1}{f_x} \times \frac{\left[\sin\left(\frac{\pi f}{f_x}\right) \right]^2}{\left(\frac{\pi f}{f_x}\right)^2} \times \frac{1}{1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^{2 \times Order}} \times \frac{f^2}{f^2 + f_c^2} & , f < f_{int} \\ 0,5683 \times 10^{-4} \times f^{-1,5} & , f_{int} \leq f \leq 1,5 \text{ MHz} \\ -90 \text{ dBm/Hz de cresta con potencia máxima de } -50 \text{ dBm en el intervalo } [f, f + 1 \text{ MHz}] & , 1,5 \text{ MHz} < f \leq 11,04 \text{ MHz} \end{cases}$$

siendo f_c la frecuencia de corte del transformador, que se supone es de 5 kHz. La figura B.10 muestra las PSD de transmisión nominales con 0 dB de reducción de potencia para velocidades de datos útiles de 2048 y 2304 kbit/s.

NOTA 1 – La PSD nominal se proporciona a efectos informativos exclusivamente.

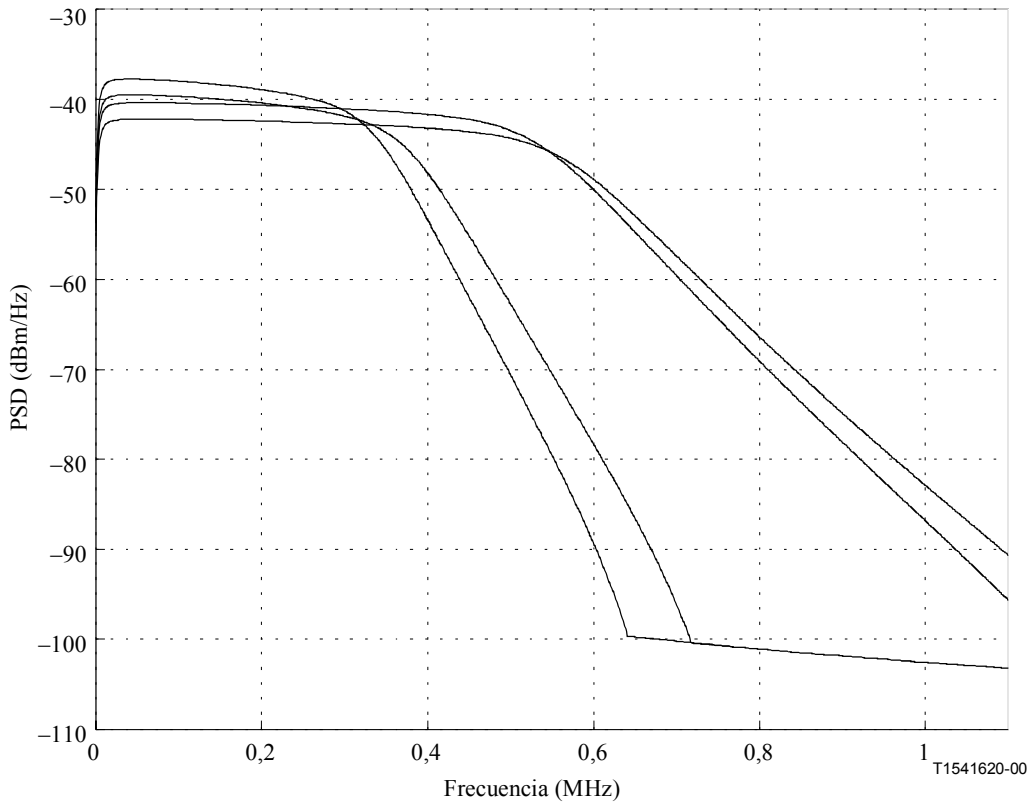


Figura B.10/G.991.2 – PSD asimétricas nominales para una reducción de potencia de 0 dB

NOTA 2 – En esta cláusula, $PSDMASK(f)$ y $NominalPSD(f)$ se expresan en unidades de W/Hz a menos que se especifique otra cosa, y f en unidades de Hz.

B.5 Características funcionales específicas de la Región

B.5.1 Velocidad de datos

Para los dispositivos que soportan la funcionalidad del anexo B no hay limitaciones suplementarias sobre las velocidades de datos aparte de las limitaciones consignadas en la cláusula 5 y repetidas en 7.1.1, 8.1 y 8.2. Véase en B.4 las velocidades de símbolos soportadas y su relación con las PSD.

B.5.2 Pérdida de retorno

Para los dispositivos que soportan la funcionalidad del anexo B, la especificación de la pérdida de retorno se basará en la metodología de 11.3 y los límites de la figura 11-6. Los parámetros de dicha figura se definen con los siguientes valores:

$$RL_{MIN} = 14 \text{ dB}$$

$$f_0 = 3,99 \text{ kHz}$$

$$f_1 = 20 \text{ kHz}$$

$$f_2 = f_{sym}/2$$

$$f_3 = 2,51f_{sym}$$

donde f_{sym} es la velocidad de símbolos.

B.5.3 Alimentación del tramo

B.5.3.1 Generalidades

Esta cláusula trata de la alimentación de energía de la STU-R, de los regeneradores (cuando sea necesario) y del suministro de potencia a la interfaz de aplicación para servicios de banda estrecha en condiciones restringidas (circuito de socorro). Los requisitos de esta cláusula suponen la conformidad con la norma CEI 60950 [7].

B.5.3.2 Alimentación de energía de la STU-R

La STU-R deberá poder alimentarse desde el circuito de alimentación de energía distante cuando falle la alimentación de energía local.

NOTA – El plan de alimentación distante puede no ser aplicable en los casos de líneas excesivamente largas o de líneas que tengan regeneradores. En estos casos pueden aplicarse métodos de alimentación específicos que quedan en estudio.

La STU-R absorberá entre 200 μ A y 3 mA de corriente humectante procedente del circuito de alimentación distante cuando se alimente localmente. Cuando falle la alimentación local, la máxima corriente absorbida por la STU-R del circuito de alimentación distante deberá limitarse al valor especificado en CEI 60950 [7].

B.5.3.3 Alimentación de energía de los servicios de banda estrecha de la interfaz

Cuando la STU-R proporcione al mismo tiempo servicio telefónico, hay que disponer de un servicio de alimentación de socorro en modalidad de potencia restringida para un aparato telefónico como mínimo en caso de fallo de la fuente de alimentación local.

NOTA – El plan de alimentación distante puede no ser aplicable en los casos de líneas excesivamente largas o de líneas que tengan regeneradores. En estos casos pueden aplicarse métodos de alimentación específicos que quedan en estudio.

B.5.3.4 Alimentación de energía desde la STU-C

La alimentación de energía quedará limitada a los valores especificados por los requisitos TNV de CEI 60950 [7].

NOTA – Esto quiere decir que la suma de las tensiones de c.c. y c.a. en la STU-R no deberá sobrepasar 120 V. Las normas de seguridad pueden permitir, en casos extraordinarios con líneas muy largas o la presencia de regeneradores, el suministro de tensiones superiores desde la STU-C. Esta cuestión queda en estudio. Es probable que el soporte de líneas largas y/o regeneradores pueda exigir circuitos de alimentación de energía flotantes (no conectados a tierra).

B.5.3.5 Energía disponible en la STU-R

La STU-R deberá funcionar con cualquier polaridad. La STU-R deberá alcanzar el estado totalmente operativo con una tensión mínima de 45 V en su entrada (véase la nota).

NOTA – Este valor depende de la tensión de alimentación y queda en estudio.

Cuando la red permite el suministro de energía distante, la STU-R y el lado de la SRU dirigido hacia la STU-C deberán alcanzar el estado de alta impedancia antes de 2 s tras la interrupción de la alimentación de corriente distante hacia la STU-R o la SRU respectivamente. Este estado deberá mantenerse mientras la tensión en la línea permanezca por debajo de 18 V (c.c. + cresta de c.a.). En este estado la corriente de fuga deberá ser inferior a 10 μ A y la capacidad deberá ser superior a 2 μ F. Se necesita un tiempo de guarda de 2 s como mínimo entre la desaparición de la alimentación distante y la aplicación de la tensión de prueba.

B.5.4 Balance longitudinal

Para los dispositivos que soporten la funcionalidad del anexo B, la especificación del balance longitudinal se basará en la metodología de 11.1 y las limitaciones de la figura 11-2. Los parámetros de dicha figura se definen con los siguientes valores:

$$LB_{\text{MIN}} = 40\text{dB}$$

$$f_1 = 5 \text{ kHz}$$

$$f_2 = f_{\text{sym}}/2$$

donde f_{sym} es la velocidad de símbolos.

B.5.5 Tensión de salida longitudinal

Para los dispositivos que soportan la funcionalidad del anexo B, la especificación de la tensión de salida longitudinal se basará en la metodología de 11.2. La gama de frecuencias de medición será de 100 Hz a 400 kHz.

B.5.6 Margen deseado PMMS

Si se selecciona la sonda de línea opcional durante una sesión G.994.1, el receptor utilizará el margen deseado negociado. Si se selecciona el margen deseado PMMS del caso más desfavorable, el receptor supondrá que están presentes las fuentes de perturbación indicadas en el cuadro B.14, para determinar si puede soportarse una velocidad dada. La diafonía de referencia se calculará utilizando los modelos de diafonía de cable de B.3.5.2, suponiendo que la longitud de bucle es infinita, por lo que no se tienen en cuenta los componentes de telediafonía y la paradiafonía es independiente de la longitud del trayecto. La diafonía de referencia especificada en esta cláusula puede no ser representativa de las condiciones del caso más desfavorable en todas las redes. Las diferencias entre los entornos de diafonía pueden compensarse ajustando el margen deseado.

Cuadro B.14/G.991.2 – Fuentes de perturbación de referencia utilizadas durante la PMMS para el margen deseado del caso más desfavorable

Velocidad (kbit/s)	PSD (sentido de transmisión)	Reference disturber
Todas	Simétrica (asc.desc.)	49 SHDSL
2048	Asimétrica (asc.)	49 SHDSL-SYM with $f_{\text{sym}} = 685\ 333 \text{ Hz}$
2048	Asimétrica (desc.)	49 SHDSL-SYM with $f_{\text{sym}} = 685\ 333 \text{ Hz}$
2304	Asimétrica (asc.)	49 SHDSL-SYM with $f_{\text{sym}} = 770\ 667 \text{ Hz}$
2304	Asimétrica (desc.)	49 SHDSL-SYM with $f_{\text{sym}} = 770\ 667 \text{ Hz}$

ANEXO C

Requisitos específicos de la Región 3

Véase en la Recomendación UIT-T G.992.1, anexo H [1] las especificaciones de los transceptores que han de utilizarse en las redes con servicios TCM-RDSI activos (como se especifica en UIT-T G.961, apéndice IV [B1]).

ANEXO D

Funcionamiento del regenerador de señal

Para poder transmitir datos a distancias superiores a un solo segmento de la SHDSL, deben utilizarse uno o varios regeneradores de señal (SRU). En el modo opcional a dos pares, pueden utilizarse regeneradores de dos pares cuando la distancia lo requiera. El presente anexo especifica las características de funcionamiento de los regeneradores de señal y la secuencia de arranque de los tramos SHDSL que contengan regeneradores de señal. El apéndice III contiene explicaciones adicionales al respecto.

D.1 Diagrama de referencia

La figura D.1 muestra el diagrama de referencia de un tramo SHDSL con dos regeneradores. Dentro del plan de direccionamiento del EOC se pueden soportar hasta ocho (8) regeneradores por tramo (9.5.5.5), y no se prevé incluir límites adicionales en este texto. Cada SRU constará de dos partes: una SRU-R para la interfaz con la STU-C (o con una SRU-C independiente) y una SRU-C para la interfaz con la STU-R (o una SRU-R independiente). Una conexión interna entre la SRU-R y la SRU-C asegurará la comunicación entre ambas partes durante el arranque y el funcionamiento normal. Si un tramo SHDSL tiene X regeneradores, deberá tener $X + 1$ segmentos SHDSL independientes, que se denominarán TR1 (de STU-C a SRU₁), TR2 (de SRU_X-C a STU-R) y RR n (de SRU_n-C a SRU_{n+1}-R, siendo $1 \leq n \leq X-1$). Los segmentos se ajustarán a los principios generales descritos en 6.2, 6.3 y 7.2 en lo relativo a los procedimientos de preactivación y activación. Los requisitos adicionales para los tramos con regeneradores se describen en el presente anexo.

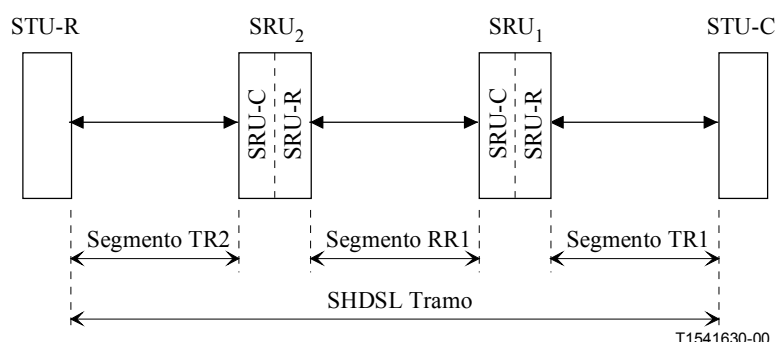


Figura D.1/G.991.2 – Diagrama de bloques de un tramo SHDSL con dos regeneradores de señal

D.2 Procedimientos de arranque

D.2.1 SRU-C

La figura D.2 muestra el diagrama de transición de estados correspondiente al arranque y funcionamiento de la SRU-C. La SRU-C comienza en el estado de "reposo" y, cuando la STU-R ha iniciado el arranque, sufre una transición en primer lugar al estado "esperar a la STU-C". Cuando el arranque lo ha iniciado la STU-C, la SRU-C pasa del estado de "reposo" al estado "sesión G.994.1 1". En lo que se refiere a la SRU-C el arranque provocado por la SRU funcionará igual que el provocado por la STU-C.

La SRU-C deberá comunicar el estado de "capacidades disponibles" y transferir una relación de sus propias capacidades a la SRU-R por la interfaz interna del regenerador cuando entre en el estado "esperar a la STU-C". La relación de capacidades de la SRU-C transferida a la SRU-R deberá ser la

intersección de sus propias capacidades, la lista de capacidades recibida de la STU-R (o de la SRU-R) en su sesión G.994.1, y las capacidades del segmento determinadas por el sondeo de la línea cuando se utilice.

La SRU-C recibirá la información de selección de modo de la SRU-R junto con la indicación "SRU-R activa". En la sesión G.994.1 subsiguiente, la SRU-C deberá seleccionar los mismos valores de modo y parámetros para la sesión SHDSL.

El temporizador T_{SRUC} se pondrá a 4 minutos. Si transcurre T_{SRUC} antes de que la SRU-C llegue al estado "activo", la SRU-C deberá volver al estado "reposo" y deberá indicar fallo del enlace a la SRU-R por la interfaz interna. Así mismo la SRU-C indicará el fallo y volverá al estado de "reposo" si no puede iniciar una sesión G.994.1 después de 30 s.

La activación del bit de "modo de diagnóstico" en el intercambio de capacidades G.994.1, provocará que la SRU-C funcione como una STU-C si falla el segmento subsiguiente. Esto supone que si se recibe una indicación interna de fallo estando el estado "esperar a STU-C" la SRU-C deberá seleccionar un modo operativo, iniciar una sesión G.994.1 y sufrir una transición al estado "sesión G.994.1 2".

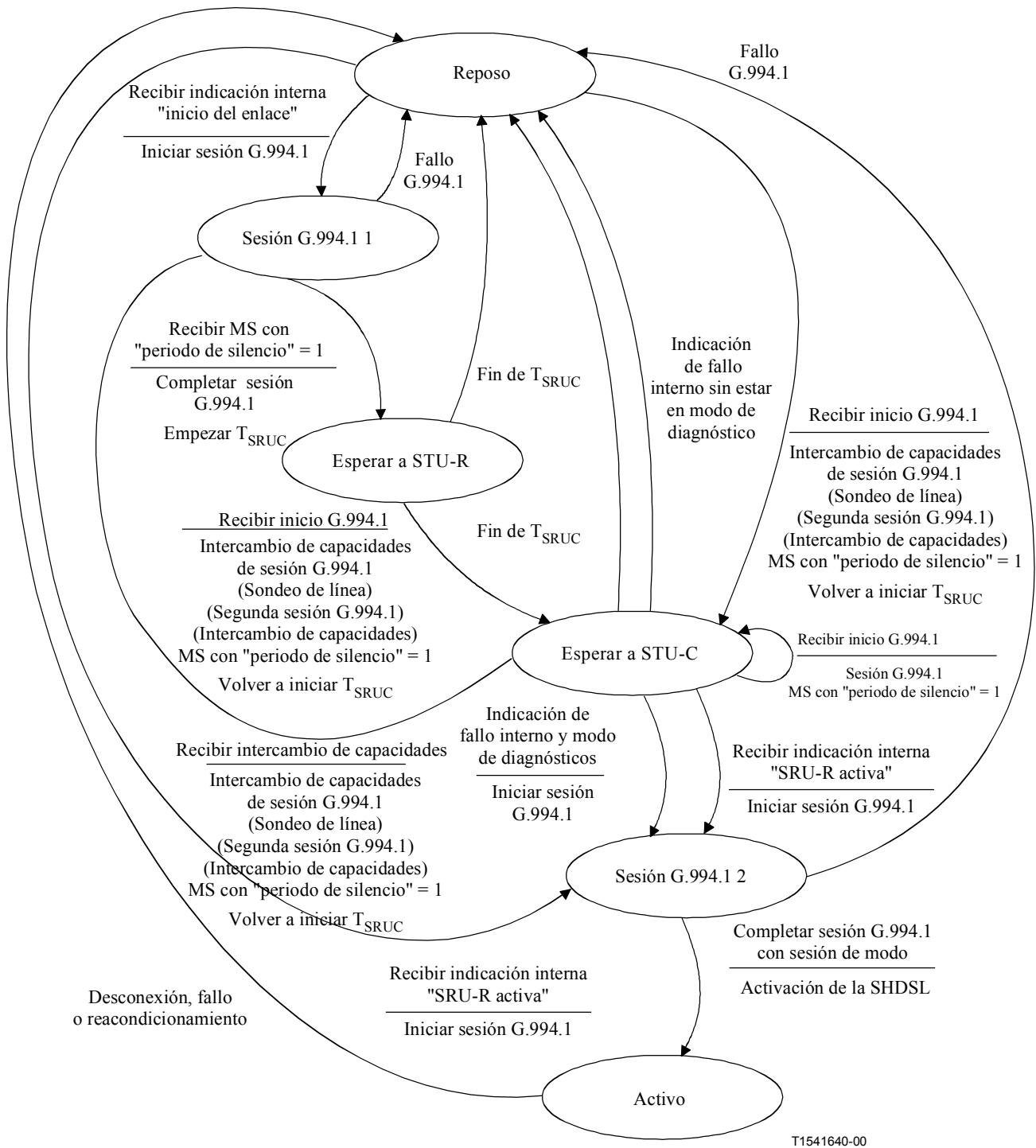


Figura D.2/G.991.2 – Diagrama de transiciones de estado de la SRU-C

D.2.2 SRU-R

La figura D.3 muestra el diagrama de transiciones de estado del arranque y funcionamiento de la SRU-R. La SRU-R comienza en el estado de "reposo" y, cuando la STU-R inicia el acondicionamiento, se produce una transición en primer lugar al estado "sesión G.994.1 1". Cuando es la STU-C la que inicia el acondicionamiento, la SRU-C pasa del estado de "reposo" al "sesión G.994.1 2".

La SRU-R deberá comunicar el estado "inicio de enlace" a la SRU-C por la interfaz interna del regenerador una vez en el estado "esperar a la STU-R". Cuando se encuentra en el estado "activo", deberá comunicar el estado "SRU-R activa" a la SRU-C. Si se selecciona el modo de funcionamiento plesiócrono (modo de reloj 1; véase la cláusula 10), la SRU-R podrá indicar opcionalmente a la SRU-C su entrada en el estado "activo" antes de terminar la secuencia de activación de la SHDSL. Si se selecciona un modo de reloj síncrono o plesiócrono referenciado por la red (modos de reloj 2, 3a o 3b; véase la cláusula 10), la SRU-R no deberá indicar ningún estado "activo" hasta que se haya completado la secuencia de activación de la SHDSL.

La SRU-R recibirá una lista de las capacidades de la SRU-C por la interfaz interna del regenerador junto con la indicación "capacidades disponibles". La lista de capacidades de la SRU-R, indicada en la sesión G.994.1 subsiguiente, deberá ser la intersección de sus propias capacidades con la lista de capacidades recibida de la SRU-C.

La SRU-R proporcionará información de selección de modo a la SRU-C junto con la indicación "SRU-R activa" de acuerdo con la selección recibida en la sesión G.994.1.

Se asignará el valor de 4 minutos al temporizador T_{SRUR} . Si transcurre T_{SRUR} antes de que la SRU-R alcance el estado "activo", la SRU-R deberá regresar al estado de "reposo" e indicar fallo de enlace a la SRU-C por la interfaz interna. Así mismo la SRU-R deberá indicar el fallo y volver al estado de "reposo" sino consigue iniciar la sesión G.994.1 antes de 30 s.

Si está activado el bit "modo de diagnóstico" del intercambio de capacidades G.994.1, la SRU-R funcionará como una STU-R cuando falle el segmento subsiguiente. Esto supone que si se recibe una indicación de fallo interno en el estado "esperar a STU-R" la SRU-R iniciará una sesión G.994.1 y sufrirá una transición al estado "sesión G.994.1 2".

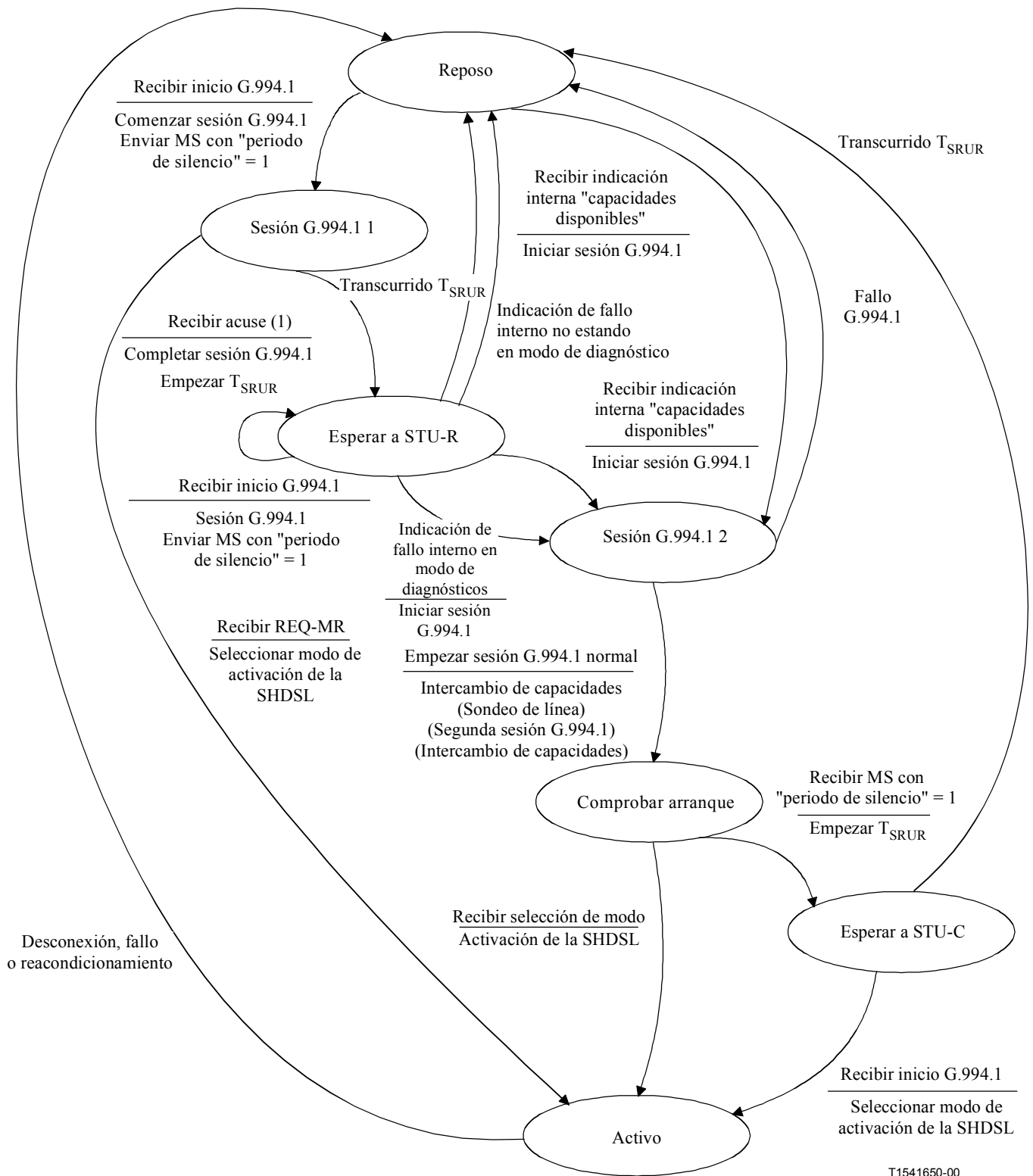


Figura D.3/G.991.2 – Diagrama de transición de estados de la SRU-R

D.2.3 STU-C

Para dar soporte al funcionamiento con regeneradores, las STU-C deberán soportar el bit de periodo de silencio del regenerador (RSP, *regenerator silent period*) especificado en UIT-T G.994.1. Además, la STU-C no deberá indicar fallo de acondicionamiento ni error hasta que haya sido forzada al modo de "silencio" durante 5 minutos seguidos como mínimo.

D.2.4 STU-R

Para dar soporte al funcionamiento con regeneradores, las STU-R deberán soportar el bit de periodo de silencio del regenerador (RSP) especificado en UIT-T G.994.1. La STU-R no deberá indicar fallo de acondicionamiento ni error hasta que haya sido forzada al modo de "silencio" durante 5 minutos seguidos como mínimo.

D.2.5 Fallo y reacondicionamiento del segmento

Cuando se produzca fallo o reacondicionamiento en el segmento, cada segmento del tramo deberá desactivarse, volviendo las SRU-C y las SRU-R a su estado de "reposo". Acto seguido el rearranque puede iniciarse por parte de la SRU, la STU-R o la STU-C.

D.3 Velocidades de símbolos

En los modos de funcionamiento del anexo A, los regeneradores de señal pueden transmitir a velocidades de 280 ksímbolos/s como mínimo ya sea en dos hilos o en el modo opcional a cuatro hilos. Esto corresponde, para TCPAM-16, a velocidades de datos de usuarios máximas (excluyendo la tara de alineación de tramas) de 832 kbit/s y 1664 kbit/s para el funcionamiento a dos hilos y a cuatro hilos respectivamente. El funcionamiento a velocidades de símbolo superiores queda en estudio.

En los modos de funcionamiento del anexo B, los regeneradores de señal pueden transmitir a velocidades de símbolos de 685,33 ksímbolos/s y superiores, ya sea en el modo de dos hilos o en el opcional a cuatro hilos. Esto corresponde, para TCPAM-16, a velocidades de datos de usuario máximas (excluyendo la tara de alineación de trama) de 2,048 Mbit/s y 4,096 Mbit/s para el funcionamiento a dos hilos y a cuatro hilos, respectivamente. El funcionamiento a velocidades de símbolos superiores queda pendiente de estudio.

En ambos casos, la STU y la SRU del tramo seleccionarán la misma velocidad de datos de funcionamiento.

D.4 Máscaras de PSD

Puede utilizarse cualquiera de las PSD de los anexos A y B para el segmento TR1 (de STU-C a SRU₁-R), cuando convenga a la región en cuestión. Los demás segmentos utilizarán una de las PSD simétricas aplicables, descritas en A.4.1 y B.4.1. La selección de la PSD estará limitada por la velocidad de símbolos de D.3.

ANEXO E

Alineación de las tramas TPS-TC específica de la aplicación

Este anexo proporciona detalles sobre la implementación de los diversos tipos de alineación de tramas TPS-TC que pueden soportarse en los transceptores SHDSL. El modo de alineación de tramas TPS-TC se selecciona durante la preactivación, aunque los criterios de selección de un modo TPS-TC concreto son específicos de la aplicación y no son materia de esta Recomendación.

E.1 TPS-TC para datos de canal despejado

En el modo de canal despejado, no existirá ninguna relación específica entre la estructura de los datos del usuario y su situación en el interior de los subbloques de cabida útil. Dentro de cada subbloque figurarán k_s bits de datos del usuario contiguos, como se especifica en 8.1. La relación temporal entre el tren de datos del usuario y los datos de los subbloques será tal que el orden

temporal de los bits del tren de datos del usuario concuerde con el orden de transmisión de los subbloques de cabida útil de la SHDSL. Las estructuras adicionales de los datos del usuario correrán a cargo de un protocolo de capa superior no definido y no es materia de esta Recomendación.

En el modo opcional a 4 hilos, los datos de canal despejado se transportarán intercalados en ambos pares, como se explica en 8.2. Habrá k_s bits de datos del usuario contiguos en un subbloque del par 1, y los siguientes k_s bits de datos del usuario contiguos estarán en el correspondiente subbloque del par 2. Como se ha explicado anteriormente, cualquier estructura adicional de los datos del usuario correrá a cargo de un Protocolo de capa superior no definida y no es materia de esta Recomendación.

E.2 TPS-TC para datos orientados a octetos del canal despejado

En el modo de canal despejado orientado a octetos, el tren de octetos de entrada se alineará con el subbloque de cabida útil SHDSL de manera que se mantengan los límites entre octetos. Los subbloques de cabida útil se tratan como si tuviesen n intervalos temporales de 8 bits. Los octetos del tren de datos de entrada se trasladan, empezando por el bit menos significativo, al siguiente intervalo temporal disponible. El primer intervalo temporal empieza en la posición del primer bit del subbloque de cabida útil, seguido por el intervalo temporal 2, el intervalo temporal 3, ..., intervalo temporal n . En cada subbloque habrá k_s bits (o n octetos) de datos contiguos, de acuerdo con lo especificado en 8.1. $k_s = i + n \times 8$, y, en este modo, $i = 0$ y $3 \leq n < 36$. La figura E.1 proporciona detalles adicionales.

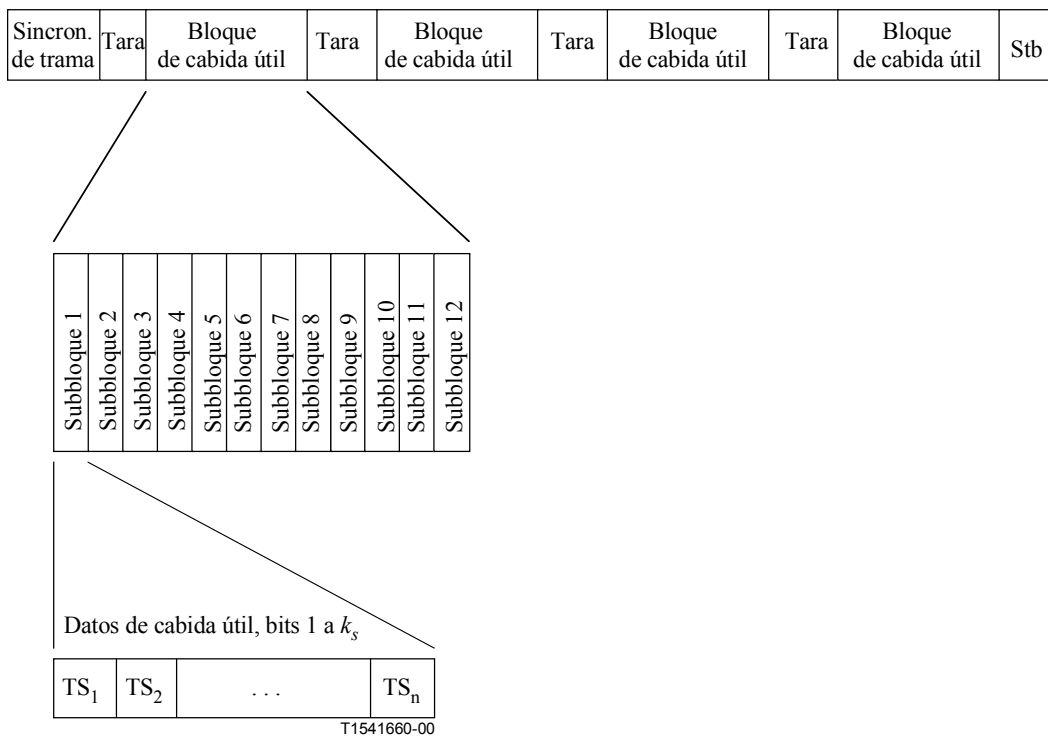


Figura E.1/G.991.2 – Alineación orientada a octetos de la trama del canal despejado

En el modo opcional a 4 hilos, los datos orientados a octetos se transportan intercalados en ambos pares, de acuerdo con lo explicado en 8.2. En cada subbloque de cabida útil SHDSL se transportará un total de $2k_s$ bits ($2n$ octeto) de datos orientados a octetos. $k_s = i + n \times 8$, y, en este modo, $i = 0$ y $3 \leq n \leq 36$. En el modo a 4 hilos sólo se soportan los intervalos temporales pares. El tren de octetos de entrada deberá alinearse en el subbloque de cabida útil SHDSL de modo que se mantengan los

límites entre octetos. Cada subbloque de cabida útil se trata como si tuviese $2n$ intervalos temporales de 8 bits. Cada octeto del tren de datos de entrada se introduce en el siguiente intervalo temporal con el bit menos significativo en primer lugar. El primer intervalo temporal empieza en la primera posición de bits, el subbloque de cabida útil, seguido del intervalo temporal 2, el intervalo temporal 3, ... , el intervalo temporal n . Cada subbloque contendrá $2k_s$ bits (ó $2n$ octeto) de datos contiguos, como especifica 8.1. $k_s = i + n \times 8$, y, en este modo, $i = 0$ y $3 \leq n < 36$. Los octetos del tren de datos de entrada se intercalarán entre los pares 1 y 2, de modo que los octetos con numeración impar se transporten en el par 1 y los octetos con numeración par, en el par de cables 2. Véanse detalles adicionales en la figura E.2.

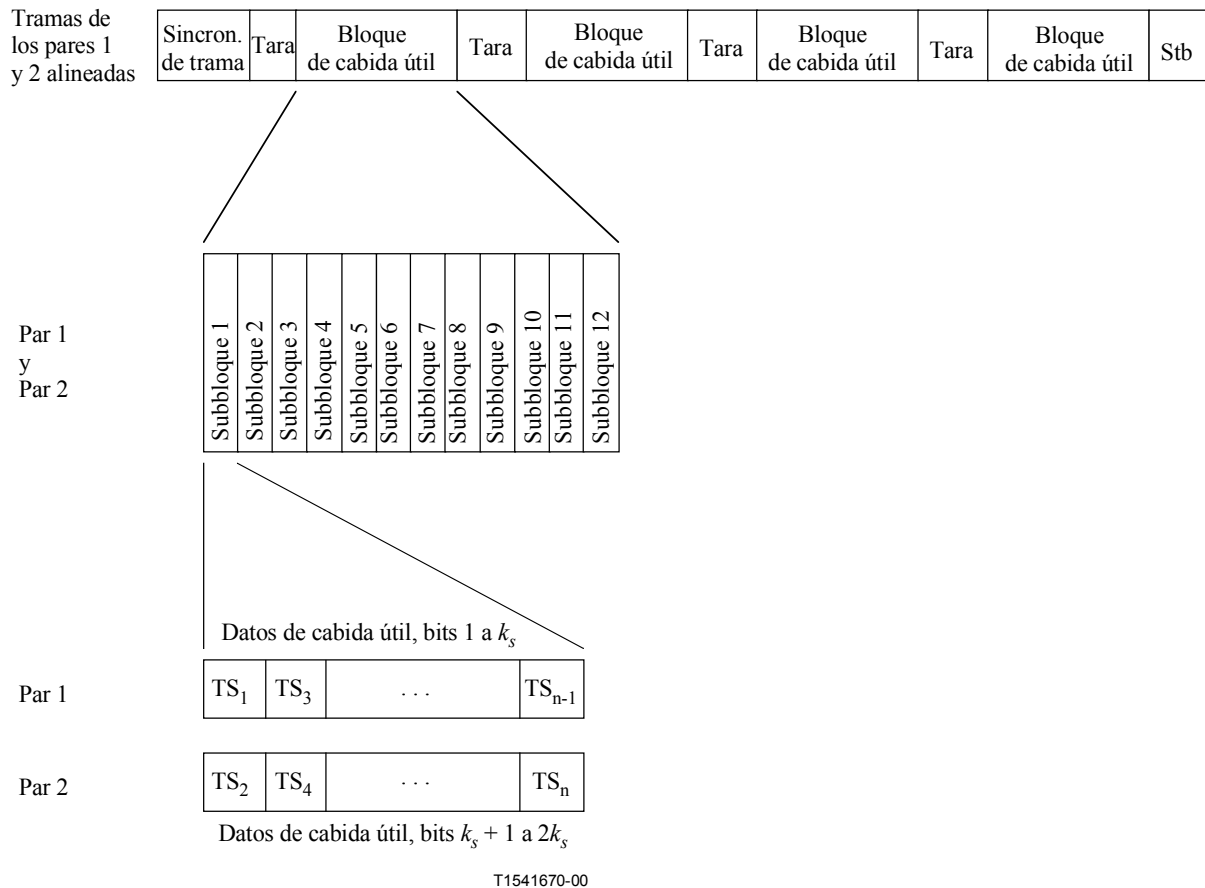


Figura E.2/G.991.2 – Alineación de trama a 4 hilos para canal despejado orientado a octetos

E.3 TPS-TC para transporte de DS1 no alineados

Gran parte de los datos de las redes norteamericanas están estructurados como trenes de datos "DS1", que, a los efectos de la presente Recomendación, pueden describirse como trenes de datos de 1,544 Mbit/s con alineación de tramas de 8 kHz, conteniendo cada trama 24 intervalos temporales de 8 octetos y 1 bit de alineación de trama. La definición de la alineación de trama DS1 y la estructura de datos asociada se encuentran en 2.1/G.704 [B6], en el apéndice IV.

En el modo DS1 no alineado, no se especificarán relaciones entre las tramas DS1 y su posición en los subbloques de cabida útil. Cada subbloque contendrá k_s bits de datos contiguos, como se especifica en 8.1. $k_s = i + n \times 8$, y, en este modo, $n = 24$ e $i = 1$. Los relojes de alineación de trama DS1 se sincronizarán con los relojes SHDSL de modo que la trama DS1 aparezca siempre en

primera posición en el subbloque de cabida útil SHDSL; sin embargo no se especifica ninguna alineación especial. La relación temporal entre el tren de datos DS1 y los datos de los subbloques se mantendrá, de modo que el orden temporal de los bits del tren de datos DS1 concuerde con el orden de transmisión dentro de los subbloques de cabida útil SHDSL. En el modo opcional a 4 hilos, no se soporta el transporte de DS1 no alineados.

E.4 TPS-TC para transporte de DS1 alineados/DS1 fraccionarios

Como se indica E.3, los "DS1" son trenes de datos de 1,544 Mbit/s con tramas de 8 kHz, cada uno de las cuales contiene 24 intervalos temporales de 8 bits y 1 bit de alineación de trama. En ciertos casos, se utilizan trenes de datos "DS1 fraccionarios", en los que las tramas DS1 contienen menos de los 24 intervalos temporales de 8 bits normales.

En el modo DS1 alineados/DS1 fraccionarios, cada trama DS1 se alineará dentro del subbloque de cabida útil SHDSL de modo que el bit de alineación de la trama DS1 ocupe la posición del primer bit del subbloque, seguido por el intervalo temporal 1, el intervalo temporal 2, ... , intervalo temporal n . Cada subbloque contendrá k_s bits de datos contiguos, como se especifica en 8.1. $k_s = i + n \times 8$, y, en este modo $i = 1$. En las aplicaciones DS1, $n = 24$, y, en las aplicaciones DS1 fraccionarios, $3 \leq n < 24$. Los relojes de alineación de las tramas DS1 se sincronizarán con los relojes SHDSL de modo que las tramas DS1 aparezcan siempre en una posición definida de cada subbloque de cabida útil SHDSL. Véase en la figura E.3 detalles adicionales al respecto.

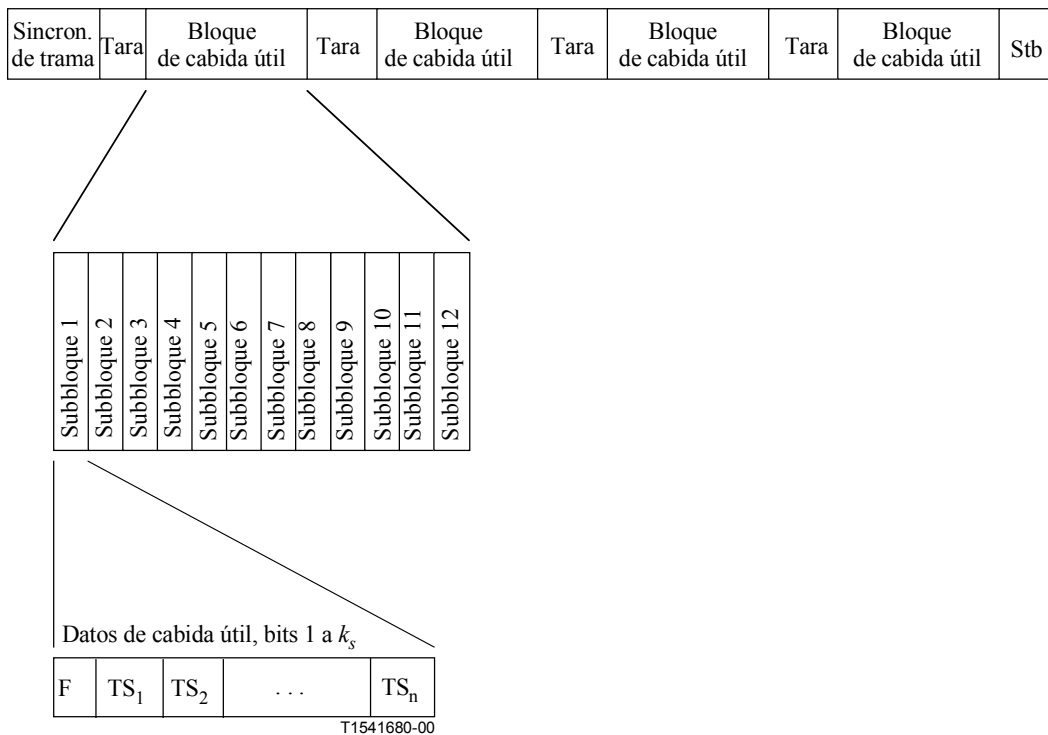


Figura E.3/G.991.2 – Alineación de la trama para DS1 alineados/DS1 fraccionarios

En el modo opcional a 4 hilos, los datos DS1/DS1 fraccionarios se transportarán intercalados en ambos pares, de acuerdo con lo descrito en 8.2. En cada subbloque de cabida útil SHDSL se transportará un total de $2k_s - 1$ bits de datos DS1/DS1 fraccionarios. $k_s = i + n \times 8$, y, en este modo, $i = 1$. En las aplicaciones DS1 $n = 12$, y en las aplicaciones DS1 fraccionarios, $3 \leq n < 12$. En el modo a 4 hilos sólo se soportan los intervalos temporales DS1 pares. Cada trama DS1 se alineará dentro del subbloque de cabida útil SHDSL de modo que el bit de alineación de la trama DS1 ocupe

la posición del primer bit del subbloque de cabida útil tanto en el par 1 como en el 2. Los intervalos temporales de la trama DS1 se intercalarán entre los pares 1 y 2, de manera que los intervalos temporales de numeración impar se transporten en el par de hilos 1 y los intervalos temporales de numeración par se transporten en el par de hilos 2. Véanse detalles adicionales en la figura E.4.

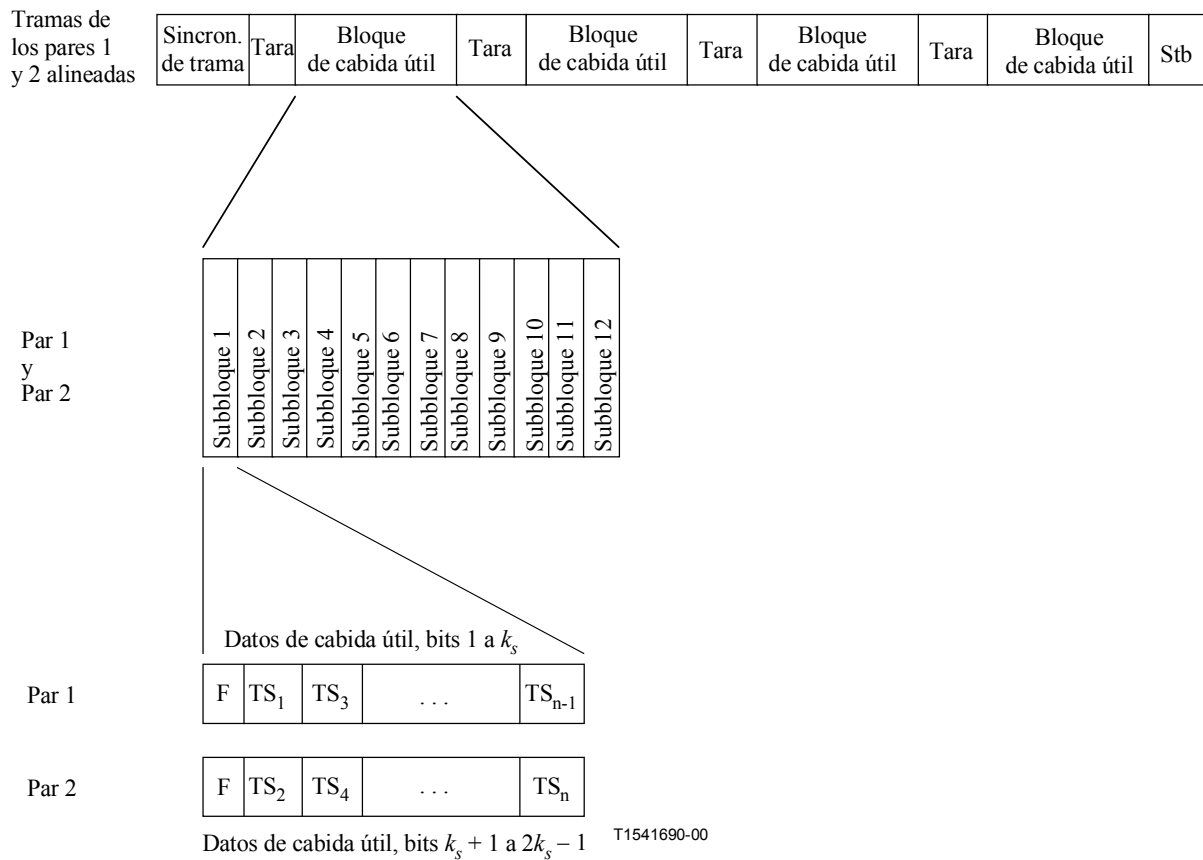


Figura E.4/G.991.2 – Alineación de tramas DS1/DS1 fraccionarios para 4 hilos

E.5 TPS-TC para las líneas digitales arrendadas no estructuradas que funcionan en Europa a 2048 kbit/s (D2048U)

Los trenes D2048U contienen datos no estructurados a 2,048 Mbit/s sin especificación de alineación de trama. Estos trenes de datos se transportarán mediante TPS-TC de canal despejado, como se describe en E.1.

E.6 TPS-TC para las líneas digitales arrendadas estructuradas que funcionan en Europa a 2048 kbit/s en modo no alineado D2048S

Gran parte de los datos de las redes europeas se estructuran como trenes de datos D2048S que, a los efectos de la presente Recomendación, pueden describirse como trenes de datos de 2,048 Mbit/s con tramas de 8 kHz, en la que cada trama contiene 32 intervalos temporales de 8 bits. En 2.3/G.704 [B6], en el apéndice IV se define la alineación de tramas D2048S y la estructura de datos asociada.

En el modo no alineado D2048S, no se especificará relación alguna entre las tramas D2048S y su posición en los subbloques de cabida útil. Cada subbloque contendrá k_s octeto de datos contiguos, como se especifica en 8.1. $k_s = i + n \times 8$, y, en este modo, $n = 32$ e $i = 0$. Los relojes de alineación D2048S se sincronizarán con los relojes SHDSL de modo que la trama D2048S aparezca en la misma posición de cada subbloque de cabida útil SHDSL; sin embargo no se especifica ninguna

alineación especial. La relación temporal entre el tren de datos D2048S y los datos de los subbloques se conservará de modo que el orden temporal de los bits del tren de datos D2048S concuerde con el orden de transmisión de los subbloques de cabida útil SHDSL. El modo opcional a 4 hilos no soportará el transporte D2048S no alineado.

E.7 TPS-TC para las líneas digitales arrendadas estructuradas y fraccionarias que funcionan en Europa a 2048 kbit/s en modo alineado D2048S

Como se ha explicado en E.6, los trenes D2048S son trenes de datos a 2,048 Mbit/s con tramas de 8 kHz, en la que cada una de ellas contiene 32 intervalos temporales de 8 bits. En ciertos casos se utilizan trenes de datos D2048S fraccionarios, cuyas tramas contienen menos de los 32 intervalos temporales de 8 bits normales.

En el modo D2048S alineado, cada trama D2048S se alineará dentro del subbloque de cabida útil SHDSL de modo que el primer intervalo temporal empiece en la posición del primer bit del subbloque de cabida útil seguido por el intervalo temporal 2, intervalo temporal 3, ..., intervalo temporal n . En cada subbloque habrá k_s bits de datos contiguos, de acuerdo con 8.1. $k_s = i + n \times 8$, y, en este modo, $i = 0$. En las aplicaciones D2048S, $n = 32$, y, en las aplicaciones D2048S fraccionario, $3 \leq n < 32$. Los relojes de alineación de trama D2048S se sincronizarán con los relojes SHDSL de modo que la trama D2048S aparezca siempre en una posición definida de cada subbloque de cabida útil SHDSL. Véanse detalles suplementarios en la figura E.5.

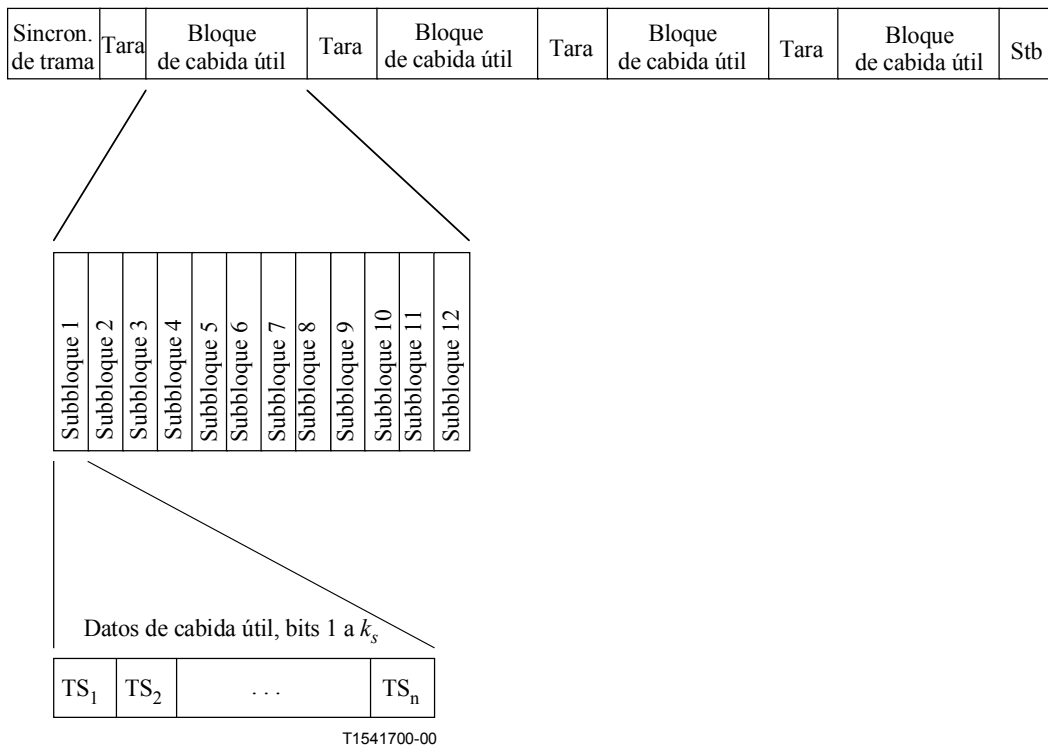


Figura E.5/G.991.2 – Alineación de la trama D2048S alineado/D2048S fraccionario

En el modo opcional a 4 hilos, los datos D2048S/D2048S fraccionario se transportarán intercalados en ambos pares, de acuerdo con lo descrito en 8.2. Cada subbloque de cabida útil SHDSL contendrá un total de $2k_s$ bits de datos D2048S/D2048S fraccionario. $k_s = i + n \times 8$, y, en este modo, $i = 0$. En las aplicaciones D2048S, $n = 16$, y en las aplicaciones DS1 fraccionarios, $3 \leq n < 16$. En el modo de 4 hilos sólo están soportados los intervalos temporales D2048S pares. Los intervalos temporales de la trama D2048S se intercalarán entre los pares 1 y 2, de modo tal que los intervalos temporales

impares, se transporten en el par 1 y los pares en el par 2. Véanse detalles adicionales en la figura E.6.

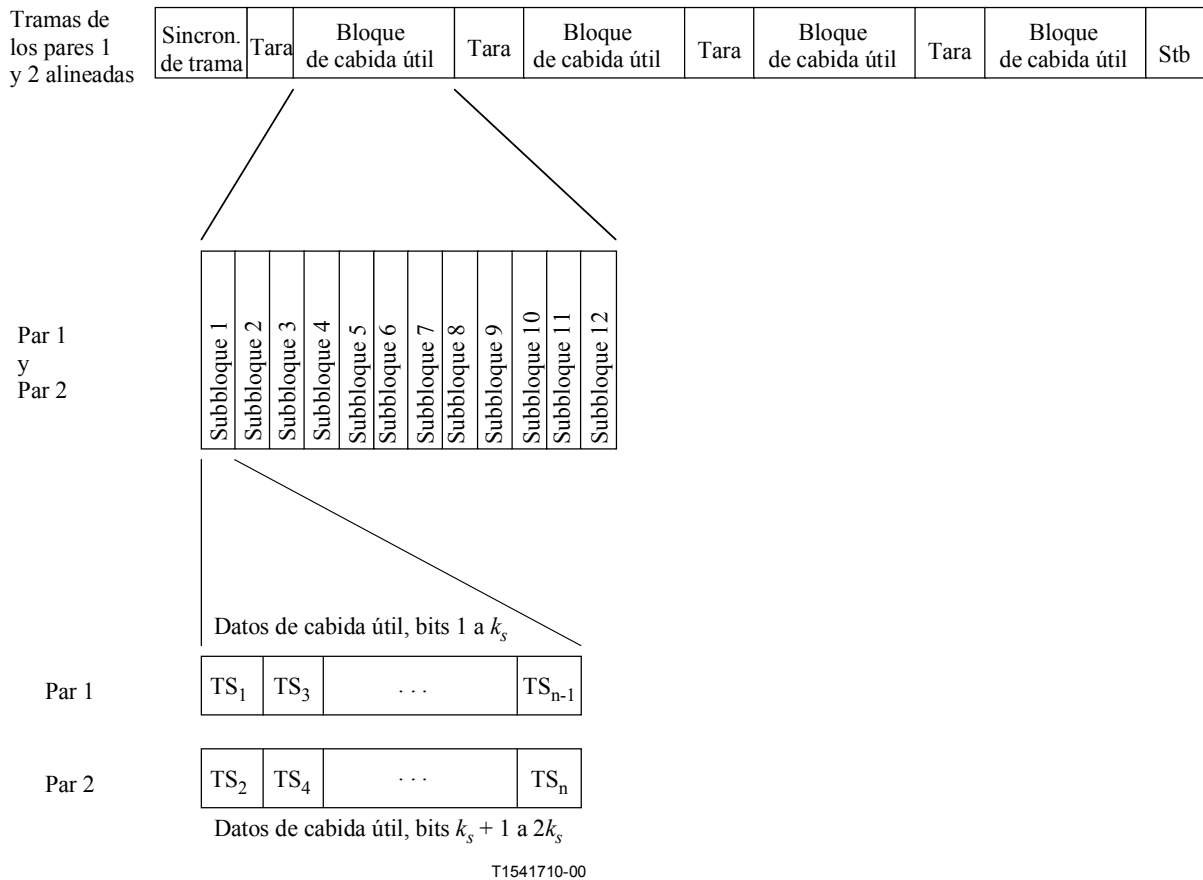


Figura E.6/G.991.2 – Alineación de las tramas D2048S alineado/D2048S fraccionario, para 4 hilos

E.8 TPS-TC para RDSI de acceso a velocidad básica (AB de RDSI)

En este modo TPS-TC, la correspondencia entre los canales de datos RDSI de cliente y los canales de cabida útil SHDSL se especifica para el transporte síncrono de varios AB de RDSI utilizando el modo de reloj 3a (véase 10.1).

Los canales de datos RDSI de cliente están incrustados en los datos de cabida útil de las tramas SHDSL. Los canales RDSI y las tramas SHDSL (y cualquier otro TPS-TC si se utiliza el modo portador doble – véase E.10) están sincronizados en el mismo dominio de reloj.

E.8.1 AB de RDSI sobre tramas SHDSL

La figura E.7 ilustra el transporte típico de AB de RDSI en tramas SHDSL. Las características básicas de este transporte son las siguientes:

- Los canales B y D se introducen en canales de cabida útil SHDSL.
- El AB de RDSI no necesita una sincronización independiente porque las tramas SHDSL están sincronizadas con el mismo dominio de reloj. Por consiguiente, la palabra de trama RDSI (12 kbit/s) no es necesaria.
- El canal M RDSI transporta los bits de estado de la línea RDSI, la información de control de la transmisión y la señalización de control de la conexión RDSI. En el canal de mensajes

(EOC de la SHDSL o un canal de señalización rápida) sólo se transportan las funciones del canal M de la RDSI necesarias para controlar la interfaz con el equipo terminal RDSI.

E.8.2 Introducción de los canales B y D de la RDSI en los canales de cabida útil de la SHDSL

Los canales B y D de la RDSI se transportan en subbloques de cabida útil SHDSL. Los datos de cabida útil SHDSL se estructuran en tramas SHDSL del siguiente modo:

- Cada subbloque de cabida útil contiene $k_s = i + n \times 8$ bits ($i = 0..7$ y $n = 3..36$).
- Cada subbloque se ordena del siguiente modo: i intervalos temporales de 1 bit seguidos por n intervalos temporales de 8 bits.
- Los intervalos temporales de 1 bit se denominan bits Z, mientras que los intervalos temporales de 8 bits se denominan $TS_1 \dots TS_n$.

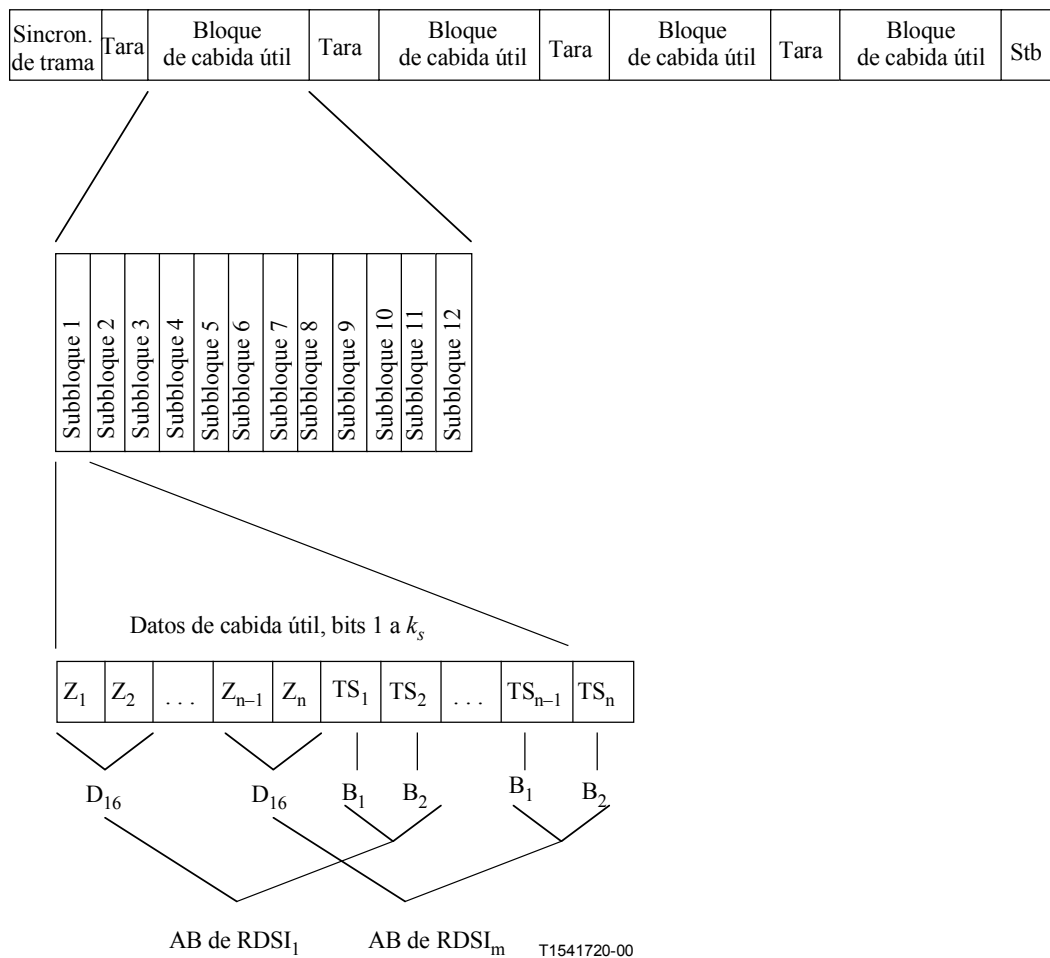


Figura E.7/G.991.2 – Introducción de los canales B y D de la RDSI

Los subbloques de cabida útil están formados por combinaciones de intervalos temporales TS de $n \times 8$ bit y por intervalos temporales Z de $i \times 1$ bit:

- n corresponde al número de canales de cabida útil de 64 kbit/s.
- i corresponde al número de canales de 8 kbit/s.

Esta estructura de cabida útil permite la introducción eficaz de canales de acceso básico RDSI en tramas SHDSL.

- Canales de datos (64 kbit/s cada uno, denominados B_1 - B_y) se introducen en canales TS de 64 kbit/s.
- Canales de señalización (16 kbit/s cada uno, denominados D_1 - D_x) se introducen en dos canales Z de 8 kbit/s cada uno³.

La figura E.7 muestra un ejemplo genérico de esta técnica de correspondencia.

E.8.3 Varios AB de RDSI

En los siguientes párrafos se explica en detalle el transporte de un máximo de 6 AB de RDSI. La figura E.8 muestra un ejemplo de introducción de dos AB de RDSI.

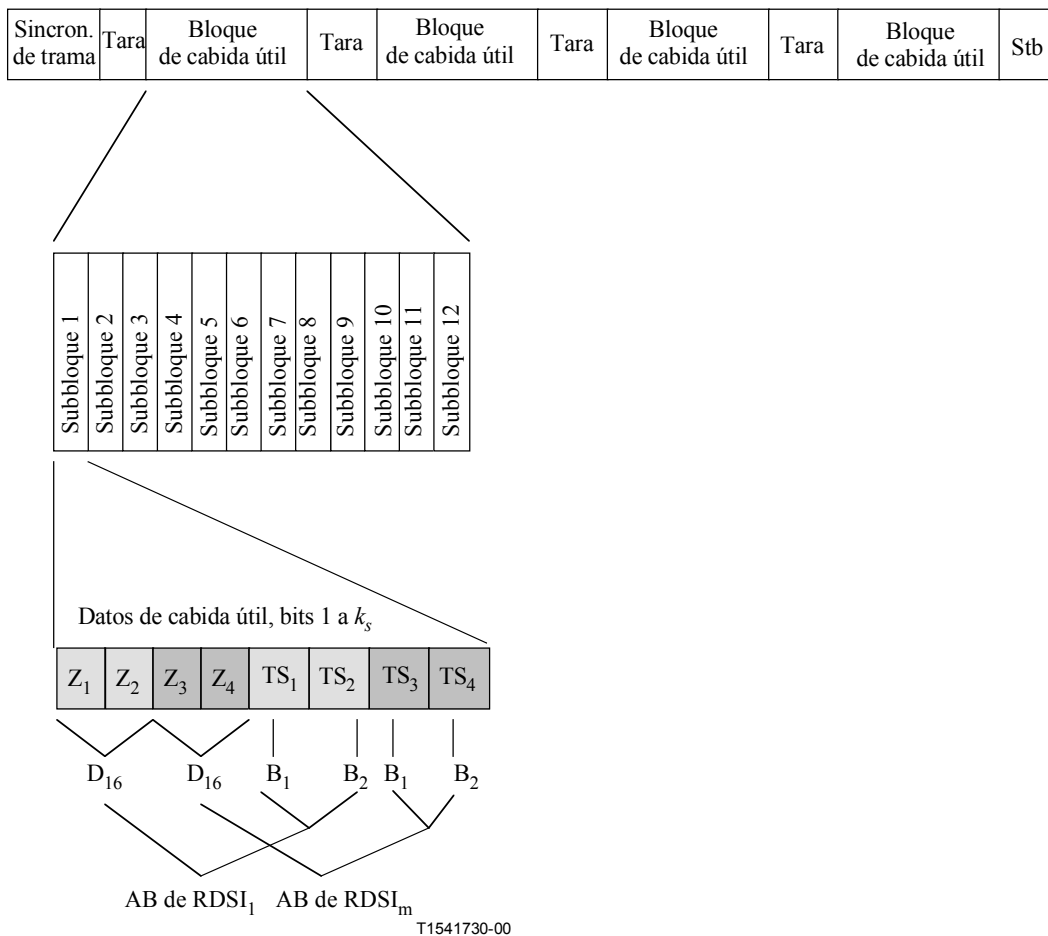


Figura E.8/G.991.2 – Ejemplo de alineación de tramas: 2 × AB de RDSI

El transporte de los canales de datos de cliente de cada AB de RDSI necesita una anchura de banda de 144 kbit/s. El cuadro E.1 muestra el número de canales TS y Z necesarios.

³ Si se transportan cuatro o más AB de RDSI, cuatro canales D_{16} se introducen en un canal B de 64 kbit/s.

Cuadro E.1/G.991.2 – K × AB de RDSI

Número de AB de RDSI <i>K</i>	Velocidad binaria de cabida útil $K \times (128 \text{ kbit/s} + 16 \text{ kbit/s})$	Aplicación	Canales TS (64 kbit/s) <i>n</i>	Canales Z (8 kbit/s) <i>i</i>
1	144	1 AB de RDSI	2	2
2	288	2 AB de RDSI	4	4
3	432	3 AB de RDSI	6	6
4	576	4 AB de RDSI	9	0
5	720	5 AB de RDSI	11	2
6	864	6 AB de RDSI	13	4

E.8.4 AB de RDSI como servicio de socorro

En caso de fallo de la alimentación local el servicio de socorro puede prestarse mediante un AB de RDSI. El acceso a velocidad básica de socorro siempre es el que se transporta en los primeros intervalos temporales de cada subbloque de cabida útil (por ejemplo, Z_1 , Z_2 , TS_1 , TS_2). La alimentación distante de energía la realiza la oficina central de modo que el receptor pueda funcionar en una modalidad de potencia reducida.

E.8.5 Posición de los canales B y D_{16} de la RDSI en los intervalos temporales (señalización de EOC)

Si se transportan varios AB de RDSI por la SHDSL, deben asignarse determinados canales de datos de los bloques de cabida útil SHDSL a los AB de RDSI. Los cuadros E.2 a E.5 muestran la atribución de los canales de datos RDSI de hasta 4 BRA. La señalización se transmite por el EOC SHDSL.

Para evitar el desplazamiento de los bits B y D de la RDSI cuando no sea necesario, los bits D respectivos se transmiten tras los bits B en el siguiente subbloque de cabida útil SHDSL (los bits B en el subbloque de cabida útil número N y los bits D en el subbloque de cabida útil número $N+1$; cuando los bits B se transmitan en el último subbloque de cabida útil de una trama SHDSL, los bits D se transmitirán en el primer subbloque de cabida útil de la siguiente trama SHDSL).

Cuadro E.2/G.991.2 – Atribución de intervalo temporal para 1 AB de RDSI

Número de AB de RDSI	Intervalo temporal B_1 RDSI	Intervalo temporal B_2 RDSI	Intervalos temporales D_{16} RDSI
1	TS_1	TS_2	$Z_1 + Z_2$

Cuadro E.3/G.991.2 – Atribución de intervalos temporales a 2 AB de RDSI

Número de AB de RDSI	Intervalo temporal B_1 RDSI	Intervalo temporal B_2 RDSI	Intervalos temporales D_{16} RDSI
1	TS_1	TS_2	$Z_1 + Z_2$
2	TS_3	TS_4	$Z_3 + Z_4$

Cuadro E.4/G.991.2 – Atribución de intervalos temporales a 3 AB de RDSI

Número de AB de RDSI	Intervalo temporal B ₁ RDSI	Intervalo temporal B ₂ RDSI	Intervalos temporales D ₁₆ RDSI
1	TS ₁	TS ₂	Z ₁ + Z ₂
2	TS ₃	TS ₄	Z ₃ + Z ₄
3	TS ₅	TS ₆	Z ₅ + Z ₆

Cuadro E.5/G.991.2 – Atribución de intervalos temporales a 4 AB de RDSI

Número de AB de RDSI	Intervalo temporal B ₁ RDSI	Intervalo temporal B ₂ RDSI	Intervalos temporales D ₁₆ RDSI
1	TS ₂	TS ₃	TS ₁ (Bits 1 y 2)
2	TS ₄	TS ₅	TS ₁ (Bits 3 y 4)
3	TS ₆	TS ₇	TS ₁ (Bits 5 y 6)
4	TS ₈	TS ₉	TS ₁ (Bits 7 y 8)

E.8.5.1 Posición de los canales B y D₁₆ de la RDSI en los intervalos temporales (señalización de EOC) en el modo 4 hilos

En el modo opcional 4 hilos, la atribución de hasta 3 AB de RDSI a los intervalos temporales y los bits Z se hará como se muestra en los cuadros E.2 a E.4. La atribución de 4 AB de RDSI se muestra en el cuadro E.5a.

Cuadro E.5a/G.991.2 – Atribución de intervalos temporales a 4 AB de RDSI

Número de AB de RDSI	Intervalo temporal B ₁ RDSI	Intervalo temporal B ₂ RDSI	Intervalos temporales D ₁₆ RDSI
1	TS ₁	TS ₂	Z ₁ + Z ₂
2	TS ₃	TS ₄	Z ₃ + Z ₄
3	TS ₅	TS ₆	Z ₅ + Z ₆
4	TS ₇	TS ₈	Z ₇ + Z ₈

Los bits Z y los intervalos temporales serán intercalados entre el par 1 y el par 2, de tal manera que los bit Z y los intervalos temporales de numeración impar sean transportados en el par 1 y los bits Z e intervalos temporales de numeración par sean transportados en el par 2. Para una información más detallada véase la figura E.8a.

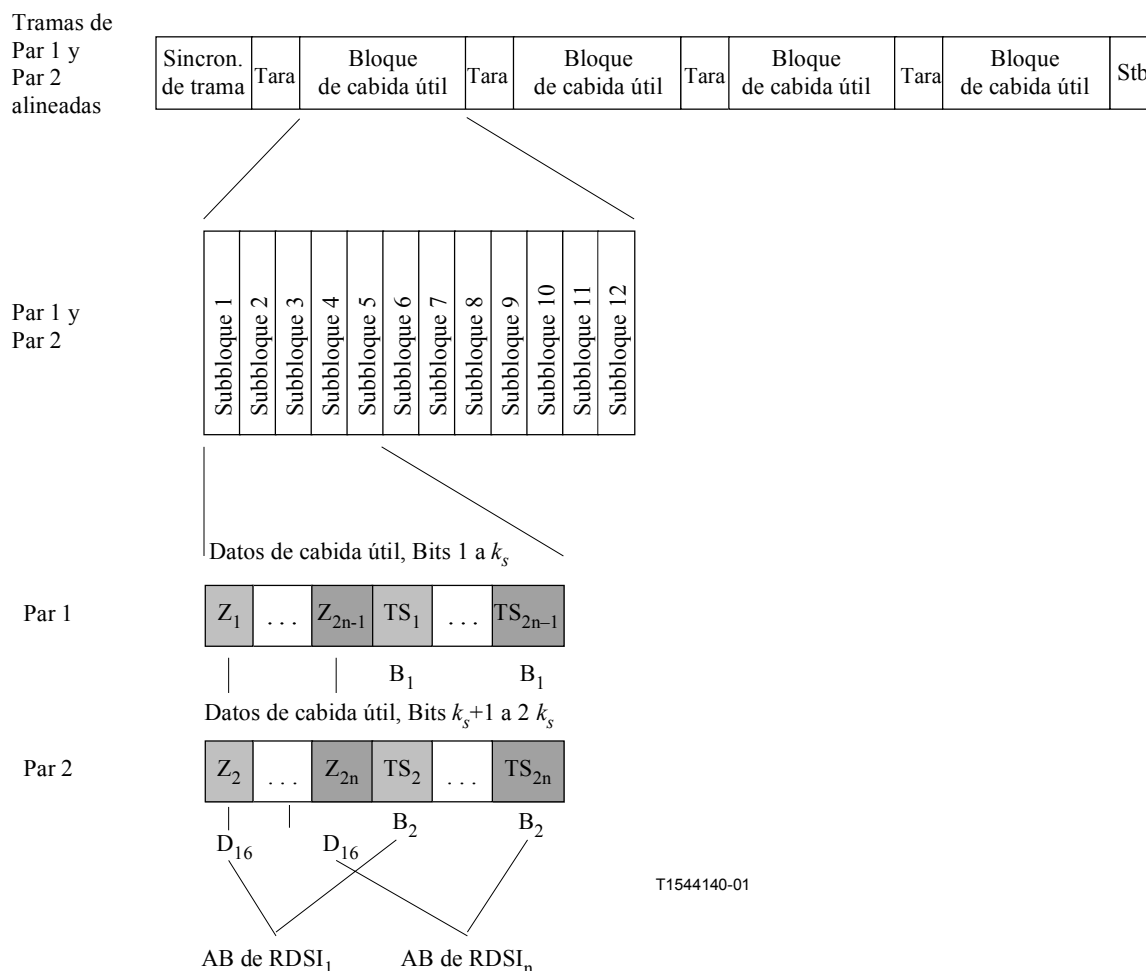


Figura E.8a/G.991.2 – Alineación de trama en modo 4 hilos para AB de RDSI

E.8.6 Posiciones de los canales B y D₁₆ de la RDSI en el intervalo temporal y en el canal de señalización rápida opcional

El canal opcional de señalización rápida a 8 kbit/s se transporta siempre en Z_1 , como muestra la figura E.9. Si se utiliza dicho canal de señalización rápida, pueden transportarse hasta 6 AB de RDSI en una SHDSL.

Para evitar el desplazamiento innecesario de los bits D y B de la RDSI, los bits D se transmiten tras los respectivos bits B en el siguiente subbloque de cabida útil SHDSL (los bits B en el subbloque de cabida útil número N y los bits D en el subbloque de cabida útil $N + 1$; si los bits B se transmiten en el último subbloque de cabida útil de una trama SHDSL, los bits D se transmitirán en el primer subbloque de cabida útil de la siguiente trama SHDSL).

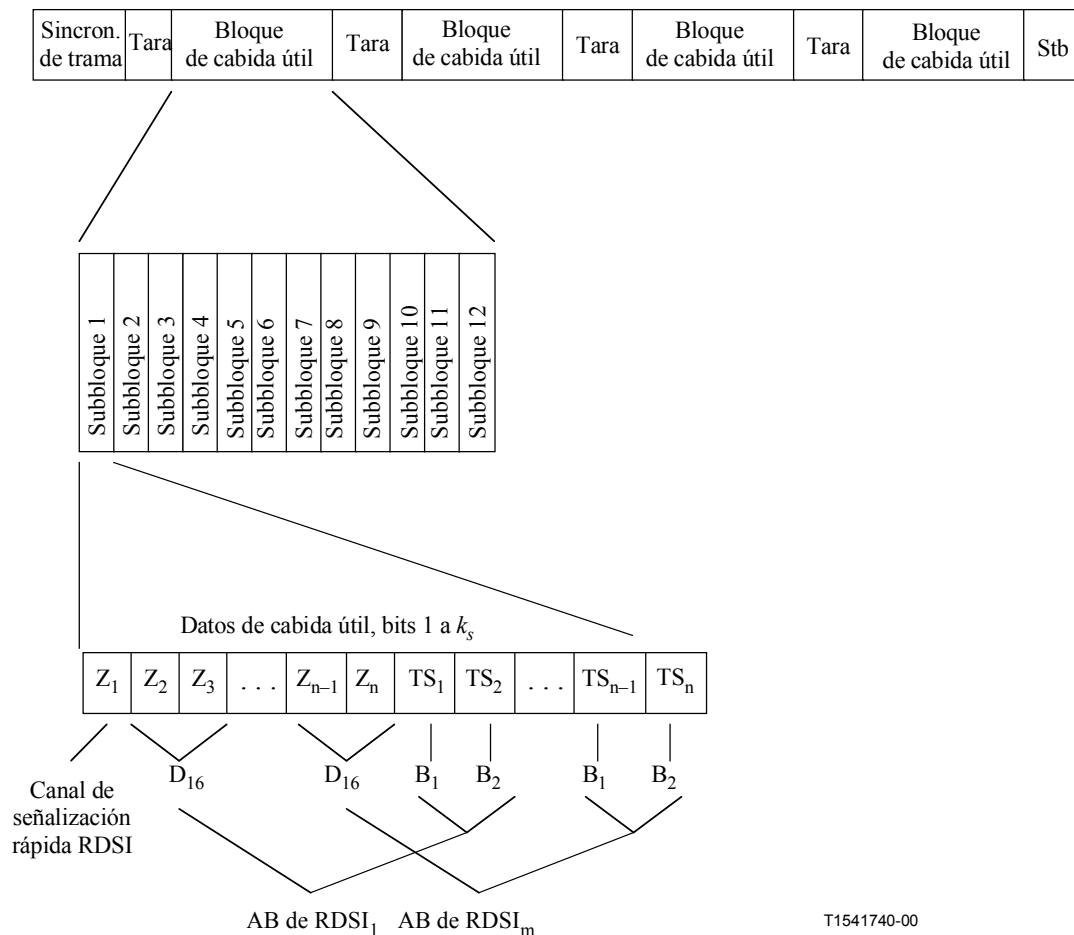


Figura E.9/G.991.2 – Introducción de los canales B y D de la RDSI en un canal de señalización rápida

Cuadro E.6/G.991.2 – Atribución de intervalo temporal para 1 AB de RDSI mediante el empleo del canal de señalización rápida

Número de AB de RDSI	Intervalo temporal B ₁ RDSI	Intervalo temporal B ₂ RDSI	Intervalos temporales D ₁₆ RDSI
1	TS ₁	TS ₂	Z ₂ + Z ₃

Cuadro E.7/G.991.2 – Atribución de intervalo temporal a 2 AB de RDSI mediante el empleo del canal de señalización rápida

Número de AB de RDSI	Intervalo temporal B ₁ RDSI	Intervalo temporal B ₂ RDSI	Intervalos temporales D ₁₆ RDSI
1	TS ₁	TS ₂	Z ₂ + Z ₃
2	TS ₃	TS ₄	Z ₄ + Z ₅

Cuadro E.8/G.991.2 – Atribución de intervalo temporal a 3 AB de RDSI mediante el empleo del canal de señalización rápida

Número de AB de RDSI	Intervalo temporal B ₁ RDSI	Intervalo temporal B ₂ RDSI	Intervalos temporales D ₁₆ RDSI
1	TS ₁	TS ₂	Z ₂ + Z ₃
2	TS ₃	TS ₄	Z ₄ + Z ₅
3	TS ₅	TS ₆	Z ₆ + Z ₇

Cuadro E.9/G.991.2 – Atribución de intervalos temporales a 4 AB de RDSI mediante el empleo del canal de señalización rápida

Número de AB de RDSI	Intervalo temporal B ₁ RDSI	Intervalo temporal B ₂ RDSI	Intervalos temporales D ₁₆ RDSI
1	TS ₂	TS ₃	TS ₁ (Bits 1 y 2)
2	TS ₄	TS ₅	TS ₁ (Bits 3 y 4)
3	TS ₆	TS ₇	TS ₁ (Bits 5 y 6)
4	TS ₈	TS ₉	TS ₁ (Bits 7 y 8)

Cuadro E.10/G.991.2 – Atribución de intervalos temporales a 5 AB de RDSI mediante el empleo del canal de señalización rápida

Número de AB de RDSI	Intervalo temporal B ₁ RDSI	Intervalo temporal B ₂ RDSI	Intervalos temporales D ₁₆ RDSI
1	TS ₂	TS ₃	Z ₂ +Z ₃
2	TS ₄	TS ₅	TS ₁ (Bits 1 y 2)
3	TS ₆	TS ₇	TS ₁ (Bits 3 y 4)
4	TS ₈	TS ₉	TS ₁ (Bits 5 y 6)
5	TS ₁₀	TS ₁₁	TS ₁ (Bits 7 y 8)

Cuadro E.11/G.991.2 – Atribución de intervalos temporales a 6 AB de RDSI mediante el empleo del canal de señalización rápida

Número de AB de RDSI	Intervalo temporal B ₁ RDSI	Intervalo temporal B ₂ RDSI	Intervalos temporales D ₁₆ RDSI
1	TS ₂	TS ₃	Z ₂ + Z ₃
2	TS ₄	TS ₅	Z ₄ + Z ₅
3	TS ₆	TS ₇	TS ₁ (Bits 1 y 2)
4	TS ₈	TS ₉	TS ₁ (Bits 3 y 4)
5	TS ₁₀	TS ₁₁	TS ₁ (Bits 5 y 6)
6	TS ₁₂	TS ₁₃	TS ₁ (Bits 7 y 8)

E.8.6.1 Posiciones de los canales B y D₁₆ de la RDSI en el intervalo temporal (señalización rápida) en el modo 4 hilos

En el modo opcional 4 hilos, la atribución de hasta 3 AB de RDSI a los intervalos temporales y a los bits Z se hará de acuerdo con los cuadros E.6 a E.8. La atribución de 4 a 6 accesos básicos RDSI se muestra en los cuadros E.11a a E.11c.

Cuadro E.11a/G.991.2 – Atribución de intervalo temporal para 4 AB de RDSI mediante el empleo del canal de señalización rápida

Número de AB de RDSI	Intervalo temporal B ₁ RDSI	Intervalo temporal B ₂ RDSI	Intervalos temporales D ₁₆ RDSI
1	TS ₁	TS ₂	Z ₂ + Z ₃
2	TS ₃	TS ₄	Z ₄ + Z ₅
3	TS ₅	TS ₆	Z ₆ + Z ₇
4	TS ₇	TS ₈	Z ₈ + Z ₉

Cuadro E.11b/G.991.2 – Atribución de intervalo temporal para 5 AB de RDSI mediante el empleo del canal de señalización rápida

Número de AB de RDSI	Intervalo temporal B ₁ RDSI	Intervalo temporal B ₂ RDSI	Intervalos temporales D ₁₆ RDSI
1	TS ₁	TS ₂	Z ₂ + Z ₃
2	TS ₃	TS ₄	Z ₄ + Z ₅
3	TS ₅	TS ₆	Z ₆ + Z ₇
4	TS ₇	TS ₈	Z ₈ + Z ₉
5	TS ₉	TS ₁₀	Z ₁₀ + Z ₁₁

Cuadro E.11c/G.991.2 – Atribución de intervalo temporal para 6 AB de RDSI mediante el empleo del canal de señalización rápida

Número de AB de RDSI	Intervalo temporal B ₁ RDSI	Intervalo temporal B ₂ RDSI	Intervalos temporales D ₁₆ RDSI
1	TS ₁	TS ₂	Z ₂ + Z ₃
2	TS ₃	TS ₄	Z ₄ + Z ₅
3	TS ₅	TS ₆	Z ₆ + Z ₇
4	TS ₇	TS ₈	Z ₈ + Z ₉
5	TS ₉	TS ₁₀	Z ₁₀ + Z ₁₁
6	TS ₁₁	TS ₁₂	Z ₁₂ + Z ₁₃

En el modo de señalización rápida, la trama de intervalos temporales y bits Z será alineada en los subbloques de cabida útil SHDSL de tal manera que el bit de señalización rápida Z_1 ocupe la primera posición de bit en el subbloque de cabida útil en ambos pares 1 y 2. Los intervalos temporales y bits Z restantes serán intercalados entre el par 1 y el par 2. Los bits Z de numeración par y los intervalos temporales de numeración impar serán transportados en el par 1. Los bits Z de numeración impar y los intervalos temporales de numeración par serán transportados en el par 2. Para una información más detallada véase la figura E.9a.

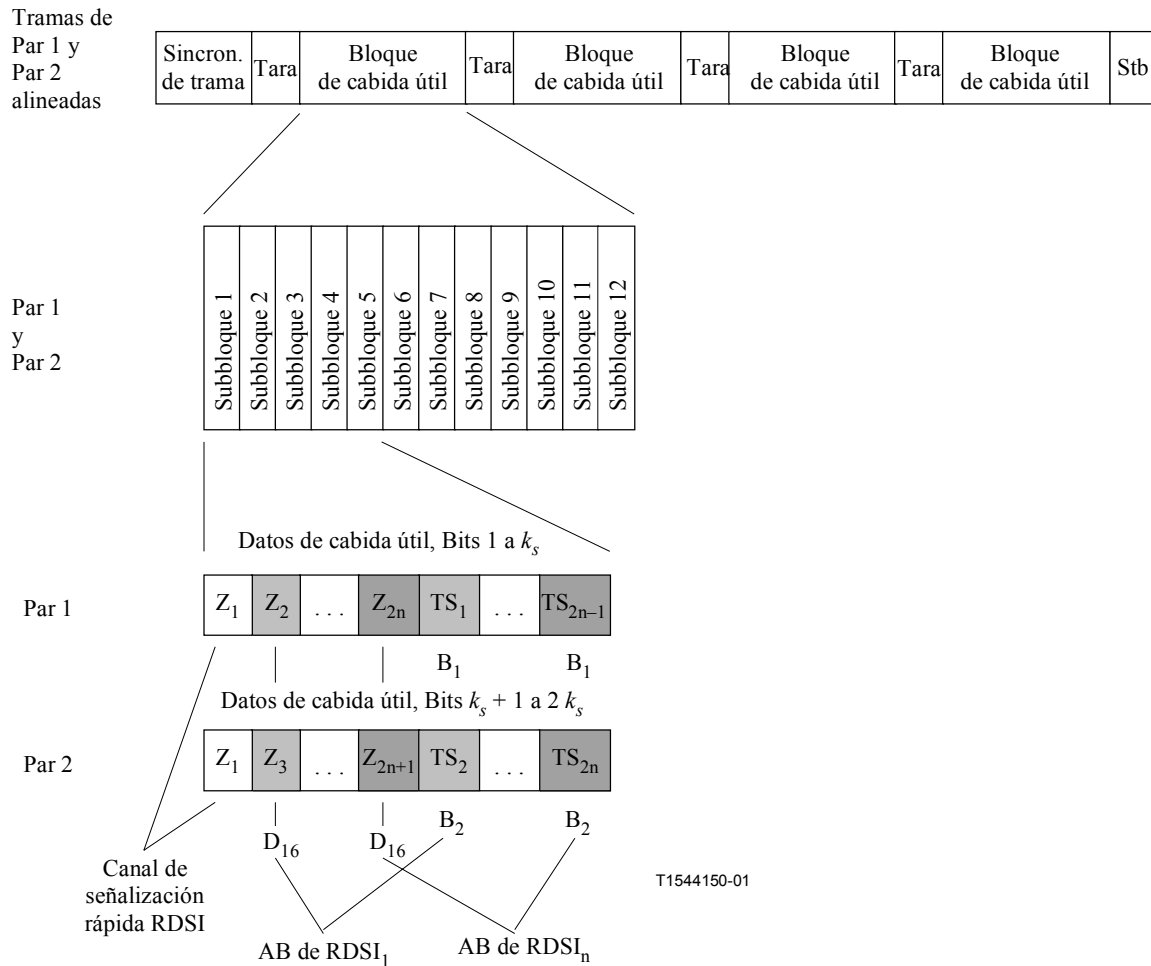


Figura E.9a/G.991.2 – Alineación de tramas de 4 hilos para AB de RDSI

E.8.7 Señalización por el EOC de la SHDSL o por el canal de señalización rápida

La información de señalización del estado RDSI se puede transmitir por dos canales distintos:

- el EOC de la SHDSL;
- el canal de señalización rápida.

En ambos casos se utilizan mensajes EOC SHDSL con un formato análogo al HDLC para transportar el código de mensajes RDSI. Tanto la unidad STU-C como la STU-R pueden inicializar mensajes EOC. Generalmente los mensajes del EOC relativos a la RDSI se transportan en el EOC de la SHDSL. Sin embargo en ciertas aplicaciones se necesita establecer un canal suplementario de señalización rápida con una anchura de banda de 8 kbit/s para transportar estos mensajes del EOC relativos a la RDSI. Esto ocurre cuando hay más de cuatro AB de RDSI. Este canal suplementario se puede utilizar así mismo cuando se necesite señalización de baja latencia o cuando otra señalización

en el TPS-TC (por ejemplo, ATM) haya restringido sensiblemente la utilización del canal EOC de la SHDSL.

E.8.7.1 Mensajes del EOC de la SHDSL

Los mensajes del EOC números 20 y 148 se utilizan para transmitir las funciones de control y mantenimiento de la RDSI así como los demás mensajes del EOC de la RDSI.

Cuadro E.12/G.991.2 – Petición de la RDSI – ID de mensaje 20

Octeto número	Contenido	Tipo de datos	Referencia
1	ID del mensaje 20	ID de mensaje	
2 bits 4-7	Número del AB de RDSI	Carácter sin signo	
2 bits 0-3	Sin utilizar		Puesto a 0000 ₂
3	Código de mensaje RDSI		

Cuadro E.13/G.991.2 – Respuesta de la RDSI – ID de mensaje 148

Octeto número	Contenido	Tipo de datos	Referencia
1	ID de mensaje 148	ID de mensaje	
2 bits 4-7	Número de AB de RDSI	Carácter sin signo	
2 bits 0-3	No se utiliza		Puesto a 0000 ₂
3	Código de mensaje RDSI		

Número de AB de RDSI: Los AB de RDSI pueden direccionarse independientemente. Se asigna un número de cuatro cifras a cada AB de RDSI (BRA 1 = 0000, ..., BRA 6 = 0101).

E.8.7.2 Códigos de mensaje de la RDSI

El cuadro E.14 muestra los códigos de mensaje de un octeto contenidos en el mensaje del EOC SHDSL "peticiones de la RDSI". Los códigos de mensaje de un octeto contenidos en el mensaje del EOC de la SHDSL "respuesta de la RDSI" figuran en el cuadro E.15.

Cuadro E.14/G.991.2 – Códigos de mensaje de los mandatos de la RDSI

Función	Mensaje	Código del mensaje EOC	Comentarios
Control del bus S	SIA	0001 0000	Activar interfaz S (STU-C → STU-R)
	SID	0001 0001	Desactivar interfaz S (STU-C → STU-R)
	SAI	0001 0010	Interfaz S activada (STU-R → STU-C)
	SDI	0001 0011	Interfaz S desactivada (STU-R → STU-C)
Estado del tranceptor RDSI	ACT	0000 0001	Preparado para la comunicación de la capa 2 (STU-C → STU-R) (STU-R → STU-C)
	DEA	0000 0010	Intención de desactivar (STU-C → STU-R)
	CSO	0000 0011	Sólo arranque en frío (STU-R → STU-C)
Reinicio de terminación de acceso básico	Reinicio S	0000 0000	Reinicio de la unidad de control RDSI en la STU-R (STU-C → STU-R)
Mensajes del EOC de la RDSI	Conectar en bucle 2B+D	0011 0001	(STU-C → STU-R)
	Conectar en bucle el canal B1 (nota)	0011 0010	(STU-C → STU-R)
	Conectar en bucle el canal B2 (nota)	0011 0011	(STU-C → STU-R)
	Volver a la situación normal	0011 1111	(STU-C → STU-R)
	Estado de retención	0011 0000	(STU-C → STU-R)
NOTA – La conexión en bucle de los canales B1 y B2 es opcional. No obstante, los códigos de conexión en bucle están reservados para estas funciones.			

Cuadro E.15/G.991.2 – Códigos de mensaje de las respuestas de la RDSI

Función	Mensaje	Código del mensaje EOC	Comentarios
Control del bus S	SIA	1001 0000	Interfaz S activada
	SIAF	1101 0000	Activación de la interfaz S ha fracasado
	SID	1001 0001	Interfaz S desactivada
	SIDF	1101 0001	Desactivación de la interfaz S ha fracasado
	SAI	1001 0010	Interfaz S activada
	SDI	1001 0011	Interfaz S desactivada
Estado del tranceptor RDSI	ACT	1000 0001	Preparado para la comunicación por la capa 2
	DEA	1000 0010	Intención de desactivar
	CSO	1000 0011	Sólo arranque en frío
Reiniciación de terminación del acceso básico	Acuse de reiniciación S	1000 0000	Reiniciación de la unidad de control RDSI STU-R
Mensaje del EOC de la RDSI	Conectar en bucle 2B+D (éxito)	1011 0001	
	Conectar en bucle 2B+D (fracaso)	1111 0001	
	Conectar en bucle el canal B1 (éxito)	1011 0010	
	Conectar en bucle el canal B1 (fracaso)	1111 0010	
	Conectar en bucle el canal B2 (éxito)	1011 0011	
	Conectar en bucle el canal B2 (fracaso)	1111 0011	
	Volver a la situación normal (éxito)	1011 1111	
	Volver a la situación normal (fracaso)	1111 1111	
	Estado de retención	1011 0000	
	Incapaz de satisfacer el acuse	1111 0100	

E.8.8 Control del bus S

Los buses S de la RDSI que conectan los terminales RDSI con la STU-R pueden controlarse independientemente con los correspondientes códigos de mensajes (SIA, SID, SAI, SDI). El lado STU-C puede activar y desactivar el bus S y obtener la información de estado. Estos mensajes se transmiten como mensajes del EOC de la SHDSL.

Las interfaces S de los AB de RDSI pueden direccionarse independientemente. Para cada AB de RDSI hay un número de cuatro dígitos (BRA 1 = 0000, ... BRA 6 = 0101) contenido en los mensajes del EOC de la SHDSL relativos a la RDSI.

SIA: Esta función se utilizará en el sentido de la STU-C a la STU-R para pedir a la STU-R que active la interfaz en el punto de referencia S. Este mensaje puede enviarse cuando haya que activar la interfaz en el punto de referencia S.

En el sentido de la STU-R a la STU-C las respuestas respectivas son SIA (interfaz S activada) o SIAF (activación de la interfaz S ha fracasado).

SID: Esta función se utilizará en el sentido de la STU-C a la STU-R para solicitar a la STU-R que desactive la interfaz en el punto de referencia S. Este mensaje puede enviarse cuando haya que desactivar la interfaz en el punto de referencia S.

En el sentido de la STU-R a la STU-C las respuestas respectivas son SID (interfaz S desactivada) o SIDF (desactivación de la interfaz S ha fracasado).

SAI: Este mensaje se utilizará en el sentido de la STU-R a la STU-C para informa a la STU-C que la interfaz S y el bus S se han activado.

SDI: Este mensaje se utilizará en el sentido de la STU-R a la STU-C para informar a la STU-C que la interfaz S y el bus S se han desactivado.

Véase el cuadro E.16.

Cuadro E.16/G.991.2 – Esquema de operaciones de la interfaz S

STU-C: instrucción de activar la interfaz S	EOC S act (SIA) →	STU-R: activar y enviar el resultado
	← EOC S act ackn (SIA/SIAF)	
STU-C: instrucción de desactivar la interfaz S	EOC S deact (SID)→	STU-R: desactivar y enviar el resultado
	← EOC S deact ackn (SID/SIDF)	
STU-C: acuse	← EOC S ActInd (SAI)	STU-R: indicar activación
	EOC S ActInd ackn (SAI)→	
STU-C: acuse	← EOC S DeactInd (SDI)	STU-R: indicar desactivación
	EOC S DeactInd ackn (SDI)→	

E.8.9 Reinicio de la terminación del BRA

El estado y situación de cada AB de RDSI y su interfaz S en el lado STU-R pueden supervisarse individualmente desde el lado de la STU-C. Si se detecta un fallo o bloqueo en un AB de RDSI la situación puede resolverse mediante un reinicio. "Reinicio de la terminación del BRA" pone a la unidad de control de la interfaz S en su estado por defecto (el de desactivación). Esto no repercute en los demás BRA ni servicios.

Véanse los cuadros E.17 y E.18.

Cuadro E.17/G.991.2 – Petición de reinicio

Mensaje	Código del mensaje del EOC	Comentarios
Reinicio S	0000 0000	

Cuadro E.18/G.991.2 – Respuestas de reinicio

Mensaje	Código del mensaje del EOC	Comentarios
Acuse de reinicio S	1000 0000	

E.8.10 Transporte de los mensajes del EOC de la RDSI por el EOC de la SHDSL

El cuadro E.19 muestra seis de los ocho códigos de funciones del EOC que se definen en la norma RDSI. (No se necesitan los dos mensajes relativos a la corrupción de la CRC.)

Cuadro E.19/G.991.2 – Códigos de mensaje del EOC de la RDSI

Mensaje	Código de mensaje	Red	STU-R1	REG
Conectar en bucle 2B+D	0011 0001	o	d	t/d
Conectar en bucle el canal B1 (Nota)	0011 0010	o	d	t/d
Conectar en bucle el canal B2 (Nota)	0011 0011	o	d	t/d
Volver a la situación normal	0011 1111	o	d	t/d
Estado de retención	0011 0000	d/o	o/d	o/d/t
Origen (o) y destino (d) y transferencia (t) NOTA – La conexión en bucle de los canales B1 y B2 es opcional. No obstante, los códigos de conexión en bucle están reservados para estas funciones.				

E.9 TPS-TC para el transporte ATM

E.9.1 Abreviaturas

ATM Modo de transferencia asíncrono (*asynchronous transfer mode*)

HEC Control de errores en el encabezamiento (*header error check*)

E.9.2 Modelo de referencia para el transporte ATM

La capa ATM TC para SHDSL se ajusta a UIT-T I.432.1 [8] y debe proporcionar las siguientes funciones definidas en dicha Recomendación:

- Desacoplamiento de la velocidad entre la capa ATM y la capa PMS-TC síncrona (o plesiócrona).
- Inserción/extracción⁴ de células de reposo.

⁴ Una célula de reposo insertada en el lado emisión debe ser extraída en el lado distante.

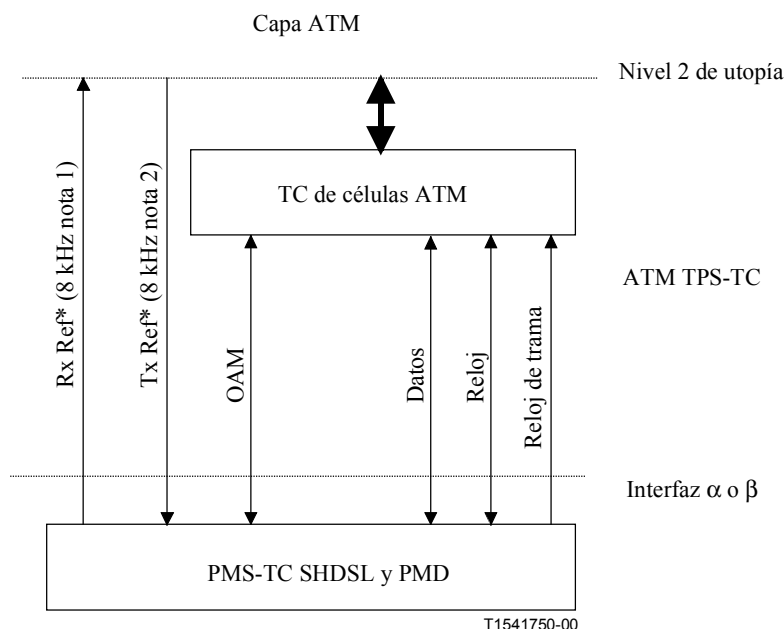
- Inserción/extracción⁵ del octeto de control de errores en el encabezamiento ATM (HEC).
- Aleatorización/desaleatorización de la cabida de cabida útil de las células en los sistemas basados en SDH.
- Delimitación de células en el canal de recepción.
- Temporización y ordenación de los bits (se envía en primer lugar el bit más significativo y se sincroniza la temporización de los bits con la base de tiempos de la STU-C en sentido descendente).

El HEC abarca todo el encabezamiento de celda. La sintaxis utilizada para esta función puede:

- corregir errores de un solo bit; o
- detectar errores de múltiples bits.

Se debe implementar la detección de error tal como se define en UIT-T I.432.1 [8], salvo que todo error HEC debe considerarse como un error de múltiples bits, y por lo tanto no se efectuará corrección de errores HEC.

La figura E.10 muestra la interfaz lógica entre la capa ATM, la ATM-TC y la función PMS-TC SHDSL.



NOTA 1 – RxRef puede estar presente en la STU-R.
 NOTA 2 – TxRef puede estar presente en la STU-C.

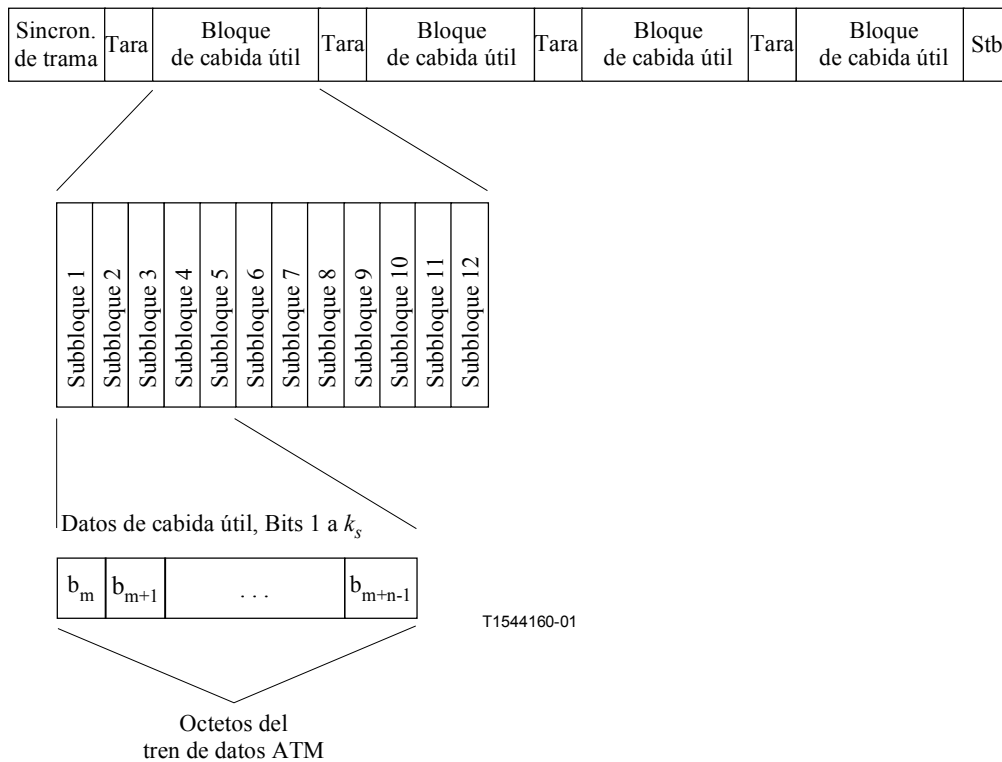
Figura E.10/G.991.2 – Interfaz lógica de la capa ATM-TC con las capas ATM de PMS-TC y de TPS-TC

Una interfaz Utopía de nivel 2 del ATM conecta la ATM-TC a la capa ATM. Esta interfaz puede implementarse asimismo lógicamente. Los límites de los octetos de la parte de cabida útil de la SHDSL deberán respetarse en la interfaz Utopía ATM. Se transmitirán en primer lugar los bits más significativos, de acuerdo con UIT-T I.432.1 [8].

⁵ Un octeto HEC insertado en lado emisión debe ser extraído en el lado distante.

E.9.2.1 Alineación de tramas

La PMS-TC proporciona un canal despejado a la ATM-TC y las células se hacen corresponder, octeto por octeto, con la cabida de cabida útil de la SHDSL. En la STU-C las células se hacen corresponder a través de la interfaz lógica α mientras que en la STU-R las células atraviesan la interfaz lógica β , como se indica en 4.1. En las interfaces α y β se encuentran datos lógicos y líneas de reloj. La alineación de las células con la trama es opcional. Se debe alinear los trenes de octetos ATM con el subbloque de cabida útil SHDSL de manera que se mantengan los límites entre octetos. Los subbloques de cabida útil se tratan como si tuviesen n intervalos temporales de 8 bit. Cada octeto del tren de datos ATM de entrada se hace corresponder con el primer bit más significativo del siguiente intervalo temporal disponible. El primer intervalo temporal empieza en la primera posición de bit del subbloque de cabida útil, seguido por el intervalo temporal 2, el intervalo temporal 3, ... , el intervalo temporal n . En cada subbloque habrá k_s bits (o n octetos) de datos contiguos, de acuerdo con lo especificado en 8.1. $k_s = i + n \times 8$, y, en este modo, $i = 0$ y $3 \leq n < 36$. La figura E.10a proporciona detalles adicionales.



T1544160-01

Figura E.10a/G.991.2 – Alineación de trama ATM

En el modo opcional 4 hilos los datos ATM se transportan intercalados en ambos pares, de acuerdo con lo explicado en 8.2. En cada subbloque de cabida útil SHDSL se transportará un total de $2k_s$ bits ($2n$ octetos) de datos organizados en octetos. $k_s = i + n \times 8$, y, en este modo, $i = 0$ y $3 \leq n \leq 36$. En el modo 4 hilos sólo se soportan los intervalos temporales pares. El tren de octetos de entrada ATM deberá alinearse en el subbloque de cabida útil SHDSL de modo que se mantengan los límites entre octetos. Cada subbloque de cabida útil se trata como si tuviese $2n$ intervalos temporales de 8 bit. Cada octeto del tren de datos de entrada ATM se hace corresponder con el primer bit más significativo del siguiente intervalo temporal. El primer intervalo temporal empieza en la primera posición de bit en el subbloque de cabida útil, el intervalo temporal 2, el intervalo temporal 3, ... , el intervalo temporal n . Cada subbloque contendrá $2k_s$ bits (o $2n$ octetos) de datos contiguos, como especifica en 8.1. $k_s = i + n \times 8$, y, en este modo, $i = 0$ y $3 \leq n < 36$. Los octetos del tren de datos de

entrada ATM se intercalarán entre los pares 1 y 2, de tal manera que cuando el octeto b_m sea transportado en el par 1, el octeto b_{m+1} sea transportado en el intervalo temporal correspondiente en el par 2. Véanse detalles adicionales en la figura E.10b.

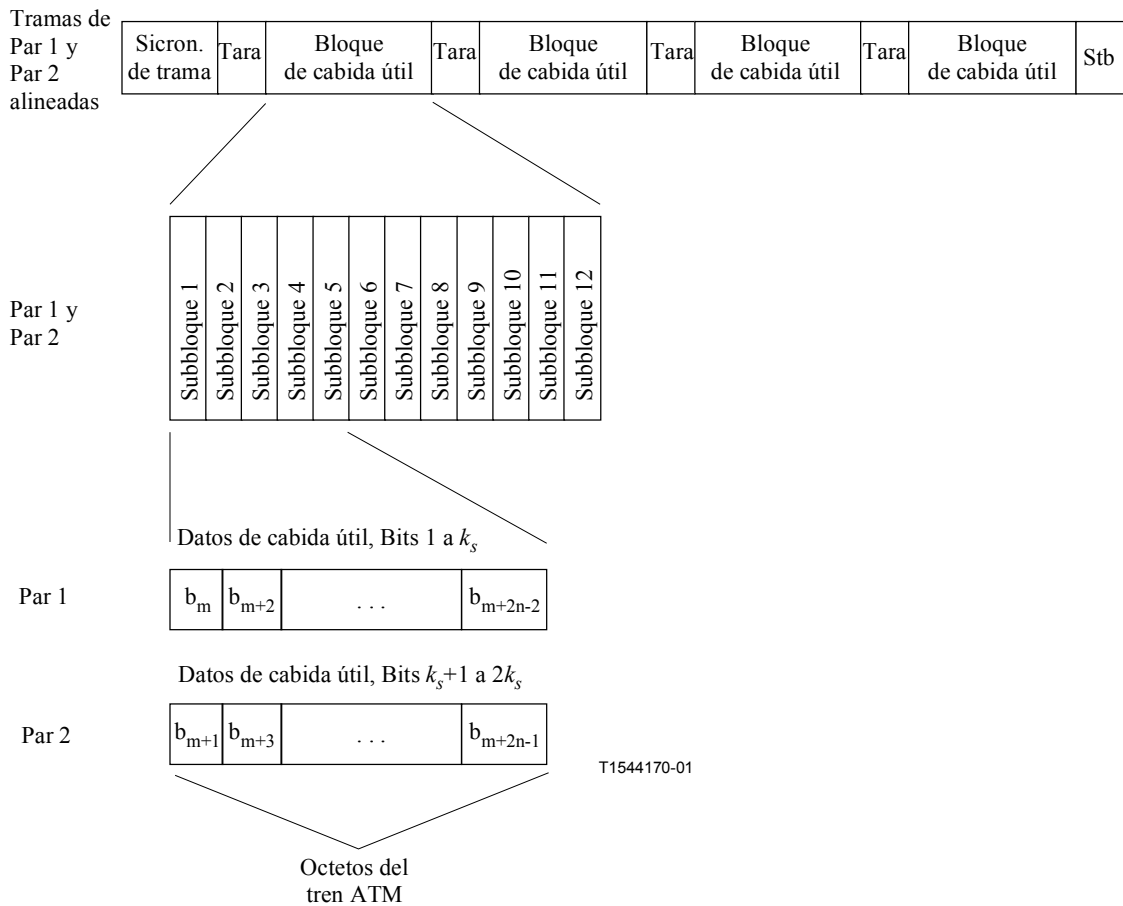


Figura E.10b/G.991.2 – Alineación de tramas en modo cuatro hilos para ATM

E.9.2.2 Temporización

Las STU funcionarán en modo síncrono o plesiócrono; sin embargo en la mayor parte de las aplicaciones es preferible el funcionamiento en modo síncrono. En ambos casos el reloj de tramas de la STU-C estará enganchado con la temporización de la red.

La comunicación de la referencia de temporización de la red por parte de la STU-C a la STU-R para ATM es opcional; sin embargo, si se proporciona una NTR, la PMS-TC SHDSL deberá funcionar en el modo de sincronización de reloj 3a (véase 10.1). La referencia de temporización de la red será un marcador de 8 kHz del que podrán derivarse con facilidad relojes a otras frecuencias. En este modo reloj, tanto los relojes de tramas como los de símbolos de la STU-C están enganchados a la NTR. La STU-R puede extraer la NTR de la palabra de sincronización de trama recibida (FSW). En la figura E.10, las líneas TxRef (de la STU-C) transportan la NTR directamente a la PMS-TC mientras que las RxRef (de la STU-R) transportan la NTR a la capa ATM desde la PMS-TC. La sincronización con la NTR se ajustará a lo descrito en 10.4.

E.9.3 Capacidad de transporte y control de flujo

Las STU que transporten ATM deberán dar soporte a velocidades de datos de $N \times 64$ kbit/s. La velocidad de datos de cabida útil deberá ser $n \times 64 + i \times 8$ kbit/s, siendo $3 \leq n \leq 36$ e $i = 0$. Esta

restricción se aplica a la velocidad de datos y al tamaño del bloque de cabida útil, especificados en 7.1.1, 8.1, y 8.2.

En el modo opcional a 4 hilos las velocidades especificadas se aplicarán a cada par.

La ATM-TC proporcionará control de flujo, permitiendo que la STU-C y la STU-R controlen el flujo de células de la capa ATM. Esta funcionalidad se implementa por medio de la toma de contacto de la célula TX con la RX en la interfaz del bus Utopía del ATM. Una célula puede transferirse a la capa ATM-TC sólo tras la terminación de la toma de contacto de la célula TX. Análogamente, una célula sólo puede transferirse de la ATM-TC a la capa ATM una vez completada por parte de la STU la toma de contacto de la célula RX. Esta funcionalidad es importante para evitar el desbordamiento de células o la infrautilización de la capa TU.

E.9.4 Operaciones y mantenimiento

La ATM-TC necesita la funcionalidad de operaciones, administración y mantenimiento (OAM). El protocolo y el formato de los mensajes debe manejarse de acuerdo con la cláusula 9. Las funciones de OAM notifican a la entidad OAM, en el extremo opuesto de la línea, del estado del proceso de delimitación de células [por ejemplo, anomalías del control de errores en el encabezamiento (HEC) y defectos por pérdida de delimitación de células (LCD, *loss of cell delineation defects*)]. Los parámetros de la calidad de funcionamiento se deducen de las anomalías y los defectos.

E.9.4.1 Anomalías en el extremo próximo relativas al trayecto de datos ATM

Anomalía de ausencia de delimitación de células en el extremo próximo (nncd, near-end no cell delineation anomaly): la anomalía *nncd* se produce inmediatamente tras el arranque de la ATM-TC, cuando se reciben los datos ATM y el proceso de delimitación de células se encuentra en el estado HUNT o PRESYNC. Una vez obtenida la delimitación de células, las pérdidas subsiguientes de delimitación de células deberán considerarse anomalías *nocd*.

Anomalía de falta de delimitación de células en el extremo próximo (nocd, near-end out of cell delineation, anomaly): la anomalía *nocd* se presenta cuando el proceso de delimitación de células en funcionamiento pasa del estado SYNC al estado HUNT. La anomalía *nocd* termina cuando el proceso de delimitación de células pasa del estado PRESYNC al SYNC o cuando se alcanza el estado de mantenimiento de defectos *nlcd*.

Anomalía de control de error en el encabezamiento en el extremo próximo (nhec, near-end header error control anomaly): la anomalía *nhec* se presenta cuando fracasa el control de errores en el encabezamiento de las células ATM.

E.9.4.2 Defectos en el extremo lejano relativos al trayecto de datos ATM

Defecto por pérdida de la delimitación de células en el extremo lejano (nlcd, near-end loss of cell delineation defect): el defecto *nlcd* se presenta cuando hay un *nocd* como mínimo en 9 tramas consecutivas SDSL sin detectar defecto *losw* (pérdida de la palabra de sincronización).

E.9.4.3 Anomalías relativas al trayecto de datos ATM en el extremo lejano

Anomalía de ausencia de delimitación de células en el extremo lejano (fncd, far-end no cell delineation anomaly): la anomalía *fncd* es una anomalía *nncd* que el indicador NCD comunica desde el extremo lejano en el mensaje de información de estado de la célula ATM del EOC. La anomalía *fncd* se presenta inmediatamente tras el arranque y termina si el indicador NCD recibido se codifica a 0.

Obsérvese que, dado que el extremo distante informa del indicador NCD sólo a petición, la anomalía *fncd* puede ser inexacta para deducir el fallo de la NCD del extremo lejano. Por consiguiente, el extremo lejano informa del fallo NCD de forma autónoma.

Anomalia de falta de delimitación de células en el extremo lejano (focd, far-end out of cell delineation anomaly): la anomalía *focd* es una anomalía *nocd*, comunicada por el extremo lejano con el indicador OCD del mensaje de información de estado de células ATM del EOC. El indicador OCD se codificará a 0 para indicar que no se ha presentado ninguna anomalía *nocd* desde el último informe, y se codificará a 1 para indicar que se ha producido como mínimo una anomalía desde el último informe. La anomalía *focd* se presenta si no hay anomalía *fncd* y se recibe un indicador OCD codificado a 1. La anomalía *focd* termina si el indicador OCD recibido está codificado a 0.

Anomalia de control de errores en el encabezamiento en el extremo lejano (fhec, far-end header error control anomaly): la anomalía *fhec* es una anomalía *nhec*, comunicada por el extremo distante con el indicador HEC en el mensaje de información de estado de células ATM del EOC. El indicador HEC se codificará a 0 para indicar que no se ha producido ninguna anomalía *nhec* desde el último informe y se codificará a 1 para indicar que se ha producido por lo menos una anomalía *nhec* desde el último informe. La anomalía *fhec* se presenta si el indicador HEC recibido está codificado a 1. La anomalía *fhec* termina si el indicador HEC recibido está codificado a 0.

E.9.4.4 Defectos relativos al trayecto de datos ATM en el extremo distante

Defecto pérdida de delimitación de las células en el extremo remoto (flcd, far-end loss of cell delineation defect): el defecto *flcd* es un *nlcd* comunicado por el extremo distante de la línea con el indicador LCD en el mensaje de información de estado de la célula ATM del EOC. El indicador LCD se codificará a 0 para indicar que no se ha producido ningún defecto *nlcd* desde el último informe, y se codificará a 1 para indicar que se ha producido como mínimo un defecto *nlcd* desde el último informe. El defecto *flcd* se presenta cuando el indicado LCD está codificado a 1. El defecto *flcd* termina cuando el indicador LCD está codificado a 0.

Obsérvese que si el extremo lejano informase del indicador LCD sólo a petición, el defecto *flcd* podría ser inexacto para deducir el fallo de la LCD del extremo distante. Por consiguiente el extremo lejano informa autónomamente del fallo LCD.

E.9.4.5 Recogida de información de la calidad de funcionamiento del protocolo del nivel de las células ATM

Cuenta de violaciones HEC (hvc, HEC violation code): el parámetro de la calidad de funcionamiento *hvc* es el contador del número de anomalías *nhec* módulo 65536.

Cuenta total de HEC (htc, HEC total count): el parámetro de la calidad de funcionamiento *htc* es la cuenta del número total de células que han pasado por el proceso de delimitación, durante el funcionamiento en el estado SYNC, desde el último informe.

La cuenta de estos valores será tal que el sistema de gestión pueda recuperar los valores actuales cada 15 minutos y cada 24 horas.

E.9.4.6 Parámetros de fallos y de la calidad de funcionamiento

Los fallos *nncd* y *nlcd* se refieren a las anomalías *nncd* persistentes y a los defectos *nlcd* persistentes, respectivamente. Las definiciones siguientes se han extraído de 7.1.2/G.997.1 [3]. La información de estos fallos está contenida en el mensaje de información de estado de la célula ATM.

E.9.4.6.1 Fallos relativos al trayecto de datos ATM en el extremo lejano

Las siguientes indicaciones de fallo en el extremo lejano deberán proporcionarlas la STU-C y la STU-R:

E.9.4.6.1.1 Fallo por ausencia de delimitación de células en el extremo próximo (nncd)

El fallo *nncd* se declara cuando la anomalía *nncd* persiste durante más de $2,5 \pm 0,5$ s tras el comienzo del modo datos. El fallo *nncd* termina cuando no hay anomalía *nncd* durante más de $10 \pm 0,5$ s.

E.9.4.6.1.2 Fallo por pérdida de delimitación de células en el extremo próximo (*nlcd*)

El fallo *nlcd* se declara cuando el defecto *nlcd* persiste durante más de $2,5 \pm 0,5$ s. El fallo *nlcd* termina cuando no hay defecto *nlcd* durante más de $10 \pm 0,5$ s.

E.9.4.6.2 Fallos relativos al trayecto de datos ATM en el extremo distante

Las siguientes indicaciones de fallo en el extremo distante se proporcionarán en la STU-C (la STU-R se considera en el extremo distante), y son opcionales en la STU-R (la STU-C se considera en el extremo distante).

E.9.4.6.2.1 Fallo por ausencia de delimitación de células en el extremo distante (*fncd*)

El fallo *fncd* se declara cuando una anomalía *fncd* persiste durante más de $2,5 \pm 0,5$ s tras el comienzo del modo datos. El fallo *fncd* termina cuando no hay anomalía *fncd* durante más de $10 \pm 0,5$ s.

E.9.4.6.2.2 Fallo por pérdida de delimitación de células en el extremo distante (*flcd*)

El fallo *flcd* se declara cuando el defecto *flcd* persiste durante más de $2,5 \pm 0,5$ s. El fallo *flcd* termina cuando no hay defecto *flcd* durante más de $10 \pm 0,5$ s.

E.9.4.7 Formato del mensaje de petición del estado de células ATM del EOC – ID de mensaje 17

El mensaje de petición/confirmación de estado de célula ATM se utiliza con dos fines. Se usa como mensaje de petición del estado de las células ATM para obtener el estado ATM de una STU-R. Con este fin, se enviará toda la información del mensaje de información del estado de las células ATM del EOC-ID de mensaje 145, en respuesta a este mensaje. En caso de recepción inesperada de un mensaje de estado de célula ATM, se recibe un ID de mensaje 145 que incluye indicación de fallo en NCD o LCD, este mensaje será utilizado para confirmar la recepción y detener futuras transmisiones autónomas del mensaje de estado de célula ATM, ID de mensaje 145, debido a la condición de fallo existente en ese momento. Véase el cuadro E.20.

Cuadro E.20/G.991.2 – Campo de información de la petición del estado de células ATM

Octeto #	Campo de información	Tipo de datos
1	ID de mensaje 17	ID de mensaje

E.9.4.8 Formato del mensaje de información del estado de las células ATM del EOC – ID de mensaje 145

El mensaje de información del estado de las células ATM deberá enviarse como respuesta al mensaje de petición del estado de las células ATM y se enviará autónomamente cuando se presente un fallo *nlcd* o un fallo *nncd*. El cuadro E.21 muestra la codificación del bit de mensajes OAM para el mensaje de información del estado de las células ATM. El indicador HEC se define implícitamente igual a uno si la cuenta de violaciones HEC ha cambiado desde el último informe, y a cero en caso contrario. Si se le envía autónomamente, el ID de mensaje 145 es enviado una vez por segundo hasta que se recibe un ID de mensaje 17 de la STU-C o el fallo ha desaparecido.

Los bits indicadores NCD, OCD y LCD informarán del estado de la anomalía *nncd*, de la anomalía *nocd* y del defecto *nlcd*, respectivamente. Los bits de fallo NCD y de fallo LCD servirán como indicadores del fallo *nncd* y del fallo *nlcd* respectivamente.

Cuadro E.21/G.991.2 – Mensaje de información del estado de las células ATM

Octeto #	Contenidos	Tipo de datos	Referencia
1	ID de mensaje #145	ID de mensaje	
2, bit 7	Indicador NCD (nota)	Bit	0 = satisfactorio, 1 = alarma
2, bit 6	Indicador OCD (nota)	Bit	0 = satisfactorio, 1 = alarma
2, bit 5	Indicador LCD (nota)	Bit	0 = satisfactorio, 1 = alarma
2, bit 4-2	Reservado		
2, bit 1	Fallo NCD	Bit	0 = satisfactorio, 1 = alarma
2, bit 0	Fallo LCD	Bit	0 = satisfactorio, 1 = alarma
3	Cuenta de violaciones HEC (<i>hvc</i>)	Octeto más significativo	Contador de 16-bit, módulo 65536
4	Cuenta de violaciones HEC (<i>hvc</i>)	Octeto menos significativo	Contador de 16-bit, módulo 65536
NOTA – Sólo uno de los indicadores NCD, OCD y LCD puede tener el valor 1 en un instante dado.			

E.10 Modo TPS – TC de portador doble

Los modos TPS – TC de E.1 a E.9 se describen funcionando en el modo portador único; es decir, la parte de cabida útil se trata como un tren de datos único, y la TPS-TC utiliza todos los bits de cada subbloque de cabida útil. En ciertas aplicaciones sin embargo, resulta conveniente dividir la parte de cabida útil en trenes de datos independientes para dar soporte a varias interfaces de usuario o distintos tipos de datos. El modo de portador doble permite dar soporte a estos casos.

El soporte del modo de portador doble es opcional, siéndolo asimismo el soporte para cada una de las combinaciones TPS-TC de portador doble especificadas en el cuadro E.22.

En el modo portador doble, cada subbloque de cabida útil se divide en dos ejemplares TPS-TC independientes. Los modos TPS-TC se negocian independientemente en UIT-T G.994.1 no habiendo interacción directa entre ellos. TPS-TC_a se asigna a los k_{sa} primeros bits de cada subbloque de cabida útil, y TPS-TC_b se asigna los últimos k_{sb} bits de cada subbloque de cabida útil (véase la figura E.11). Para cada uno de los dos TPS-TC, los k_s bits asignados se tratan como si formasen un subbloque de cabida útil completo, aplicándose la alineación de tramas que proceda como se describe en las secciones relativas a la TPS-TC seleccionada (E.1 a E.9).

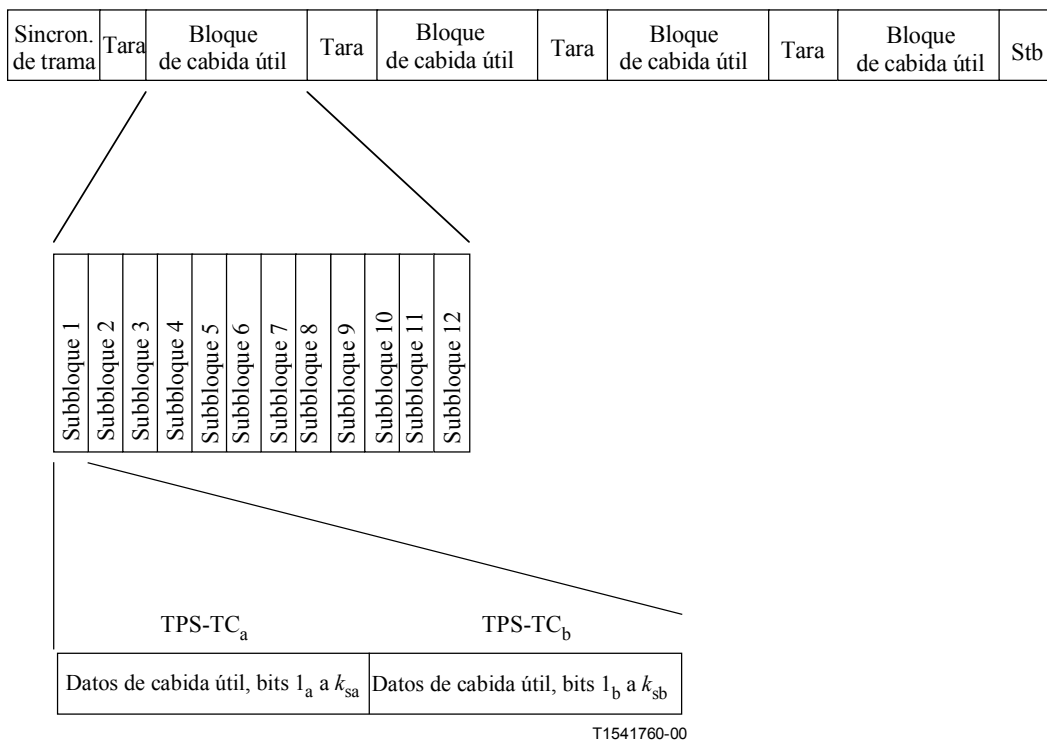


Figura E.11/G.991.2 – Alineación de las tramas TPS-TS en el modo portador doble

La figura E.12 muestra un ejemplo de modo portador doble en el que el DS1 fraccionario es TPS-TC_a y el ATM es TPS-TC_b.

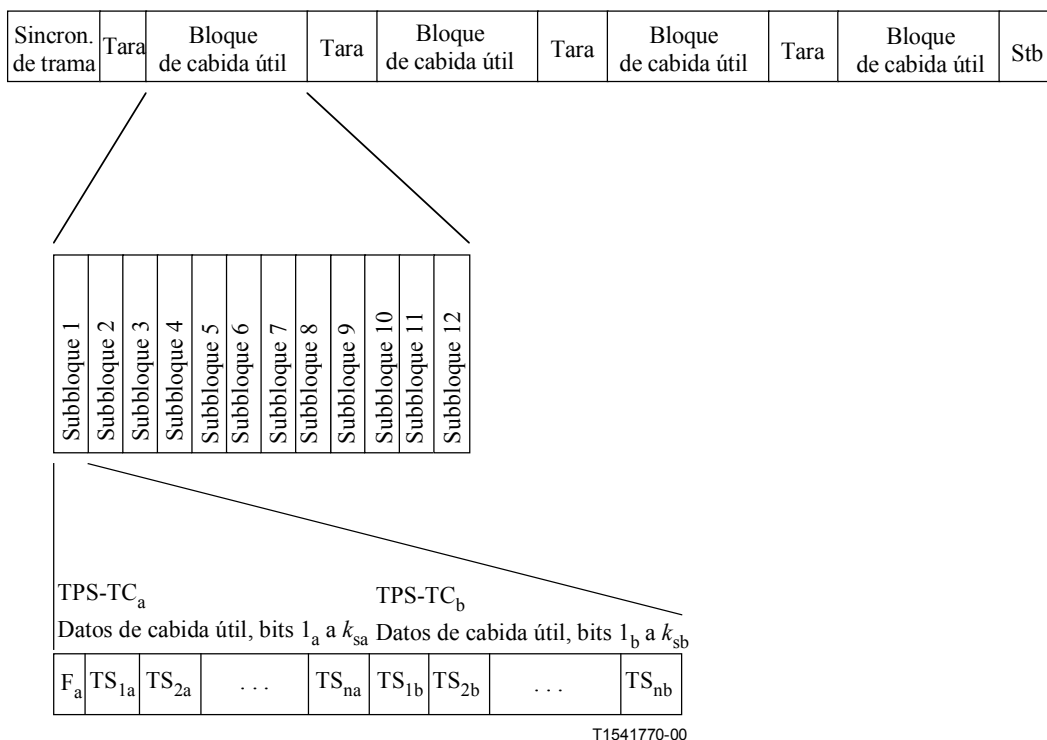


Figura E.12/G.991.2 – Ejemplo de alineación de tramas TPS-TS en el modo portador doble

En el modo opcional cuatro hilos, se sigue el mismo procedimiento que en el modo portador doble. Los primeros k_{sa} de cada par se asignan a TPS-TC_a y los últimos k_{sb} bits de cada par se asignan a TPS-TC_b. A continuación se aplica la alineación de tramas TPS-TC en cuatro hilos que proceda, con arreglo a E.1 a E.9.

E.10.1 Sincronización del reloj con portador doble

En el modo de portador doble, se supone que la temporización entre los dos canales portadores se deriva de una fuente común y que ambos trenes de datos tienen por consiguiente una relación de sincronización definida. Así pues no se proporciona ningún mecanismo en los bloques de cabida útil para mantener la sincronización entre canales portadores, con independencia del modo reloj seleccionado (10.1).

Obsérvese que ciertas TPS-TC tienen limitaciones en cuanto a los modos reloj que se soportan. Más concretamente la ATM que utiliza NTR (E.9.2) y el AB de RDSI y síncrono (E.8) se definen únicamente para el modo reloj 3a (véase 10.1). Cuando se utiliza cualquiera de estas TPS-TC como parte del modo portador doble, el sistema deberá funcionar en el modo reloj 3a.

E.10.2 Modos portador doble

En SHDSL se soportan los siguientes modos portador doble:

Tipo 1 – AB de RDSI síncrono + banda ancha.

Tipo 2 – Banda estrecha + ATM.

Tipo 3 – Banda estrecha + canal despejado.

Para cada modo portador doble se especifican bits independientes en la Recomendación G.994.1 para la selección de las dos TPS-TC a utilizar. El cuadro E.22 contiene las combinaciones que se soportan. El soporte de otros tipos queda en estudio.

Cuadro E.22/G.991.2 – TPS-TC soportadas en el modo portador doble

Tipo	Descripción	TPS-TC_a	TPS-TC_b
1	AB de RDSI síncrono + banda ancha	AB de RDSI síncrono (E.8)	Canal despejado (E.1) Canal despejado organizado en octetos (E.2) DS1 no alineada (E.3) (nota 1) DS1 alineada/DS1 fraccionaria (E.4) (nota 1) D2048U no alineada (E.5) (nota 2) D2048S no alineada (E.6) (nota 2) D2048S alineada/D2048S fraccionaria (E.7) (nota 2) ATM (E.9)
2	Banda estrecha + ATM	DS1 no alineada (E.3) (nota 1) DS1 alineada/DS1 fraccionaria (E.4) (nota 1) D2048U no alineada (E.5) (nota 2) D2048S no alineada (E.6) (nota 2) D2048S alineada/D2048S fraccionaria (E.7) (nota 2)	ATM (E.9)
3	Banda estrecha + canal despejado	DS1 no alineada (E.3) (nota 1) DS1 alineada/DS1 fraccionaria (E.4) (nota 1) D2048U no alineada (E.5) (nota 2) D2048S no alineada (E.6) (nota 2) D2048S alineada/D2048S fraccionaria (E.7) (nota 2)	Canal despejado (E.1) Canal despejado organizado en octetos (E.2)
<p>NOTA 1 – Indica modos TPS-TC que, por lo general, sólo se utilizan en las redes norteamericanas. NOTA 2 – Indica modos TPS-TC que, por lo general, sólo se utilizan en las redes europeas.</p>			

APÉNDICE I

Ejemplos de circuitos de prueba

I.1 Ejemplo de circuito de prueba para inyección de diafonía

A continuación se presenta un ejemplo de circuito de inyección de diafonía con alta impedancia (véase la figura I.1).

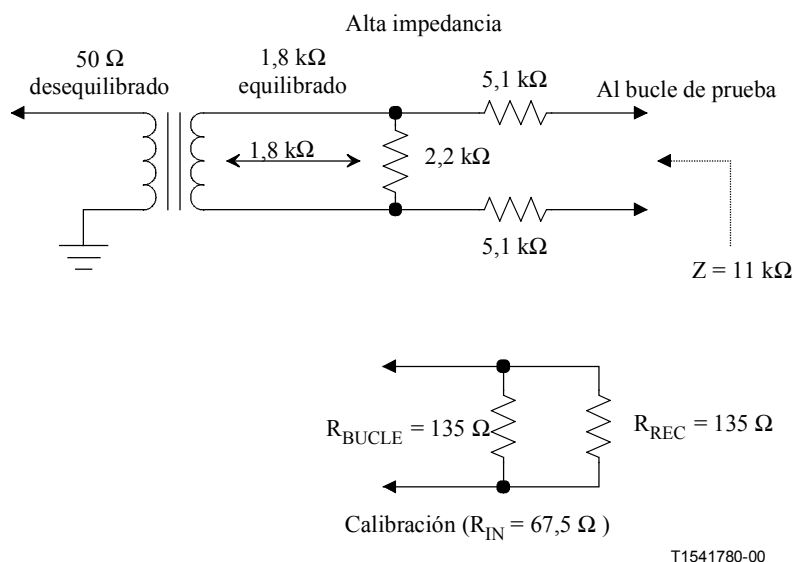


Figura I.1/G.991.2 – Ejemplo de circuito de inyección de diafonía de alta impedancia

I.2 Ejemplo de circuitos de acoplamiento para medir el equilibrio longitudinal y la tensión de salida longitudinal

El equilibrio longitudinal y la tensión de salida longitudinal pueden medirse con los circuitos de acoplamiento descritos en ANSI/IEEE 455-1985 [B7] y la Recomendación UIT-T O.9 [B8] en el apéndice IV. El circuito de acoplamiento de la figura I.2 corresponde al método de medición definido en ANSI/IEEE 455-1985. Para que la medición tenga la resolución suficiente las resistencias deben coincidir con una tolerancia del 0,05%. El circuito de acoplamiento de la figura I.3 corresponde al método de medición descrito en UIT-T O.9. Este circuito de prueba utiliza transformadores (bobinados con doble hilo) equilibrados con precisión/dispositivos balun y no necesita resistencias acopladas con precisión. El circuito balun suele resultar más conveniente para las mediciones en alta frecuencia.

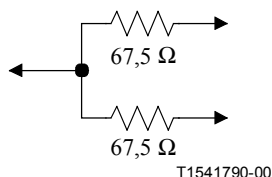


Figura I.2/G.991.2 – Ejemplo de circuito de acoplamiento resistivo

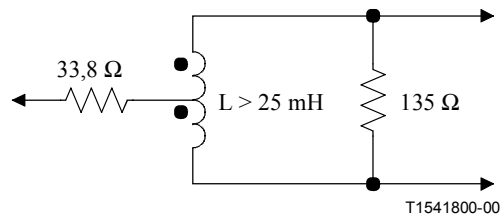


Figura I.3/G.991.2 – Ejemplo de circuito de acoplamiento equilibrado-desequilibrado (balun)

I.3 Circuito de prueba de la pérdida de retorno

El circuito de prueba de la figura I.4 está basado en el clásico puente de pérdida de retorno con algunos componentes adicionales para aceptar la tensión de alimentación en c.c. y aislar con transformador los instrumentos de medición. El aislamiento con transformador de la fuente de señal de prueba y de la carga del medidor evita errores de medición producidos por los trayectos imprevistos en el circuito a través de la tierra común de los instrumentos y de la fuente de alimentación de energía del DUT. La entrada V_{IN} se conecta a un generador sinusoidal de barrido (fuente de 50 Ω) y V_{OUT} se conecta a un voltímetro selectivo en frecuencia de alta impedancia (o analizador de espectro). Para este circuito de pruebas, la pérdida de retorno se define del siguiente modo:

$$\text{Pérdida de retorno } (f) = 20 \log \left| \frac{Z_{TEST}(f) + Z_{REF}}{Z_{TEST}(f) - Z_{REF}} \right|$$

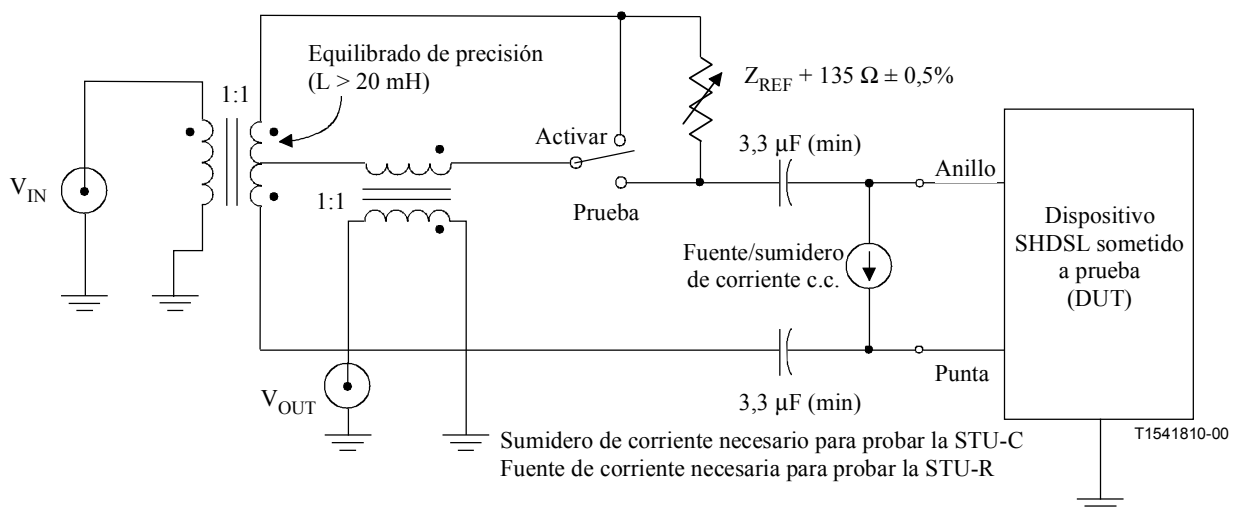


Figura I.4/G.991.2 – Ejemplo de circuito de prueba de la pérdida de retorno con puente (aislado de tierra)

I.4 Circuito de prueba para la medición de la PSD/potencia total de transmisión

El circuito de prueba de la figura I.5 se ha diseñado para medir la potencia total y la PSD de transmisión. El circuito prevé la alimentación en c.c. y el aislamiento con transformador de los instrumentos de medición. El aislamiento de la entrada de los instrumentos con transformador evita los errores de medición procedentes de trayectos imprevistos en el circuito a través de la tierra

común de los instrumentos y de la fuente de alimentación del DUT. V_{OUT} se conecta a un voltímetro de valor eficaz de banda ancha de alta impedancia (o analizador de espectro).

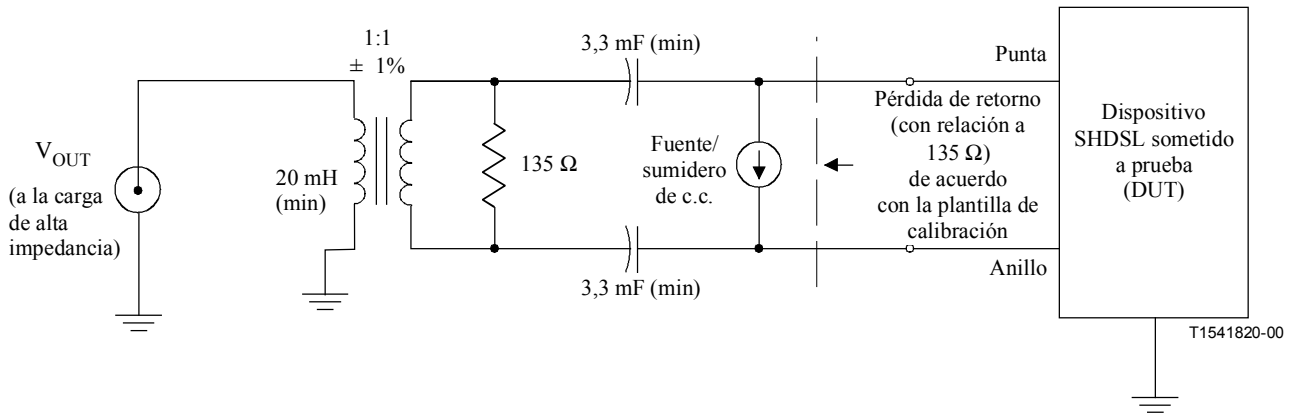


Figura I.5/G.991.2 – Ejemplo de circuito de prueba aislado de tierra para la medición de la potencia/PSD

APÉNDICE II

Características típicas de los cables

II.1 Características típicas de los cables para el anexo B

NOTA – Para todos los cuadros II.1 a II.7 de este apéndice, el valor de G' es despreciable y se supone igual a 0.

Cuadro II.1/G.991.2 – Parámetros de PE 04

Frecuencia	0 Hz	10 kHz	20 kHz	40 kHz	100 kHz	150 kHz	200 kHz	400 kHz	500 kHz
R' (Ω/km)	268	268	269	271	282	295	312	390	425
L' ($\mu\text{H}/\text{km}$)	680	678	675	669	650	642	635	619	608
C' (nF/km)	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5

Cuadro II.2/G.991.2 – Parámetros de PE 05

Frecuencia	0 Hz	10 kHz	20 kHz	40 kHz	100 kHz	150 kHz	200 kHz	400 kHz	500 kHz
R' (Ω/km)	172	172	173	175	190	207	227	302	334
L' ($\mu\text{H}/\text{km}$)	680	678	675	667	646	637	629	603	592
C' (nF/km)	25	25	25	25	25	25	25	25	25

Cuadro II.3/G.991.2 – Parámetros de PE 06

Frecuencia	0 Hz	10 kHz	20 kHz	40 kHz	100 kHz	150 kHz	200 kHz	400 kHz	500 kHz
R' (Ω/km)	119	120	121	125	146	167	189	260	288
L' ($\mu\text{H}/\text{km}$)	700	695	693	680	655	641	633	601	590
C' (nF/km)	56	56	56	56	56	56	56	56	56

Cuadro II.4/G.991.2 – Parámetros de PE 08

Frecuencia	0 Hz	10 kHz	20 kHz	40 kHz	100 kHz	150 kHz	200 kHz	400 kHz	500 kHz
R' (Ω/km)	67	70	72,5	75,0	91,7	105	117	159	177,5
L' ($\mu\text{H}/\text{km}$)	700	700	687	665	628	609	595	568	543
C' (nF/km)	37,8	37,8	37,8	37,8	37,8	37,8	37,8	37,8	37,8

Cuadro II.5/G.991.2 – Parámetros de PVC 032

Frecuencia	0 Hz	10 kHz	20 kHz	40 kHz	100 kHz	150 kHz	200 kHz	400 kHz	500 kHz
R' (Ω/km)	419	419	419	419	427	453	493	679	750
L' ($\mu\text{H}/\text{km}$)	650	650	650	650	647	635	621	577	560
C' (nF/km)	120	120	120	120	120	120	120	120	120

Cuadro II.6/G.991.2 – Parámetros de PVC 04

Frecuencia	0 Hz	10 kHz	20 kHz	40 kHz	100 kHz	150 kHz	200 kHz	400 kHz	500 kHz
R' (Ω/km)	268	268	268	268	281	295	311	391	426
L' ($\mu\text{H}/\text{km}$)	650	650	650	650	635	627	619	592	579
C' (nF/km)	120	120	120	120	120	120	120	120	120

Cuadro II.7/G.991.2 – Parámetros de PVC 063

Frecuencia	0 Hz	10 kHz	20 kHz	40 kHz	100 kHz	150 kHz	200 kHz	400 kHz	500 kHz
R' (Ω/km)	108	108	108	111	141	173	207	319	361
L' ($\mu\text{H}/\text{km}$)	635	635	635	630	604	584	560	492	469
C' (nF/km)	120	120	120	120	120	120	120	120	120

Descripción del arranque del regenerador de señal

Este apéndice describe la secuencia de arranque que se utiliza en los tramos con regeneradores. Esta secuencia se aplica a los tramos que tienen un número arbitrario de regeneradores (hasta ocho), pero para simplificar la descripción, se supone que este enlace tiene dos regeneradores. En esta explicación se utiliza el sondeo de línea, aunque tiene carácter opcional.

La premisa fundamental es que las listas de capacidades y los resultados del sondeo de la línea se propagan desde la STU-R hacia la STU-C y que el acondicionamiento SHDSL comienza en la STU-C y se propaga hacia la STU-R. El bit del periodo de silencio del regenerador (RSP) de G.994.1 se utiliza para bloquear los segmentos mientras el proceso de arranque se propaga a lo largo del tramo.

El diagrama de la figura III.1 muestra un tramo SHDSL típico con dos regeneradores como referencia para las secuencias de arranque que se describen más adelante.

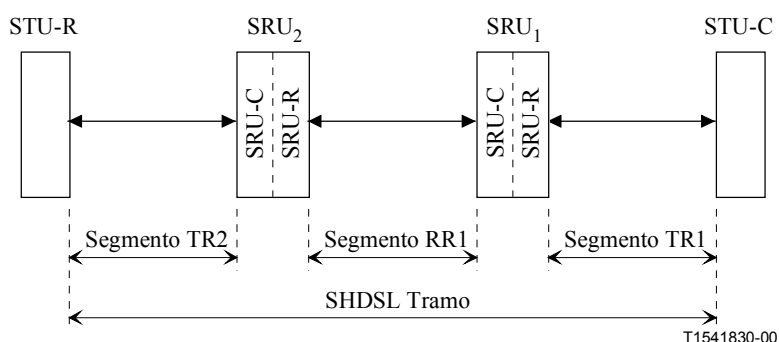


Figura III.1/G.991.2 – Diagrama de bloques de un tramo SHDSL con dos regeneradores de señal

III.1 Arranque iniciado en la STU-R

En la mayoría de las instalaciones SHDSL típicas, cabe esperar que la STU-R inicie el proceso de arranque. El proceso de arranque SHDSL propuesto para la iniciación en la STU-R se describe en el texto siguiente y se muestra gráficamente en el cuadro III.1.

En esta modalidad, la STU-R desencadena el proceso de arranque iniciando una sesión G.994.1 con el regenerador más próximo a ella (del segmento TR2). A continuación la STU-R y la SRU₂-C pueden intercambiar capacidades y opcionalmente efectuar un sondeo de línea y un segundo intercambio de capacidades. Las unidades no tienen suficiente información para empezar la activación de la SHDSL en este momento, de modo que la SRU₂-C emite un MS con el bit RSP activado para bloquear la STU-R mientras el proceso de arranque se propaga a lo largo del tramo. La sesión G.994.1 termina normalmente, y la STU-R comienza su periodo de espera.

A continuación la SRU₂-C transporta las capacidades desde el segmento TR2 a la SRU₂-R a través de la interfaz interna del regenerador. Después, la SRU₂-R inicia una sesión G.994.1 con la SRU₁-C y realiza el mismo intercambio de capacidades y secuencia de sondeo de línea descritos anteriormente para el primer segmento. Las capacidades expresadas por la SRU₂-R son la intersección de sus propias capacidades con las recibidas para el segmento TR2. Las unidades todavía no tienen la suficiente información para empezar la activación de la SHDSL por lo que, de

nuevo, la SRU₁-R emite un MS con el bit RSP activado. La sesión G.994.1 termina normalmente y la SRU₂-R comienza su periodo de espera.

Como antes, la SRU₁-C transporta en ese momento las capacidades desde el segmento RR1 (incluida la información procedente del segmento TR2) a la SRU₁-R a través de la interfaz interna del regenerador. La SRU₁-R inicia una sesión G.994.1 con la STU-C y realiza un intercambio de capacidades. Opcionalmente, se puede utilizar un sondeo de línea y un segundo intercambio de capacidades. Como antes, las capacidades expresadas por la SRU₁-R son la intersección de sus propias capacidades con las recibidas para los segmentos RR1 y TR2. En este momento, la STU-C posee toda la información necesaria para seleccionar los parámetros operativos del tramo. Se seleccionan la velocidad de datos y demás parámetros, como en la secuencia de preactivación normal (sin regenerador) y a continuación comienza la activación de la SHDSL para el segmento TR1.

Cuando el enlace STU-C/SRU₁-R (por el segmento TR1) ha completado la secuencia de activación de la SHDSL (o la sesión G.994.1, si se selecciona el modo de reloj 1) la SRU₁-R comunica los parámetros operativos seleccionados a la SRU₁-C a través de la interfaz interna del regenerador. En este momento, la SRU₁-C inicia una sesión G.994.1 con la SRU₂-R por el segmento RR1. Se seleccionan los parámetros –no debería hacer falta otro intercambio CLR-CL en este momento– y las unidades realizan la activación normal SHDSL. Si se selecciona el modo de reloj 1 (el plesiócrono clásico) no es necesario enganchar la temporización de símbolos a ninguna referencia de reloj de la red. En este caso, la sesión G.994.1 SRU₁-C/SRU₂-R y la activación deben comenzar tan pronto como se complete la sesión G.994.1 STU-C/SRU₁-R. En los modos de reloj 2, 3a, y 3b, la referencia del reloj de datos o de la red es necesaria para establecer la temporización de símbolos. En dichos modos, la SRU₁-C retrasará el inicio de su sesión G.994.1 hasta que se haya completado la activación STU-C/SRU₁-R. De este modo, el reloj de referencia necesario estará disponible para la temporización de símbolos en el segmento SRU₁-C/SRU₂-R.

Cuando el enlace SRU₁-C/SRU₂-R (por el segmento RR1) ha completado la secuencia de activación de la SHDSL (o la sesión G.994.1 si se seleccionó el modo de reloj 1), la SRU₂-R comunica los parámetros operativos seleccionados a la SRU₂-C a través de la interfaz interna del regenerador. La SRU₂-C inicia una sesión G.994.1 con la STU-R por el segmento TR2. Se seleccionan los parámetros y la unidad realiza la activación normal SHDSL. Una vez completada dicha secuencia de activación, el tramo queda totalmente operativo.

Cuadro III.1/G.991.2 – Secuencia de arranque iniciada por la STU-R

Segmento TR2 (STU-R/SRU ₂ -C)	Segmento RR1 (SRU ₂ -R/SRU ₁ -C)	Segmento TR1 (SRU ₁ -R/STU-C)
G.994.1 arranca → Intercambio de capacidades <i>Sondeo de línea</i> <i>Intercambio de capacidades</i> ← MS (RSP)	Arranca G.994.1 → Intercambio de capacidades <i>Sondeo de línea</i> <i>Intercambio de capacidades</i> ← MS (RSP)	Arranca G.994.1 → Intercambio de capacidades <i>Sondeo de línea</i> <i>Intercambio de capacidades</i> Selección de modo Activación de la SHDSL
←Arranque de G.994.1 Selección de modo Activación de la SHDSL	←Arranque de G.994.1 Selección de modo Activación de la SHDSL	

III.2 Arranque iniciado por la STU-C

En ciertos casos, puede resultar conveniente que la STU-C inicie el proceso de arranque. El proceso de arranque de la SHDSL iniciado por la STU-C se describe en el texto siguiente y se muestra gráficamente en el cuadro III.2.

En esta modalidad, la STU-C desencadena el proceso de arranque iniciando una sesión G.994.1 con el regenerador más próximo a ella (del segmento TR1). La SRU₂-C emite un MS con el bit RSP activado para bloquear la STU-C mientras el proceso de arranque se propaga a lo largo del tramo. La sesión G.994.1 termina normalmente, y la STU-C comienza su periodo de espera. A continuación la SRU₁-C inicia una sesión G.994.1 con la SRU₂-R, que de nuevo se termina tras un MS procedente de la SRU₂-R con el bit RSP activado.

La SRU₂-C inicia seguidamente una sesión G.994.1 con la STU-R. A partir de este momento, la secuencia de arranque es tal como se describe en III.1 para el arranque iniciado en la STU-R.

Cuadro III.2/G.991.2 – Secuencia de arranque iniciada por la STU-C

Segmento TR2 (STU-R/SRU ₂ -C)	Segmento RR1 (SRU ₂ -R/SRU ₁ -C)	Segmento TR1 (SRU ₁ -R/STU-C)
		←Arranque de G.994.1 MS (RSP) →
	← Arranque de G.994.1 MS (RSP) →	
←Arranque de G.994.1 Intercambio de capacidades <i>Sondeo de línea</i> <i>Intercambio de capacidades</i> ← MS (RSP)	Arranque de G.994.1 → Intercambio de capacidades <i>Sondeo de línea</i> <i>Intercambio de capacidades</i> ← MS (RSP)	
		Arranque de G.994.1 → <i>Intercambio de capacidades</i> <i>Sondeo de línea</i> <i>Intercambio de capacidades</i> Selección de modos Activación de la SHDSL
	←Arranque G.994.1 Selección de modos Activación de la SHDSL	
←Arranque de G.994.1 Selección de modos Activación de SHDSL		

III.3 Arranque iniciado por la SRU

En ciertas aplicaciones (entre ellas algunas propias de situaciones de mantenimiento y reacondicionamiento), puede resultar conveniente que un regenerador inicie la secuencia de arranque. En esta modalidad, la SRU iniciará el acondicionamiento en sentido descendente – o sea, hacia la STU-R de la misma manera que se habría hecho para el segmento correspondiente del procedimiento de arranque de la STU-C (descrito en III.2). A continuación la STU-R iniciará el procedimiento de intercambio de capacidades y de sondeo de línea hacia la STU-C, como en el arranque normal iniciado por la STU-C. La secuencia de arranque comienza en la SRU-C de inicio y se propaga hacia la STU-R.

III.4 Colisiones y reacondicionamientos

Las colisiones (equivalentes a los "deslumbramientos" en las aplicaciones locales) pueden presentarse en los casos en que tanto la STU-C como la STU-R intentan iniciar las conexiones al mismo tiempo. Utilizando el proceso descrito anteriormente, estas colisiones se resuelven especificando que los intercambios de capacidades de R a C y los sondeos tengan siempre prioridad sobre las peticiones de acondicionamiento de C a R. Las sesiones G.994.1 resuelven intrínsecamente las colisiones en segmentos individuales.

En UIT-T G.994.1 el límite del tiempo RSP se especifica como un minuto aproximadamente. Para tramos que sólo tengan un regenerador, esto resulta idóneo. Para tramos con muchos regeneradores,

sin embargo, una STU puede sobrepasar este tiempo e iniciar una nueva sesión G.994.1 antes de que la SRU esté preparada para comenzar la fase siguiente del acondicionamiento. En tales casos, la SRU debe responder al inicio G.994.1 y emitir un mensaje MS con el bit RSP activado para bloquear de nuevo la STU. Por su parte, la SRU debe implementar un temporizador e ignorar el fallo del arranque hasta la expiración de dicho temporizador. El temporizador debe iniciarse cuando la SRU reciba el bit RSP en un mensaje MS y no debe expirar durante cuatro minutos como mínimo.

Cuando un segmento deba reacondicionarse por razones de la línea o por otras razones, cada segmento del tramo deberá desactivarse, debiendo reiniciarse todo el procedimiento de arranque.

III.5 Activación del modo diagnóstico

Cuando falle un segmento, el procedimiento de arranque fallará también para todo el tramo. Esto se caracterizará normalmente en la STU por la recepción de una orden de inicio de un intervalo silencioso por medio del bit RSP sin recibir en ningún caso otra petición G.994.1. Sin información de diagnóstico, el proveedor de servicios no tiene manera de comprobar la integridad de los distintos segmentos.

Este problema se resuelve por medio del "modo diagnóstico" de G.994.1 que permite desencadenar un modo acondicionamiento de diagnóstico. Cuando este bit está puesto a 1, hace que una SRU conectada a un segmento que ha fallado, se comporte como una STU y permita que termine el procedimiento de arranque. De este modo, todos los segmentos anteriores al segmento que ha fallado pueden probarse mediante bucles y pruebas iniciadas por el EOC, permitiendo a los operadores de red aislar con rapidez el segmento en el que se ha producido el fallo.

APÉNDICE IV

Bibliografía

- [B1] 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.*
- [B2] UIT-T G.995.1 (2001), *Visión de conjunto de las Recomendaciones sobre líneas de abonado digitales.*
- [B3] ANSI X3.4-1986 (R1997), *Information Systems – Coded Character Sets – 7-Bit American National Standard Code for Information Interchange (7-Bit ASCII).*
- [B4] UIT-T K.50 (2000), *Límites de seguridad para tensiones y corrientes de explotación en sistemas de telecomunicación alimentados por la red.*
- [B5] Telcordia Technologies, GR-1089-CORE – Electromagnetic Compatibility and Electrical Safety, February 1999.
- [B6] UIT-T G.704 (1998), *Estructuras de tramas síncronas utilizadas en los niveles jerárquicos 1544, 6312, 2048, 8448 y 44 736 kbit/s.*
- [B7] ANSI/IEEE 455 (1985), *Standard test procedure for measuring longitudinal balance of telephone equipment operating in the voice band.*
- [B8] UIT-T O.9 (1999), *Configuraciones de medida para evaluar el grado de asimetría con respecto a tierra.*
- [B9] IETF RFC 2495 (1995), *Definitions of Managed Objects for the DS1, E1, DS2 and E2 Interface Types.*

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
Serie B	Medios de expresión: definiciones, símbolos, clasificación
Serie C	Estadísticas generales de telecomunicaciones
Serie D	Principios generales de tarificación
Serie E	Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos
Serie F	Servicios de telecomunicación no telefónicos
Serie G	Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales
Serie H	Sistemas audiovisuales y multimedios
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Redes de cable y transmisión de programas radiofónicos y televisivos, y de otras señales multimedios
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 y aspectos del protocolo Internet
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación